

Министерство науки и высшего образования РФ
ФБГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
ФБГОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
ФГОБУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
ФГБУН Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН
Казанское региональное отделение РАКЦ им. К.Э. Циолковского
SPIE – The International Society for Optical Engineering
Optica – The Optical Society
Оптическое общество им. Д.С. Рождественского
ООО «НПФ «МФС»
ООО «Микрофарм-КАИ»

XI Международная молодежная научно-техническая конференция
молодых ученых, аспирантов и студентов
«ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА,
ФОТОНИКА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ – 2024»
11-12 апреля 2024 г., Казань, Россия

Материалы конференции

Под технической редакцией Т.А. Аглиуллина, А.А. Иванова, Т.М. Ишкаева

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели: Алибаев Т.Л. (ректор КНИТУ-КАИ, г. Казань), Гортышов Ю.Ф. (советник ректора КНИТУ-КАИ, г. Казань), Бабушкин В.М. (проректор по научной и инновационной деятельности КНИТУ-КАИ, г. Казань), Морозов Г.А. (директор НОЦ НИЦ ПРЕ КНИТУ-КАИ, г. Казань), Морозов О.Г. (профессор кафедры РФМТ КНИТУ-КАИ, г. Казань), Кузнецов А.А. (заведующий кафедрой РФМТ КНИТУ-КАИ, г. Казань), Нуреев И.И. (директор НИИ ПРЕФЖС КНИТУ-КАИ, г. Казань).

Члены программного комитета: Абелкалнс И. – зав. каф. педагогического образования Университета Латвии (Рига, Латвия), Алтунин В.А. – профессор каф. теплотехники и энергетического машиностроения КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Андреев В.В. – доцент каф. телекоммуникационных систем и технологий ЧГУ (Чебоксары, Россия), Бурдин А.В. – советник генерального директора по инновациям АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова» (Санкт-Петербург, Россия), Дашков М.В. – и.о. зав. каф. линий связи и измерений в технике связи ПГУТИ (Самара, Россия), Иванов А.А. – доцент каф. радиофотоники и микроволновых технологий КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Кутлюяров Р.В. – и.о. зав. каф. телекоммуникационных систем УУНиТ (Уфа, Россия), Лебеденко О.В. – начальник управления подготовки и аттестации научно-педагогических кадров КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Любопытов В.С. – с.н.с. НИЛ «Сенсорные системы на основе устройств интегральной фотоники» УУНиТ (Уфа, Россия), Моисеев С.А. – директор квантового центра КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Муслимов Э.Р. – профессор каф. оптико-электронных систем КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Надеев А.Ф. – директор ИРЭФ-ЦТ КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Равевский А.С. – зав. каф. физики и техники оптической связи НГТУ (Нижний Новгород, Россия), Рябова Н.В. – зав. каф. радиотехники и связи ПГТУ (Йошкар-Ола, Россия), Самигуллин Д.В. – зав. лаб. КИББ ФИЦ КазНЦ РАН (Казань, Россия), Сахабутдинов А.Ж. – профессор каф. радиофотоники и микроволновых технологий КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Седельников Ю.Е. – профессор каф. радиофотоники и микроволновых технологий КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Султанов А.Х. – профессор каф. телекоммуникационных систем УУНиТ (Уфа, Россия), Тивари М. – зав. каф. электроники и связи НТИ Малавии (Джайпур, Индия), Шипулин А.В. – заместитель директора Центра фотоники и инженерной физики СИНиТ (Москва, Россия), Юсупов Р.А. – профессор каф. физической культуры и спорта КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Юсупов Ш.Р. – зав. каф. физической культуры и спорта КНИТУ-КАИ (Казань, Россия).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 681.586.5

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СФОКУСИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ В ЗАДАЧАХ РАДИОСВЯЗИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Веденькин Д.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

WIDEBAND FOCUSED ANTENNA ARRAYS IN RADIO COMMUNI- CATIONS AND TECHNICAL DIAGNOSTICS

Vedenkin D.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе обсуждаются широкополосные сфокусированные антенные решетки, функционирующие в зоне ближнего излученного поля. Рассмотрены их основные свойства и способы формирования пространственных распределений заданных типов, а также способы синтеза сфокусированных антенных решеток, в том числе по широкополосному сигналу. Предложены варианты практического применения.

Abstract

The paper discusses broadband focused antenna arrays operating in the near-radiated field zone. Their main properties and methods for forming spatial distributions of given types, as well as methods for synthesizing focused antenna arrays, including using a broadband signal, are considered. Options for practical application are proposed.

1. Введение

Сейчас в самых различных областях науки и техники находят применение антенные системы и комплексы. За более чем столетнюю историю становления и развития теории и техники антенн общество прошло путь от громоздких низкочастотных излучателей до современных антенных систем с размерами несколько сантиметров и менее. По мере увеличения верхней

границы используемых частот также увеличивается рабочий диапазон частот радиотехнических систем. Находят применение системы, функционирующие в относительной полосе частот порядка 10% и более. Повышение потенциала систем радиосвязи и технической диагностики возможно в том числе с использованием принципов фокусировки электромагнитного поля в конечную область пространства в z пределах зоны ближнего излученного поля (ЗБИП) с использованием сфокусированных широкополосных электромагнитных полей (ЭМП) и формированием пространственных распределений ЭМП заданного типа.

2. Основные свойства ЭМП, сфокусированных в ЗБИП

Векторные потенциалы электромагнитного поля, создаваемые электрическим и магнитным токами в произвольной точке наблюдения определяются выражениями, указанными в [1] и справедливы для любых вариантов взаимного расположения излучателей и точки наблюдения. При этом получить аналитические выражения даже для относительно простых излучающих систем затруднительно. Для преодоления этого затруднения вводятся ряд упрощений, а пространство делится на дальнюю, промежуточную и ближнюю зоны. В частности полагается, что для дальней зоны максимальная фазовая ошибка составляет порядка $\Delta\varphi_{max} = \pi/8$, тогда граница дальней зоны может быть записана как $r_{дз} \geq 2D^2/\lambda$. Граница ближней зоны, в которой ЭМП имеет квазистатистический характер, составляет $r_{бз} \approx \lambda/2\pi$. Между этими границами располагается промежуточная зона. Часть промежуточной зоны, непосредственно примыкающую к ближней зоне и имеющей внешнюю границу порядка нескольких размеров апертуры называют ЗБИП. Особенностью ЗБИП является то, что при задании требуемых фазовых распределений излучающих токов возможна концентрация ЭМП в некоторой области конечных размеров (рис. 1), что открывает дополнительные возможности по повышению характеристик систем радиосвязи, технической диагностики, микроволновых технологий и др.

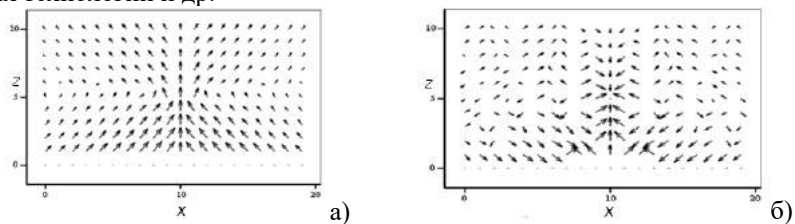


Рис. 1 – Пространственное распределение вектора Пойнтинга в окрестности точки фокусировки: а) – реальная часть, б) – мнимая часть

К основным свойствам сфокусированных ЭМП можно отнести:

- 1) размеры сфокусированной области;
- 2) коэффициент направленного действия (КНД);
- 3) уровни боковых лепестков (УБЛ).

Следует отметить, что в целом свойства сфокусированных ЭМП совпадают с таковыми в дальней зоне (ДЗ), однако имеется и некоторые отличительные особенности, например конечные размеры области фокусировки, формируемой вдоль оси излучения антенны. Количественные оценки свойств сфокусированных ЭМП приведены в [2]. Аналогично случаю ДЗ, к настоящему времени практически разработана апертурная теория антенн, сфокусированных в ЗБИП, представленная в монографии [3].

3. Формирование специальных пространственных распределений

Применительно к ДЗ разработаны способы формирования ДН с развалом в некотором направлении, т.н. разностной ДН. У данной ДН существует аналог и в ЗБИП. При этом, ввиду конечных размеров области фокусировки, разностные ДН могут быть сформированы как в продольной, так в поперечной плоскостях. Для этого необходимо внесение соответствующих фазовых поправок [4]. Результаты формирования разностных распределений показаны на рис. 2.

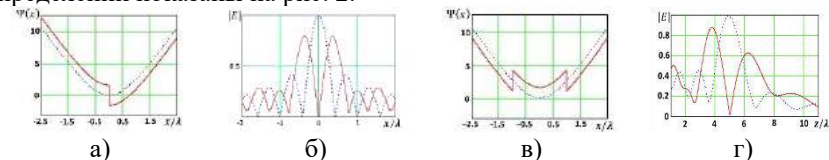


Рис. 2 – Формирование разностных распределений: а), в) – фазы излучающих токов, б), г) – пространственные распределения

Используя иные варианты фазовых распределений излучающих токов возможно формирование специальных пространственных распределений, например с некоторым ненулевым значением амплитуды сфокусированного поля в точке фокусировки и др. Применение специальных пространственных распределений и суммарно-разностной обработки позволит повысить точность средств технической диагностики.

4. Широкополосные сфокусированные антенные решетки

Значительное количество работ по антеннам, сфокусированным в ЗБИП описывает фокусировку монохроматических сигналов (МХС). При этом использование в задачах фокусировки ШПС открывает возможность повышения потенциала применения систем радиосвязи и диагностики. В настоящее время практически нет публикаций, посвященных фокусировке ШП ЭМП, за исключением, пожалуй, статьи [5].

Рассмотрим результаты математического моделирования ШП сфо-

кусированной линейной АР, состоящей из 15 излучателей, функционирующей в полосе частот $\Delta f = 100$ МГц и $f_0 = 1,5$ ГГц. Законы распределения энергии в спектрах сигналов представлены на рис. 3.

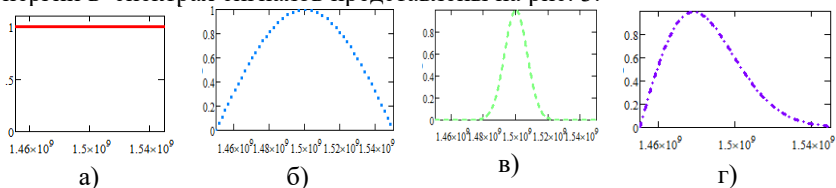


Рис. 3 – Спектры фокусируемых ШП сигналов

Для сравнения рассмотрим идентичную АР, сфокусированную по монохроматическому сигналу с $f_0 = 1,5$ ГГц. Сравнение будем проводить при равенстве излучаемых мощностей. Пространственные распределения напряженности электрического поля (в дБ) приведены на рис. 4. Сплошная кривая ярко-синего цвета соответствует МХС.

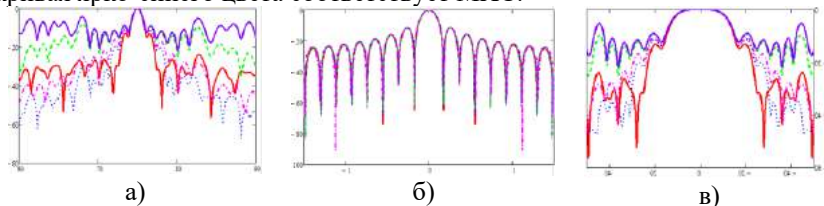


Рис. 4 – Пространственные распределения поля а) – вдоль направления на точку фокусировки, б) – вдоль горизонтальной оси фокальной плоскости, в) – вдоль вертикальной оси фокальной плоскости. Цвет и тип линии соответствуют спектральным распределениям на рис. 3

Как видно из графиков, представленных на рис. 4 для сфокусированных ШПС характерно значительное снижение УБЛ, по сравнению с МХС. При этом, в окрестности точки фокусировки и ближайших к ней боковых лепестках, пространственные распределения практически идентичны, некоторое различие наблюдается для ШП сигнала с несимметричным спектром. Этот факт означает, что основные свойства ШП сфокусированных полей с симметричным спектром в окрестности точки фокусировки практически не отличаются от случая монохроматического сфокусированного ЭМП.

5. Широкополосные АР со специальными распределениями ЭМП

Предложенный вариант формирования пространственных распределений разностного типа для МХС и его обобщение в виде специальных пространственных распределений может быть распространен и на ШП сфокусированные ЭМП. Для этого необходимо обеспечить в соответствии с методом, предложенным в [4], фазовые сдвиги по каждой из излучаемых

частот спектра. Также как и для МХС, возможно формирование разностных распределений двух типов. Иллюстрирующие графики пространственных распределений монохроматического (синий график) и ШП (красный график) сигналов представлены на рис. 5.

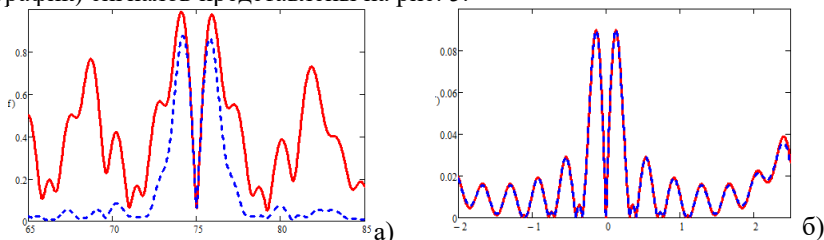


Рис. 5 – Разностные пространственные распределения ШПС вдоль: а) – направления на точку фокусировки, б) – горизонтальной оси фокальной плоскости

Из графиков на рис. 5 видно, что УБЛ разностного пространственного распределения сфокусированного ШПС значительно меньше чем у монохроматического, что означает возможность повышения точности и расширения диапазона однозначности оценки при реализации алгоритмов суммарно-разностной обработки в задачах радиосвязи и диагностики.

6. Анализ и синтез АР в ЗБИП по МХ и ШП сигналам

Для большинства прикладных радиотехнических задач широко используются АР с фидерной схемой возбуждения и для описания их количественных характеристик достаточно точным способом является матричная модель с поэлементным учетом всех взаимных связей. Рассмотрим АР, в виде соединения конечного числа излучателей и распределительного устройства (РУ), представленную на рис. 6.

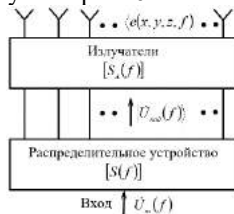


Рис. 6 – Модель антенной решетки

Рассмотрим случай МХС с центральной частотой f_0 , формируемого излучателями заданного типа и сфокусированного в заданную область. Требуется найти расположение излучателей и параметры ДОС по заданной функции пространственного распределения ЭМП. $\dot{E}_{\text{МХ}}^{\text{зад}}(x, y, z, f_0)$. Решение этой задачи существует и может проводиться в два этапа (рис 7).

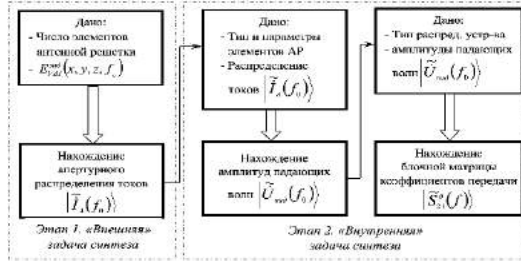


Рис. 7 – Решение задачи синтеза для МХС

На первом этапе при заданном типе, числе и расположении излучателей АР, решение «внешней» задачи состоит в определении токов элементов АР, обеспечивающей формирование ЭМП требуемого вида

$$\| \dot{E}_{MX}^{зад}(x, y, z, f_0) - \langle e(x, y, z, f_0) |, |\tilde{I}_A(f) \rangle \| = \min. \quad (1)$$

На втором этапе задается тип РУ, характеризуемого матрицей рассеяния

$$[\dot{S}(f_0)] = \begin{bmatrix} \dot{S}_{11}(f_0) & |\dot{S}_{21}^6(f_0)\rangle^T \\ |\dot{S}_{21}^6(f_0)\rangle & [\dot{S}_{22}^6(f_0)] \end{bmatrix} \quad (2)$$

Распределительное устройство должно создавать на входах элементов решетки волны с комплексными амплитудами $|\tilde{U}_{пад}(f_0)\rangle$

$$|\tilde{U}_{пад}(f_0)\rangle = [1 - [\dot{S}_A(f_0)]]^{-1} |\tilde{I}_A(f_0)\rangle. \quad (3)$$

Требуется найти такие параметры РУ $|\dot{S}_{21}^6(f_0)\rangle$, которые бы обеспечивали выполнение равенства

$$|\tilde{U}_{пад}(f_0)\rangle = [\dot{E} - [\dot{S}_A(f_0)]]^{-1} |\dot{S}_{21}^6(f_0)\rangle U_{вх}. \quad (4)$$

Решение для (4) существует для любого типа РУ и является единственным, что означает возможность для МХС решения обратной задачи путем разбиения её на два этапа.

Перейдем к случаю ШПС. В конечном счете задача синтеза ставится как нахождение параметров РУ *совместно* с системой излучателей по заданным значениям функции пространственного распределения ЭМП в режиме приема или передачи. Функции $\dot{E}_{шп}(x, y, z)$ определяются параметрами матрицы рассеяния РУ $[\dot{S}(f)]$, а также частотной зависимостью матрицы рассеяния системы входов излучателей $[\dot{S}_A(f)]$. Традиционный подход к решению задачи синтеза с разбиением на два этапа требует нахождение оптимального комплексного апертурного распределения $|\tilde{I}_A(f)\rangle$, обеспечивающего формирование пространственного распределения $\dot{E}_{шп}(x, y, z)$ близкого к заданному пространственному распределению $\dot{E}_{шп}^{зад}(x, y, z)$ путем минимизации по всем возможным апертурным распределениям.

$$\left\| \int_{f_1}^{f_2} \sum_{n=1}^N \dot{i}_n(f) e_n(x, y, z, f) K(f) df - \dot{E}_{\text{шп}}^{\text{зад}}(x, y, z) \right\| \rightarrow \min_{|\dot{I}_A(f)|}, \quad (5)$$

где $K(f)$ – частотная характеристика.

Нахождение функции оптимального АФР $\dot{i}_n(f)$ можно осуществить традиционно, представляя в виде разложения по базисным функциям $\dot{y}_m(f)$

$$\dot{i}_n(f) = \sum_{m=1}^M \dot{Y}_{nm} \dot{y}_m(f), \quad (6)$$

с последующим нахождением коэффициентов разложения \dot{Y}_{nm} . Тогда

$$\left\| \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \dot{Y}_{nm} \dot{g}_{nm}(x, y, z) - \dot{E}_{\text{шп}}^{\text{зад}}(x, y, z) \right\| \rightarrow \min_{\dot{Y}_{nm}}, \quad \text{где} \quad (7)$$

$$\dot{g}_{nm}(x, y, z) = \int_{f_1}^{f_2} \dot{y}_m(f) \dot{e}_n(x, y, z, f) K(f) df. \quad (8)$$

С практической точки зрения важным является частный случай концентрации ЭМП в точке фокуса (x_0, y_0, z_0) , для которой решение задачи «внешней» синтеза упрощается и может быть представлено в виде

$$|\tilde{I}_A(f)| = \dot{e}_n(x_0, y_0, z_0, f) / \sqrt{\sum_{n=1}^N \|\dot{e}_n(x_0, y_0, z_0, f)\|^2}. \quad (9)$$

Следующим шагом является нахождение требуемых амплитуд падающих волн на входах элементов АР

$$|\tilde{U}_{\text{над}}(f)| = [\dot{E} - [\dot{S}_A(f)]]^{-1} |\tilde{I}_A(f)|. \quad (10)$$

Полученные значения должны быть обеспечены выбором типа РУ и параметров $[\dot{S}(f)]$. Тогда

$$|\tilde{U}_{\text{над}}(f)| = [\dot{E} - [\dot{S}_{22}(f)][\dot{S}_A(f)]]^{-1} [\dot{S}_{21}(f)] U_{\text{вх}}(f). \quad (11)$$

В общем случае, решение задачи нахождения параметров РУ неизвестно, причем точного решения, скорее всего, не существует. Для практических задач можно предложить следующий подход: при выбранном типе и структуре РУ рассматривается его матрица рассеяния, как зависящая от K параметров, обозначаемых $\langle V \rangle = (V_1, V_2, \dots, V_K)$.

Конкретные значения параметров $\langle V \rangle$ определяются по критерию:

$$|\tilde{U}_{\text{над}}(f)| - U_{\text{над}}[S(f), \langle V \rangle] \rightarrow \min_{\langle V \rangle}. \quad (12)$$

Более рациональным и при этом более простым в реализации представляется подход, основанный на принципах конструктивного синтеза. Способ решения подобной задачи показан на рис. 8.



Рис. 8 – Решение задачи конструктивного синтеза

Будем считать, что структура РУ выбрана. Тогда в задаче синтеза заданными являются тип и параметры элементов АР, а также тип РУ, матрица рассеяния которого однозначно определяется параметрами вектора $\langle V \rangle$, тогда

$$[\hat{S}] = [S(f, |V\rangle)]. \quad (12)$$

Задача синтеза в этом случае состоит в нахождении параметров РУ $\langle V \rangle$, обеспечивающих формирование характеристик пространственного распределения $\dot{E}_{\text{смп}}(x, y, z, |V\rangle)$ максимально приближающейся к заданному пространственному распределению $\dot{E}_{\text{смп}}^{\text{зад}}(x, y, z)$

$$\left\| \dot{E}_{\text{смп}}(x, y, z, |V\rangle) - \dot{E}_{\text{смп}}^{\text{зад}}(x, y, z) \right\| \rightarrow \min. \quad (13)$$

Нахождение параметров РУ $\langle V \rangle$ согласно (13) может быть осуществлено с использованием известных алгоритмов поиска локального экстремума функции нескольких переменных. Решение в данном случае облегчается наличием априорной информации – возможностью выбора начальной точки – значений параметров $\langle V \rangle$, соответствующих распределению значений $|\tilde{I}_A(f)\rangle$ согласно критерию «токовой» модели для центральной частоты заданной полосы частот ШПС.

7. Практические приложения АР, сфокусированных по ШПС

Рассмотренные свойства АР, сфокусированных в ЗБИП по ШПС, открывают новые возможности по повышению потенциала средств и систем радиосвязи, технической диагностики и микроволновых технологий. К основным вариантам практического применения можно отнести:

1. организация связи с удаленным корреспондентом, находящимся в заданной области пространства;
2. формирование виртуальных целей;
3. пеленгация объектов, находящихся в зоне работы средств РР;
4. формирование прицельных по пространству помех;
5. повышение точности и разрешающей способности средств технической диагностики;

- б. реализация адаптивных принципов функционирования микроволновых технологических и биомедицинских комплексов.

8. Заключение

В работе представлены основные свойства ШП сфокусированных ЭМП, приведены способы формирования специальных пространственных распределений сфокусированных ШП ЭМП. Предложены варианты практического применения ШП АР, сфокусированных в ЗБИП. Показано, что в задаче синтеза антенной решетки в ЗБИП по ШПС разбиение её на этапы «внешней» и «внутренней» задач возможно, но является, в общем случае, нецелесообразным. Наиболее рациональный путь состоит в использовании принципов конструктивного синтеза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке программы ПРИОРИТЕТ-2030 и за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10059, <https://rscf.ru/project/23-79-10059/>.

Список литературы

1. Неганов, В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.И. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие / под ред. Неганова В.А. и Раевского С.Б.. Изд. 3-е, доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2007. – 744 с., ил.
2. Веденькин, Д. А. Сфокусированные антенны в задачах неразрушающего радиоволнового контроля / Д. А. Веденькин, Ю. Е. Седельников // Системы управления, связи и безопасности. – 2023. – № 2. – С. 131-146. – DOI 10.24412/2410-9916-2023-2-131-146. – EDN UEXGJ.
3. Седельников Ю. Е., Тестоедов Н. А., Веденькин Д. А., Данилов И. Ю., Потапова О. В., Романов А. Г., Фадеева Л. Ю., Чони Ю. И. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля / Монография под ред. Ю. Е. Седельникова и Н. А. Тестоедова. Красноярск. Сиб. Гос. аэрокосм. ун-т, 2015. 308 с.
4. Vedenkin, D.; Morozov, O.; Sedelnikov, Y.; Agliullin, T.; Nasybullin, A. Increasing the Accuracy Characteristics of Focused Electromagnetic Devices for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics by Implementing Sum-Difference Signal Processing. Electronics 2023, 12, 436.
5. Седельников, Ю. Е. Антенные решетки, сфокусированные по широкополосному сигналу / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2015. – Т. 18, № 3-1. – С. 23-30. – EDN VIDJPX.

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО
ЭЛЕМЕНТА ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ
ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО**

*Нурмухаметов Д.И., Шмырова А.И., Чеснокова М.А., Пономарёв Р.С.
(Пермский государственный национальный исследовательский университет – ПГНИУ, г. Пермь)*

**TECHNOLOGY OF MANUFACTURING A UNIVERSAL ELEMENT
OF FIBER OPTIC SENSORS BASED ON THE FABRY-PEROT INTER-
FEROMETER**

*Nurmukhametov D.I., Shmyrova A.I., Chesnokova M.A., Ponomarev R.S.
(Perm State University – PSU, Perm)*

Аннотация

В работе описана технология создания открытой каплевидной полости на торце оптического волокна и методика создания изолирующих её мембран. Показано, что данная структура может быть использована как база при изготовлении датчиков широкого спектра действия, работающих на основе интерферометра Фабри-Перо. Реализованы датчики акустических волн мембранного и без-мембранного типа.

Abstract

The paper describes the technology of creating an open drop-shaped cavity at the end of an optical fiber and the technique of creating membranes insulating it. It is shown that this structure can be used as a basis for the fabrication of wide-spectrum sensors based on the Fabry-Perot interferometer. Membrane and non-membrane type acoustic wave sensors have been realized.

1. Введение

Волоконно-оптические датчики на основе интерферометра Фабри-Перо нашли широкое применение в науке и технике [1]. В настоящее время широко распространены датчики с использованием полых микрорезонаторов. Они эффективны, характеризуются высоким разрешением, повышенной чувствительностью, электрической пассивностью и устойчивостью к электромагнитным помехам, просты в изготовлении и обладают низкой себестоимостью.

2. Физическая модель волоконно-оптического датчика

В данной работе представлен метод изготовления полости на торце оптического волокна (Рис. 1а). Помещение открытой полости в жидкую среду приводит к формированию внутри неё газового включения, играющего роль резонатора (Рис. 1б). Изменение размера пузырька приводит к сдвигу модуляции спектрального сигнала (Рис. 1в), который в свою очередь позволяет рассчитать давление и температуру среды.

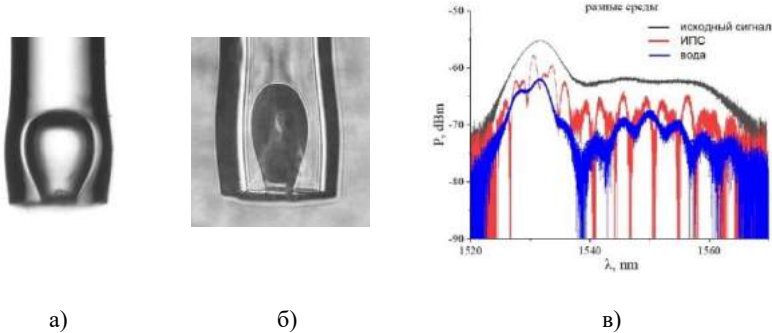


Рис. 1 – Фото полости, сформированной на торце оптического волокна после скальвания: а) в воздухе, б) погруженной в жидкость. в) спектр излучения в различных средах.

Создание мембраны, закрывающей торец полости, позволяет разработать датчик, рассчитанный для эксплуатации в воздушных средах и неблагоприятных условиях. Эксперименты показали, что датчик открытого типа при погружении в воду уверенно детектирует частоты акустической волны от 10 Гц до 100 кГц. Эксперименты, проведенные с микрофоном на основе мембраны из силиконового герметика, показали, что чувствительность датчика нелинейно зависит от расстояния между торцом волокна и мембраной динамика.

3. Заключение

По результатам исследования разработана методика формирования открытых полостей. Представлены варианты датчиков, обладающих значительным потенциалом для применения в высокоточных оптических измерениях в том числе в качестве высокочувствительного гидрофона.

Список литературы

C. Zhu, H. Zheng, L. Ma, Z. Yao, B. Liu, J. Huang, Y. Rao / *Advances in Fiber-Optic Extrinsic Fabry-Perot Interferometric Physical and Mechanical Sensors: A Review* // *IEEE Sensors Journal*. 2023. Vol. 23(7). pp. 6406–6426..

**ПОЧТИ-ВОСПРОИЗВОДИМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ:
УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОДГОНОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ДЛЯ
КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПИСАНИЯ ДАННЫХ СЛОЖНЫХ
СИСТЕМ**

Нигматуллин Р.Р.¹, Литвинов А.А.¹, Осокин С.И.²

*(¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань;*

*²Институт информационных технологий и интеллектуальных систем,
Казанский федеральный университет, г. Казань)*

**QUASI-REPRODUCIBLE EXPERIMENTS: A UNIVERSAL FITTING
FUNCTION FOR QUANTITATIVE DESCRIPTION OF COMPLEX
SYSTEMS DATA**

Nigmatullin R.R.¹, Litvinov A.A.¹, Osokin S.I.²

*(¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev,
Kazan;*

*²Institute of Information Technologies and Intellectual Systems,
Kazan Federal University, Kazan)*

Аннотация

В данной работе изложены основы оригинальной теории квази-воспроизводимых экспериментов (КВЭ), основанной на проверяемой гипотезе о существовании существенной корреляции (памяти) между последовательными измерениями. На основе этой гипотезы, которую авторы для краткости обозначают как принцип верифицированной частичной корреляции (ВПЧК), можно доказать, что существует универсальная подгоночная функция (УПФ) для квази-периодических (КП) и квази-воспроизводимых (КВ) измерений. Другими словами, существует некая общая платформа или "мост", на котором, образно говоря, встречаются истинная теория (претендующая на описание данных из первых принципов или верифицируемых моделей) и эксперимент, предлагающий эту теорию для проверки измеренных данных, максимально "очищенных" от влияния неконтролируемых факторов и аппаратной функции измерительного прибора. Предложенная теория была применена для анализа вихревых турбулентных потоков данных, связанных с измерениями соответствующих концентраций CH_4 , CO_2 и водяных паров H_2O в атмосфере. Временная динамика концентраций этих газов регистрировалась на соответствующих откалиброванных

детекторах, специально предназначенных для измерения содержания этих газов. В результате была получена АЧХ, соответствующая этим кумулятивным данным и вычислены в рамках КВЭ необходимые количественные характеристики.

Эта теория может быть применена к широкому классу сложных систем, отклик которых может быть многократно измерен.

Abstract

This paper provides the foundations of an original theory of quasi-reproducible experiments (QRE) based on the testable hypothesis that there exists an essential correlation (memory) between successive measurements. Based on this hypothesis, which the authors define for brevity as the verified partial correlation principle (VPCP), it can be proved that there exists a universal fitting function (UFF) for quasi-periodic (QP) and quasi-reproducible (QR) measurements. In other words, there is some common platform or "bridge" on which, figuratively speaking, a true theory (claiming to describe data from first principles or verifiable models) and an experiment offering this theory for verification measured data, maximally "cleaned" from the influence of uncontrollable factors and apparatus/soft wire function, meet. The proposed theory has been tested on eddy covariance ecologic data related to the content of CH₄, CO₂ and water vapors of H₂O in the local atmosphere where the corresponding detectors for measuring of the desired gases content are located.

For these tested eddy covariance data there is no simple hypothesis containing a minimal number of the fitting parameters, and, therefore, the fitting function that follows from this theory can serve as the only and reliable quantitative description of this kind of data belonging to the tested complex system. Applications of this theory to practical applications, the place of this theory among other alternative approaches, (especially touching the professional interests of ecologists) and its further development are discussed at the end of this paper.

1. Изложение основ КВЭ

Некоторые идеи по КВЭ были предварительно изложены в работе [1]. Вначале дадим несколько определений. Что такое идеальный эксперимент? Под ИЭ будем понимать такие измерения, которые через заданный период времени T полностью и многократно воспроизводят функцию отклика $F(x)$. Математически это условие может быть записано в виде

$$F(x + mT) = F(x), \quad m = 0, 1, \dots, M - 1. \quad (1)$$

Здесь $F(x)$ – функция отклика однофакторного эксперимента, входная или контролируемая переменная x может совпадать со временем (t), длиной волны (λ) и другими независимыми или управляемыми параметрами. Решением этого уравнения служит отрезок ряда Фурье

$$F(x) \cong \text{Pr}(x) = A_0 + \sum_{k=1}^{K \gg 1} \left[A c_k \cos \left(2\pi k \frac{x}{T} \right) + A s_k \sin \left(2\pi k \frac{x}{T} \right) \right]. \quad (2)$$

Следовательно, многие исследователи *ошибочно* применяют разложение Фурье к реальным экспериментам, которые практически никогда не удовлетворяют условию (1).

В реальности под квази-воспроизводимыми экспериментами (КВЭ) авторы понимают такой эксперимент, который математически может быть описан следующим уравнением:

$$F(x + LT) = \sum_{l=0}^{L-1} \langle a_l(x) \rangle F(x + lT). \quad (3)$$

Здесь, как и ранее $F(x)$ – функция отклика, набор функций $\langle a_l(x) \rangle$ ($l=0,1,\dots,L-1$) учитывает влияние случайных факторов, которые искажают функцию отклика на L -ом этапе её измерения. Очевидно, что получение решения такого функционального уравнения оказалось непростой задачей. Но, тем не менее, применяя функциональный метод наименьших квадратов (ФМНК) и предполагая, что влияние в среднем случайных факторов периодическое, т.е. $\langle a_l(x \pm mT) \rangle = \langle a_l(x) \rangle$, где $m=0,1,\dots,M-1$ -полное количество осуществленных экспериментов, получить решение уравнения (3) оказывается возможным. За неимением места авторы не рассматривают случаи короткой ($L=2$) и длинной ($L > 2$) памяти между последовательными измерениями ($m=0,1,\dots,M-1$), мы приведем *частное* решение, пригодное для описания вихревых потоковых данных, регистрируемых ежесекундно в течение фиксированной недели по концентрациям CH_4 , CO_2 и влажности H_2O в локальной атмосфере вблизи вышки с закрепленными на ней соответствующими датчиками. Эта функция имеет вид:

$$\begin{aligned}
F_0(x, T_{mx}, K_{\min}) &= A_0 + G(x, T_{mx})Ac_0 + \\
&+ G(x, T_{mx}) \sum_{k=1}^{K_{\min}} \left[Ac_k \cos\left(2\pi k \frac{x}{T_{mx}}\right) + As_k \sin\left(2\pi k \frac{x}{T_{mx}}\right) \right], \quad (4) \\
G(x, T_{mx}) &= \left(\kappa_1(x)^{x/T_{mx}} + \kappa_2(x)^{x/T_{mx}} \right).
\end{aligned}$$

Два нелинейных параметра T_{mx}, K_{\min} вычисляются с помощью минимизации величины относительной ошибки, выраженной в (%)

$$RelErr(T_{mx}, K_{\min}) = \min \left(\frac{stdev(J_r(x) - F_0(x, T_{mx}, K_{\min}))}{mean|J_r(x)|} \right) \cdot 100\% \quad (5)$$

Здесь три функции $J_r(x)$ ($r=up, mean, min$) связаны с тремя безразмерными интегральными кривыми, которые описывают в среднем кумулятивные данные по концентрациям CH_4 , CO_2 и H_2O в локальной атмосфере. Какую новую информацию можно получить после подгона трех интегральных кривых $J_r(x)$ (описывающих "коридор" разброса кумулятивных данных) с помощью упрощенной подгоночной функции (4)? Ответ таков: можно получить оптимальную АЧ-характеристику с помощью минимального набора параметров (T_{mx} , частоту: $\omega_0=2\pi/T_{mx}$, спектр: ω_k ($k=0, 1, \dots, K_{\min}$), коэффициенты Ac_k, As_k , модуль $Amd_k = \sqrt{Ac_k^2 + As_k^2}$ и фазу $\varphi_k = arctg(As_k / Ac_k)$. Функции $\kappa_{1,2}(x)$ зависят от набора парных корреляционных функций, составленных из набора измерений, предварительно проинтегрированных относительно их средних значений. Ввиду того, что эта связь выглядит математически достаточно громоздко, она (в целях экономии места) не приводится. Но наиболее важный и поучительный результат, который следует из соотношения (4) – это получить чисто периодическую функцию вида (2) с $T=T_{mx}$, соответствующую ИЭ. Эти выводы достаточно общие и могут быть применимы к широкому классу сложных систем, если данные представлены в виде матриц $[N \times M]$, где $j=1, 2, \dots, N$ число измерений за один цикл, $m=0, 1, \dots, M-1$ – число циклов, совпадающих с числом периодов измерений.

2. Обработка данных по вихревым потокам в рамках КВЭ

К сожалению, авторы жестко ограничены размерами тезисов и поэтому соответствующие рисунки в качестве доказательной базы не приводятся. Для понимания алгоритма мы ограничимся данными по CO_2 . Описание примененного алгоритма таково:

1) Исходная матрица, состоящая из $N=3600$ строк (каждая строка

совпадает с числом ежесекундных измерений, а выделенная колонка закрывает полностью 1 час) и $M = 24 \times 7 = 168$ закрывает число часов за текущую неделю, интегрируется относительно средних значений по формулам:

$$Y_j = \frac{y_j - \text{mean}(y)}{\text{stdev}(y)}, j = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

$$J_j = J_{j-1} + \frac{1}{2}(x_j - x_{j-1})(Y_j + Y_{j-1}), J_0 = 0.$$

2) Из интегральных кривых получается только три главные и усредненные интегральные кривые $J_r(x)$ ($r=up, mn, \min$), закрывающие весь набор других интегральных кривых, расположенные внутри них.

3) Эти три кривые подгоняются в соответствие с формулами (4). (5) для получения искомого АЧХ и периодической функции, соответствующей ИЭ.

3. Заключение

Предлагаемая теория может быть применима к широкому классу сложных систем, если измерения могут быть представлены в виде прямоугольных матриц. Наряду с анализом специфической модели, всегда существуют модель, связанная с измерениями и новая подгоночная функция, образуется из них напрямую. Из этой функции можно извлечь корректную информацию по АЧХ и получить периодическую функцию $Pr(x)$ с "правильными" частотными характеристиками. Предлагаемая теория заставляет пересмотреть существующие алгоритмы по проведению существующих КВ экспериментов и внести в них нужные коррективы.

Список литературы

1. R. R. Nigmatullin, S. I. Osokin, D. Baleanu, S. Al-Amri, A. Azam, A. Memic, The First Observation of Memory Effects in the InfraRed (FT-IR) Measurements: Do Successive Measurements Remember Each Other? PLoS ONE, Open access journal, April 9 (4) (2014) e94305.

УДК 621.352.6

ФЛУКТУАЦИОННО-ШУМОВЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Денисов Е.С.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

FLUCTUATION-NOISE AND RELAXATION METHODS FOR HY- DROGEN FUEL CELLS INTELLECTUAL MONITORING

Denisov E.S.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Обсуждается совокупность оригинальных малоинвазивных методов контроля и диагностики водородных топливных элементов в процессе их функционирования. Предложенные методы позволяют диагностировать критические режимы увлажнения мембранно-электродного блока, состояния катализатора и газодиффузионных слоев. Показана возможность прогнозирования электрических режимов работы.

Abstract

A set of original noninvasive methods for monitoring and diagnosing hydrogen fuel cells during their operation is discussed. The proposed methods make it possible to diagnose critical modes of humidification of the membrane-electrode assembly, the technical states of the catalyst and gas diffusion layers. The possibility of predicting electrical operating modes is shown.

1. Введение

Высокая энергетическая емкость, экологичность процессов преобразования энергии и сравнительно высокий КПД приводят к стремительно возрастающей востребованности водородные топливные элементы (ТЭ) в качестве источников энергии. Основными вызовами перед расширением области и объема их применения является необходимость повышения надежности и получения достоверной информации о текущем состоянии для обеспечения работы достаточно сложных систем поддержания рабочих

режимов. Для этой цели традиционно используются статические измерения и метод прерывания тока [1], имеющие ограниченную информативность, а также импедансная спектроскопия [2] сложная для реализации вне лабораторных условий. Для решения актуальной задачи оперативного контроля технического состояния водородных топливных элементов в данной работе предлагаются методы, основанные на анализе флуктуационно-шумовых и релаксационных характеристик.

2. Контроль топливных элементов по релаксационным характеристикам

Из теории линейных электрических цепей известно, что отклик системы на скачкообразное воздействие имеет то же информационное содержание, что и электрические импедансные характеристики. Однако, такой сигнал можно получить посредством более простой системы возбуждения, что позволяет удешевить и уменьшить массогабаритные характеристики системы контроля. Показано, что анализ отклика системы на ступенчатое воздействие позволяет с высокой точностью оценивать импеданс электрохимических систем [3]. Установлено, что при использовании коммерчески доступных аппаратных средств возможно изготовление встроенных систем оценки импеданса с погрешностью менее 3% [4].

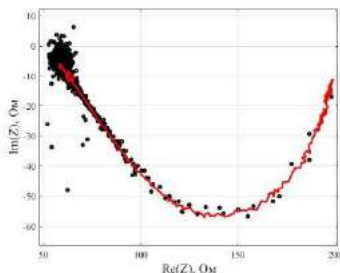


Рис. 1 – Годограф частотной характеристики импеданса модельной ячейки твердополимерного топливного элемента, измеренная посредством предложенной методики анализа отклика на широкополосное воздействие

Экспериментальное исследование импедансных характеристик ТПТЭ подтвердило их высокую чувствительность к режимам работы и техническому состоянию. Одним из наиболее эффективных способов интерпретации импедансных характеристик является идентификация параметров малосигнальной электрической эквивалентной схемы [5].

Дальнейшее повышение эксплуатационных характеристик метода диагностики ТПТЭ может быть обеспечено посредством проведения диагностики без перехода в частотную область на основе анализа релаксационных процессов (рис. 3) [6, 7].

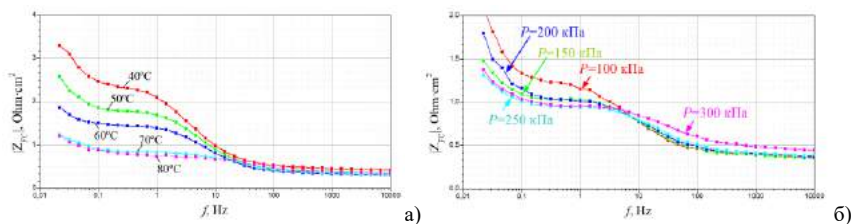


Рис. 2 – Модули частотных характеристик импеданса твердополимерных ТЭ $|Z_{FC}(f)|$ при изменении температуры (а) и давления газообразных реагентов Р (б)
 Соответствующий подход был опробован на литиевых электрохимических источниках тока (ЭХИТ) из-за их доступности и схожести физико-химических процессов.

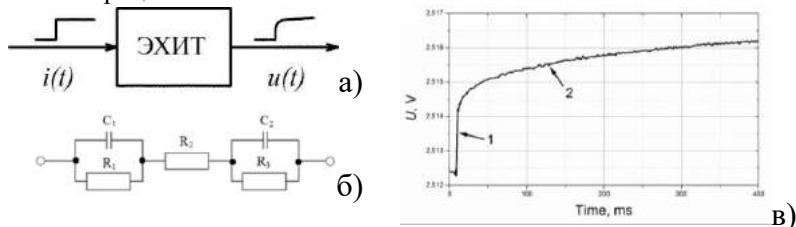


Рис. 3 – Формирование релаксационного процесса ЭХИТ (а), пример эквивалентной схемы для его описания (б) и типовая временная зависимость (в)

Показана возможность реализации эффективного с вычислительной точки зрения алгоритма идентификации параметров эквивалентной схемы второго порядка (рисунок 8, б), включающий в себя двухэтапную компьютерную подгонку двухэкспоненциальной модели переходного процесса и решение системы линейных уравнений [6]. Предложенные технические решения могут найти свое применение в перспективных средствах контроля и диагностики электрохимических источников тока.

3. Контроль топливных элементов по флуктуационно-шумовым характеристикам

В процессе функционирования ТЭ наблюдаются случайные отклонения токов и напряжений от средних значений V_0 и I_0 :

$$V_{TЭ} = V_0 + u(t), I_{TЭ} = I_0 + i(t). \quad (1)$$

Проведенные экспериментальные исследования электрических флуктуаций и шумов ППТЭ в различных режимах работы позволили установить [8, 9] их фликкер-шумовой характер (рис. 4) и высокие диагностические свойства, позволяющие реализовывать системы контроля и диагностики: режимов увлажнения мембранно-электродного блока, распределения электрического тока, процессов диффузии и состояния катализатора.

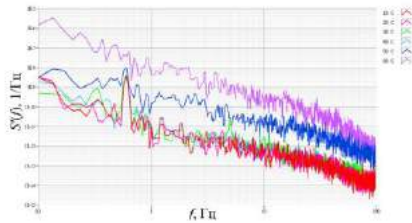


Рис. 4 – Спектральная плотность мощности приведенных флуктуаций и шумов $S'(f)$ при изменении температуры катодной системы увлажнения

На основании анализа большого количества экспериментальных исследований показана возможность применения релаксационных и флуктуационно-шумовых методов контроля и диагностики для оценки технического состояния батарей твердополимерных ТЭ (БТПТЭ), являющихся основой большинства существующих энергетических систем. Экспериментальные исследования были проведены для БТПТЭ на основе 8 ячеек с номинальной мощностью 600 Вт производства CEA (Commissariat à l’Energie Atomique), Гренобль, Франция.

Большая вариативность режимов работы и сложные диагностические взаимосвязи между техническим состоянием и измеряемыми характеристиками делают актуальным использование современных средств машинного обучения, таких как нейронные сети. Проведенные исследования [11] показывают высокую эффективность этого подхода для решения задач контроля, диагностики и прогнозирования процессов деградации твердополимерных ТЭ.

4. Заключение

Проведенный обзор оригинальных релаксационных и флуктуационно-шумовых методов оценки технического состояния твердополимерных топливных элементов показал их высокую эффективность и возможность реализации на их основе систем оперативного контроля и диагностики. Установлена перспективность внедрения средств машинного обучения для дальнейшего повышения эффективности систем контроля, диагностики и прогнозирования режимов работы топливных элементов.

Список литературы

1. Barbir F. PEM fuel cells: theory and practice. – Academic press, 2012.
2. Yuan X. et al. AC impedance technique in PEM fuel cell diagnosis—A review //International Journal of Hydrogen Energy. – 2007. – Т. 32. – №. 17. – С. 4365-4380.
3. Денисов Е. С. Система измерения электрохимического импеданса водородных топливных элементов на основе широкополосных зондирующих сигналов // Вестник Казанского государственного технического университета

им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78, № 1. – С. 92-98.

4. Денисов Е.С., Никишина Г.В., Коньков К.В. Оценка влияния собственных шумов измерительной аппаратуры при измерении импеданса водородных топливных элементов на основе широкополосных зондирующих сигналов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – № 2(54). – С. 33-39.

5. Денисов Е.С. Малосигнальная электрическая модель твердополимерного водородного топливного элемента // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – № 3(49). – С. 152-158.

6. Никишина Г.В., Никишин Т.П., Денисов Е.С. Идентификация параметров электрической модели электрохимических источников тока на основе анализа переходных процессов, вызванных изменениями нагрузки // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78, № 3. – С. 121-128.

7. Никишин Т.П., Денисов Е.С., Адъютантов Н.А. Релаксационные процессы батарей твердополимерных водородных топливных элементов и оценка их диагностических свойств // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – № 7. – С. 1-12.

8. Денисов Е.С., Салахова А.Ш., Адъютантов Н.А., Евдокимов Ю.К. Оценка диагностических свойств электрического шума водородного топливного элемента // Нелинейный мир. – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 71-77.

9. Шиндор О.В., Денисов Е.С., Евдокимов Ю.К. Исследование диагностических возможностей вейвлет-преобразования для анализа электрических флуктуаций водородного топливного элемента // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2013. – № 4. – С. 120-124.

10. Electrochemical noise analysis of a PEM fuel cell stack under long-time operation: noise signature in the frequency domain / S. Martemianov, A. Thomas, N. Adiutantov [et al.] // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2020. – Vol. 24, No. 11-12. – P. 3059-3071.

11. Денисов Е.С., Гайсин Н.Р., Никишин Т.П., Адъютантов Н.А. Контроль и прогнозирование критических режимов работы водородных топливных элементов в процессе эксплуатации на основе искусственных нейронных сетей // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2021. – № 12. – С. 11-16.

УДК 536+537; 621.452+621.454; 621.4+662.767+665.723

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ
ПОЛЕЙ В ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ
СРЕДАХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ
НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО, АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
И КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Алтунин В.А.¹, Алтунин К.В.¹, Яновская М.Л.²

*(¹Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань;*

*²Центральный институт авиационного машиностроения
им. П.И. Баранова, г. Москва)*

**APPLICATION OF RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF
MAGNETIC AND ELECTROSTATIC FIELDS IN LIQUID
AND GASEOUS HYDROCARBON ENVIRONMENTS
FOR THE DEVELOPMENT OF ADVANCED TECHNOLOGY FOR
GROUND, AIR, AND AEROSPACE AND SPACE BASED**

Altunin V.A.¹, Altunin K.V.¹, Yanovskaya M.L.²

*(¹Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan;*

*²Central Institute of Aircraft Engineering named
after P.I. Baranov, Moscow)*

Аннотация

Показаны результаты экспериментальных исследований магнитных и электростатических полей в жидких и газообразных углеводородных горючих и моторных маслах при различных термодинамических условиях. Раскрыты пути применения результатов этих исследований для создания отечественной техники повышенных характеристик одно – и многофазового использования наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования.

Abstract

The results of experimental studies of magnetic and electrostatic fields in liquid and gaseous hydrocarbon fuels and motor oils under various thermodynamic conditions are shown. The ways of applying the results of these studies to create domestic equipment with increased characteristics for single and reusable use of ground, air, aerospace and space-based systems are revealed.

В докладе раскрываются результаты экспериментальных исследований тепловых процессов: в жидком углеводородном горючем марки ТС – 1; в газообразном углеводородном горючем – метане; в моторных авиационных маслах [1-8].

Первая часть экспериментов проводилась без применения магнитных и электростатических полей в условиях естественной и вынужденной конвекции, а вторая часть – с их применением.

В условиях естественной конвекции жидкого углеводородного горючего марки ТС-1 было обнаружено, что:

- в зоне критических давлений коэффициент теплоотдачи может увеличиваться в 2-3 раза за счёт теплофизических свойств;
- процесс осадкообразования на нагреваемой рабочей пластине начинается при температуре 373 К при любых давлениях;
- общий вид тепловых свилей при критических и сверхкритических давлениях устанавливается в виде прямых паровых столбов.

В условиях вынужденной конвекции жидкого углеводородного горючего марки ТС-1 было обнаружено, что:

- увеличение коэффициента теплоотдачи зависит не только от теплофизических свойств горючего, но и от скорости его прокачки;
- негативный процесс осадкообразования происходит также при нагреве рабочей трубки до температуры 373 К и более;
- скорость осадкообразования зависит от многих факторов, в том числе и от скорости прокачки горючего;
- при определённых термодинамических условиях возникают термоакустические автоколебания давления, из-за которых происходят позитивные и негативные процессы (подробно они раскрываются в докладе);

Эксперименты с магнитными и электростатическими полями в жидком углеводородном горючем в условиях его естественной конвекции показали, что:

- магнитные поля оказывают слабое влияние на увеличение коэффициента теплоотдачи и предотвращение осадкообразования, а электростатические поля – оказывают значительное влияние;

- электростатические поля увеличивают коэффициент теплоотдачи в 2-3 раза, а в зоне критических давлений – до 650 %;

- в зоне прохождения силовых линий электростатического поля углеродистый осадок на нагреваемой рабочей пластине не образуется;

- обнаружены зоны, где электрический ветер разрушает тепловые свили, где он при определённых условиях раздвигает тепловые свили на некоторый угол;

- обнаружены зоны насыщения электростатическими полями, в которых уже невозможно увеличивать коэффициент теплоотдачи и увеличивать площадь рабочей пластины, предотвращённой от осадкообразования.

Эксперименты с магнитными и электростатическими полями в жидком углеводородном горючем в условиях его вынужденной конвекции показали, что:

- магнитные поля способны улавливать металлические частицы в потоке горючего, но влияния на теплоотдачу и осадкообразование они не оказывают;

- электростатические поля увеличивают коэффициент теплоотдачи, но только до границы зоны насыщения и до скорости прокачки горючего 6 м/с;

- электростатические поля предотвращают осадкообразование в зоне прохождения силовых линий, но только до скорости прокачки горючего 6 м/с;

- электростатические поля предотвращают появление термоакустических автоколебаний давления, но только до скорости прокачки горючего 6 м/с.

В докладе более подробно раскрываются и другие особенности применения электростатических полей в жидких углеводородных горючих.

В докладе также широко представлены результаты экспериментальных исследований тепловых процессов без влияния и с влиянием магнитных и электростатических полей:

- в газообразном углеводородном горючем – метане;

- в моторных авиационных маслах.

На основе результатов всесторонних экспериментальных исследований с жидкими и газообразными углеводородными горючими и моторными авиационными маслами при их естественной и вынужденной конвекции:

- созданы новые методики расчёта коэффициента теплоотдачи и осадкообразования;

- разработана новая классификация способов борьбы с осадкообразованием в двигателях и энергоустановках различного назначения и базирования;

- разработаны новые методики применения и расчёта электростатических полей в различных средах;

- разработаны новые системы запуска поршневых и реактивных двигателей в сложных климатических и боевых условиях;
- разработаны новые системы контроля за аномальными тепловыми процессами в двигателях, энергоустановках и техносистемах в земных и космических условиях;
- созданы алгоритмы создания жидкостных приборов замера и контроля гравитации – для наземного и космического использования;
- разработаны новые алгоритмы расчёта и проектирования двигателей и энергоустановок различного назначения и базирования одно – и многократного использования;
- разработаны новые методики борьбы с термоакустическими автоколебаниями давления в рубашках охлаждения жидкостных ракетных двигателей;
- разработаны новые системы защиты космических летательных аппаратов от космического мусора;
- запатентованы: новые способы борьбы с осадкообразованием, новые жидкостные ракетные и воздушно-реактивные двигатели повышенных характеристик, новые топливные форсунки для двигателей летательных аппаратов, новый способ определения тяги реактивных двигателей при осадкообразовании, новые ложные тепловые цели многократного использования, новые системы защиты космических летательных аппаратов от лазерного оружия и тепловых ударов, новые способы определения характеристик электростатических полей в жидких углеводородных горючих, артиллерийские наземные и космические системы повышенных характеристик, новые датчики и системы контроля за аномальными тепловыми процессами в наземной, воздушной, аэрокосмической и космической технике.

Материалы доклада будут способствовать созданию новой отечественной техники на жидких и газообразных углеводородных горючих одно – и многократного использования и повышенных характеристик наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования.

Список литературы

1. Алтунин В.А., Абдуллин М.Р. и др. Особенности тепловых процессов в жидких и газообразных углеводородных горючих и охладителях в двигателях летательных аппаратов // Сб. научных статей 8-ой международ. научно-практ. конф. «Академические Жуковские чтения», Воронеж: Изд-во ВУНЦ ВВС «ВВА», 2020. С. 20-22.

2. Алтунин В.А., Алтунин К.В. и др. Разработка способов борьбы с негативными процессами в двигателях летательных аппаратов на жидких

углеводородных горючих и охладителях // Сб. матер. докл. 42 академических чтений по космонавтике. РАН. РОСКОСМОС. РАКЦ. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 47.

3. Алтунин В.А., Алтунин К.В. и др. Некоторые пути повышения эффективности жидкостных реактивных двигателей летательных аппаратов на углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях. Монография. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2020. 148 с.

4. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р. и др. Особенности применения электростатических полей в условиях естественной конвекции газообразного метана // Тр. 11-ой Всеросс. конф. «Необратимые процессы в природе и технике». М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Часть 2. С. 113 – 116.

5. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р. и др. Анализ результатов экспериментальных исследований газообразного метана в условиях его вынужденной конвекции // Тр. 55 чтений, посвящ. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Сек. № 2: «Проблемы ракетной и космической техники». (г. Калуга, 15-16 сентября 2020 г.). РАН. РАКЦ. Казань: Изд-во Казанского университета, 2021. С. 76-85.

6. Алтунин В.А., Львов М. и др. Экспериментальное исследование тепловых процессов при вынужденной конвекции авиационных моторных масел // Матер. докл. 57-ых научных чтений, посвящ. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Сек. № 2: «проблемы ракетной и космической техники». РАН. РАКЦ. Калуга: Изд-во «Эйдос». 2022. С. 233-236.

7. Алтунин В.А., Львов М.В. и др. Разработка новых конструктивных схем систем смазки двигателей летательных аппаратов воздушного и аэрокосмического применения // Тр. 12 общеросс. научно-практич. конф.: «Инновационные технологии и технические средства специального назначения». Журнал «Военмех. Вестник БГТУ», 2020 г., № 62. С. 312-313.

8. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р. и др. Некоторые пути совершенствования двигателей и энергоустановок марки «НК». Часть II // Тепловые процессы в технике. 2022. Т. 14. № 1. С. 9–21. DOI: 10.34759/tpt-2022-14-1-9–21.

ИСТОЧНИКИ БИФОТОНОВ С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

*Смирнов М.А.¹, Хайруллин А.Ф.¹, Смирнова А.М.¹, Ермишев О.А.¹,
Федотов И.В.² Федотов А.Б.², Моисеев С.А.¹*

*(¹Казанский квантовый центр, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань
²Физический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва)*

SOURCES OF BIPHOTONS WITH SPECIFIED PARAMETERS BASED ON PHOTONIC-CRYSTAL FIBERS

*Smirnov M.A.¹, Khairullin A.F.¹, Smirnova A.M.¹, Ermishev O.A.¹,
Fedotov I.V.², Fedotov A.B.², Moiseev S.A.¹*

*(¹Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan,
²Faculty of Physics, Moscow State University, Moscow)*

Аннотация

В настоящее время источники бифотонов на основе оптических волокон вызывают большой и стабильный интерес в научной среде, что обусловлено их высокой яркостью, сравнимой с источниками на основе нелинейно-оптических кристаллов, а также возможностью сопряжения таких источников с другими оптоволоконными системами. В докладе обсуждаются последние достижения в этой области, полученные авторами доклада и приводятся сравнения с результатами других научных групп. Основное внимание сфокусировано на экспериментальные и теоретические результаты в области генерации бифотонов с различными спектральными параметрами и параметрами квантовой запутанности при использовании фотонно-кристаллических волокон, возбуждаемых импульсным фемтосекундным и непрерывным лазерным излучением.

Abstract

Nowaday, biphoton sources based on optical fibers are of great and stable interest in the scientific community, due to their high brightness, comparable to sources based on nonlinear optical crystals, as well as the possibility of coupling such sources with other fiber optic systems. The report discusses the latest advances in this area obtained by the report's authors and provides comparisons

with the results of other scientific groups. The main attention is focused on experimental and theoretical results in the field of generation of biphotons with various spectral parameters and quantum entanglement parameters using photonic crystal fibers excited by pulsed femtosecond and continuous laser radiation.

1. Введение

Фотонные пары (бифотоны) – это двухфотонное состояние света, которое характеризуется высокой степенью неклассических корреляций, например, между временами их детектирования, энергиями фотонов в паре [1]. Благодаря этим свойствам источники фотонных пар стали надежной основой для развития новых направлений в квантовых технологиях, среди которых можно выделить квантовую визуализацию, квантовую оптическую когерентную томографию, квантовую спектроскопию и нелинейную микроскопию, оптическую квантовую память и квантовые коммуникации [2-3].

Волновая функция бифотона может быть представлена, как [4,5]:

$$|\Psi(\omega_s, \omega_i)\rangle \propto \iint d\omega_s d\omega_i F(\omega_s, \omega_i) \hat{a}_s^+(\omega_s) \hat{a}_i^+(\omega_i) |0\rangle_s |0\rangle_i, \quad (1)$$

где $|0\rangle_s |0\rangle_i$ – вакуумное состояние для спектральных мод s и i (сигнальный и холостой фотон), $F(\omega_s, \omega_i)$ – это функция совместной спектральной амплитуды (ССА), модуль квадрата которой имеет смысл вероятности генерации фотонной пары с круговыми частотами фотонов ω_s и ω_i , соответственно.

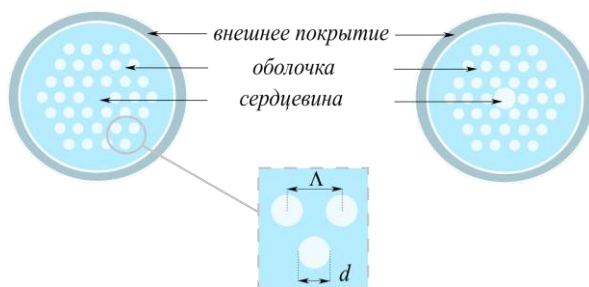


Рис. 1 – Упрощённая схема поперечного сечения МС-световодов с гексагональной структурой воздушных отверстий, имеющих сплошные (а) или полые (б) сердцевинны. Дисперсионный профиль данных световодов в значительной степени зависит от диаметра воздушных отверстий (d) в оболочке, а также расстоянию между ними (Λ).

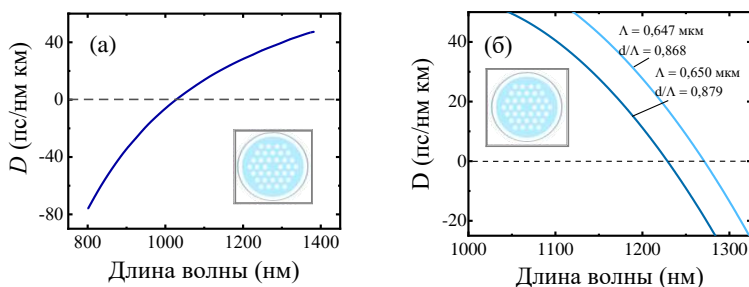


Рис. 2 – Примеры спектрального профиля дисперсии групповой скорости D для ФК волокна, численно рассчитанных при различных параметрах Λ и d/Λ : а) случай ФК волокна (SC-5.0-1040); б) случай двулучепреломляющего ФК волокна (NL-PM-750).

На сегодняшний день наиболее распространенные методы генерации фотонных пар основаны на использовании явления спонтанного параметрического рассеяния (СПР) в кристаллах с квадратичной восприимчивостью $\chi^{(2)}$ и спонтанного четырёхволнового смешения (СЧВС) в оптических волокнах с кубической нелинейной восприимчивостью $\chi^{(3)}$ [4.5]. В случае оптических волокон генерация бифотонов осуществляется в небольшой сердцевине волокна на протяжении всей его длины, что помогает компенсировать более низкий порядок нелинейности кварцевой сердцевины [5], а также облегчает непосредственное сопряжение с другими оптическими волокнами.

Микроструктурированные (МС) световоды, называемые также фотонно-кристаллическими (ФК) волокнами, относятся к классу высоконелинейных (ВНЛ) волокон, т.е. оптических волокон, у которых нелинейный коэффициент $\gamma > 10 \text{ Вт}^{-1}/\text{км}$. В качестве примера на Рис.1 представлены изображения строения поперечного сечения МС-волокон с гексагональной структурой воздушных отверстий в случае кварцевой и полый сердцевины. Материалом сердцевины и оболочки является кварц, как и в случае стандартного оптического волокна. Уникальность МС-световодов для оптических технологий и волоконных лазерных систем обусловлена возможностью активного формирования частотного профиля дисперсии групповых скоростей (ДГС) собственных мод световодов путем изменения их микроструктуры воздушных отверстий. Такие световоды позволяют реализовать сложные частотные профили ДГС, которые не могут быть сформированы в стандартных оптических волокнах. Как следствие, в МС-волоках наблюдаются новые нелинейно-оптические явления и новые

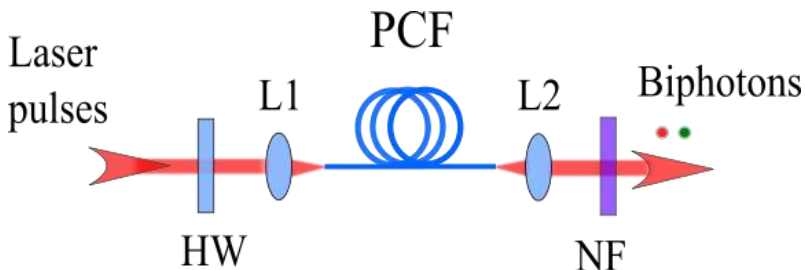


Рис. 3 – Принципиальная схема экспериментальной установки для генерации фотонных пар в ФК волокне.

режимы спектрально-временного преобразования сверхкоротких лазерных импульсов. В качестве примера на Рис. 2 показана модификация дисперсионного профиля при варьировании диаметра воздушных отверстий d в оболочке, а также расстояния между ними Λ на примере двух коммерческих ФК волокон с кварцевой сердцевинной.

В настоящее время активно исследуются и развиваются методы по генерации в ФК волокнах новых квантовых состояний света, отличающихся между собой спектральными параметрами и параметрами квантовой запутанности. В то же время остаются открытыми вопросы, связанные с созданием ярких и в тоже время очень спектрально-широких состояний оптоволоконных источников бифотонов, а также переводом таких источников на более компактные лазерные системы возбуждения, например, диодные лазеры. Именно эти вопросы изучались в лаборатории Фотоники и квантовых технологий Казанского квантового центра.

2. Основная часть

Принципиальная схема экспериментальной установки по генерации фотонных пар представлена на Рис. 3. Генерация осуществлялась с использованием фемтосекундных лазерных импульсов от Ti:Sa-лазера (Mira-HP, Coherent) с частотой повторения импульсов $R_p = 76$ МГц, либо с помощью непрерывного диодного лазера (LuxX 808-140, Omicron-Laserage). Излучение накачки заводилось в ФКВ через асферическую линзу, а его мощность контролировалась на выходе из волокна.

В результате многочисленных экспериментальных исследований с использованием ФК волокна *NL-PM-750* были разработаны источники фотонных пар с рекордной шириной спектральной полосы [4]. Также была продемонстрирована возможность генерации фотонных пар на частотах разных спектральных диапазонах (видимый и телекоммуникационный) в условиях непрерывной накачки от диодного лазера [5]. Численные расчёты на основе разложения по модам Шмидта показали широкие возможности

по настройке квантовой запутанности генерируемых бифотонов – от высокой степени запутанности по многим спектральным модам до её отсутствия (факторизованное состояние). Полученные результаты имеют большое значение и будут полезны для методов квантовой спектроскопии и микроскопии, возможность использования дешёвых и компактных диодных лазеров для накачки представляет высокий интерес для создания малогабаритных волоконных источников бифотонов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (Регистрационный номер НИОКТР 121020400113-1).

Список литературы

1. Клышко Д. Н. Парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена для наблюдаемых «энергия–время» // Успехи физических наук. – 1989. – Т. 158. – №. 6. – С. 327-341.
2. Lopez-Huidobro S. et al. Fiber-based biphoton source with ultrabroad frequency tunability // Optics Letters. – 2021. – Т. 46. – №. 16. – С. 4033-4036.
3. Broadband quantum light on a fiber-optic platform: from biphotons and heralded single photons to bright squeezed vacuum/ Petrovnin, K. V., Smirnov, M. A., Fedotov, I. V., Voronin, A. A., Latypov, I. Z., Shmelev, A. G., ... & Zheltikov, A. M. // Laser Physics Letters. – 2019. – Т. 16. – №. 7. – С. 075401.
4. Bright ultra-broadband fiber-based biphoton source / Smirnov M. A., Fedotov, I. V., Smirnova, A. M., Khairullin, A. F., Fedotov, A. B., & Moiseev, S. A. // arXiv preprint arXiv:2403.08571. – 2024.
5. Источник междиапазонных фотонных пар на основе фотонно-кристаллического волокна с непрерывной накачкой / А. Ф. Хайруллин, А. М. Смирнова, Н. М. Арсланов, А. Б. Федотов, С. А. Моисеев, И. В. Федотов, М. А. Смирнов // Письма в ЖЭТФ. – 2024. – Т. 119, № 5. – С. 336-342. – DOI 10.31857/S1234567824050033

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛИДАРНОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ОБЛАКОВ ВЕРХНЕГО ЯРУСА С ДАННЫМИ
СПУТНИКОВОГО СПЕКТРОРАДИОМЕТРА MODIS**

Локтюшин О.Ю.¹, Брюханов И.Д.^{1,2}, Пустовалов К.Н.^{1,3}

Научный руководитель: Самохвалов И.В.¹, д.ф.-м.н., профессор
(¹Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск;

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск;

³Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, г. Томск)

**SOFTWARE FOR AUTOMATING JOINT PROCESSING OF THE
DATA ON LIDAR SENSING OF HIGH-LEVEL CLOUDS WITH THE
DATA FROM THE MODIS SATELLITE SPECTRORADIOMETER**

Loktyushin O.Yu.¹, Bryukhanov I.D.^{1,2}, Pustovalov K.N.^{1,3}

Supervisor: Samokhvalov I.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor

(¹National Research Tomsk State University, Tomsk;

²V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk

³Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk)

Аннотация

Доклад посвящен описанию программного обеспечения для совместной обработки данных зенитного поляризационного лазерного зондирования облаков верхнего яруса (ОВЯ) наземным лидаром с данными надирного зондирования спутниковым спектрорадиометром с целью оценки воздействия ОВЯ на отражение лучистой энергии.

Abstract

This report is devoted to the description of software for the joint processing of the data on zenith polarization laser sensing of high-level clouds (HLCs) performed with a ground-based lidar with the data on nadir sensing from the satellite spectroradiometer in order to estimate the effect of HLCs on the reflection of radiant energy.

1. Введение

ОВЯ имеют горизонтальную протяжённость до тысячи км, из-за чего покрывают до 50% земной поверхности [1]. По этой причине такие облака значительно влияют на количество энергии, поступающей от Солнца на земную поверхность [2].

2. Используемые методы исследования ОВЯ.

Для исследования ОВЯ используется метод поляризационного зондирования: в атмосферу посылаются пучки лазерного излучения с различными состояниями поляризации. Затем для каждого из них регистрируется состояние поляризации обратно рассеянного излучения [3]. Влияние рассеивающей среды на поляризацию излучения при взаимодействии с ней определяется ее микроструктурой. Метод реализован в поляризационном лидаре НИ ТГУ [4].

Для получения информации о спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) излучения, отраженного облаками в космос, используются данные спутникового спектрорадиометра MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua [5].

Для оценки воздействия ОВЯ на радиационный баланс Земли требуется совместная обработка данных описанных исследовательских инструментов. С этой целью был разработан и программно реализован алгоритм совместной обработки лидарных и спутниковых данных.

3. Заключение

Разработанное программное обеспечение позволяет выполнять поиск и загрузку данных спутникового спектрорадиометра MODIS, соответствующих дате, времени и месту выполненных лидарных экспериментов. Кроме того, реализовано сопоставление характеристик ОВЯ, восстановленных по данным лидарных измерений, вертикальных профилей метеовеличины СПЭЯ по данным MODIS.

Список литературы

1. Heysmsfield A.J., Krämer M., Luebke A., et al. // Meteor. Monogr. – 2017. – V. 58.
2. Minnis P., Ayers J. K., Palikonda R., et al. // J. Climate. 2004. V. 17. P. 1671–1685; doi: 10.1175/1520-0442(2004)017<1671:CCTAC>2.0.CO;2
3. Кауль Б.В. Оптико-локационный метод поляризационных исследований анизотропных аэрозольных сред: дис. докт. физ.-мат. наук. Томск, 2004. – 219 с.
4. Самохвалов И.В., Кауль Б.В., Насонов С.В. и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 25.– № 5.– С. 403–411.
5. MODIS [Электронный ресурс]. URL:

<https://modis.gsfc.nasa.gov/about> (дата обращения: 20.03.2024 г.).

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОНА ПРИ ОТРАЖЕНИИ

Джумаев Б.Р., Ходжанепесов К.А., Ниязгульева А.М.
(Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана,
г. Ашхабад, Туркменистан)

DYNAMIC PROPERTIES OF A PHOTON UNDER REFLECTION

Jumaev B.R., Hojanepesov K.A., Niyazgulyeva A.M.
(Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan, Ashgabat,
Turkmenistan)

Аннотация

В работе предложена модель фотона как упругого квантового образования. Показано, что изменение импульса фотона при отражении связано с его деформированием без видоизменения. Установлено, что фотон деформируется до тех пор, пока его скорость не станет равной нулю. Получены выражения для силы упругости, глубины проникновения, ускорения и потенциальной энергии фотона при отражении. Показано, что полная энергия фотона в вакууме состоит из равных кинетической и потенциальной энергий.

Abstract

The work proposes a model of the photon as an elastic quantum formation. It is shown that the change in the photon momentum upon reflection is associated with its deformation without modification. It has been established that the photon is deformed until its speed becomes zero. Expressions are obtained for the elastic force, penetration depth, acceleration and potential energy of the photon upon reflection. It is shown that the total energy of a photon in vacuum consists of equal kinetic and potential energies.

Известно [1,2], что фотон – квант света, его скорость v зависит от среды, в которой он распространяется со скоростью, зависящей от показателя преломления n среды ($v=c/n$, c – скорость света в вакууме).

Если, изменяя среду можно изменять скорость, то возникает вопрос, изменяется ли скорость до нуля на (в) приповерхностной области отражающих тел? В настоящей работе, основываясь существующие экспериментально подтвержденные информации (законы отражения), попробуем ответить на данный вопрос.

Как обычно отражение объясняется переизлучением (излучением вторичных волн) отражающей поверхности (переходом световой энергии в другую форму и обратно, т.е. превращением материи) [1, 2]. Обычно при излучении свет распространяется во все стороны (спонтанное излучение) и происходит стоковое смещение (потеря энергии).

Соблюдение законов отражения и взаимности (обратимости) световых лучей, и выполнение законов сохранения импульса и кинетической энергии, и отсутствие стокового сдвига при отражении свидетельствуют о том, что отражение не в пользу переизлучения. Таким образом, отражение электромагнитной волны (света) некорректно объяснять переизлучением отражающей поверхности.

Из-за выполнения законов сохранения импульса и кинетической энергии при отражении от зеркальной поверхности, и двукратного увеличения давления и изменения импульса отраженного фотона, чем поглощенного, зеркальное отражение можно сравнить с абсолютно упругим ударом.

Исследование взаимосвязей и аналогий между классической и квантовой механикой представляется актуальной. В данной работе отражение фотона попробуем трактовать по аналогии с "классическими" упругими объектами при ударе. Отличие фотона от "классических" объектов заключается в том, что его отражение происходит не от геометрической границы раздела сред, а от тонкого слоя отражающей поверхности, прилегающего к этой границе. Отраженный фотон проникает в какую-то глубину отражающей поверхности.

Прямой, абсолютно упругий удар "классического" шара на неподвижную поверхность состоит из двух фаз: в течение первой фазы удара шар деформируется до тех пор, пока скорость его не станет равной нулю. При этом начальная кинетическая энергия шара полностью переходит в потенциальную энергию сил упругости деформированного шара. В течение второй фазы удара под действием сил упругости шар полностью восстанавливает свою первоначальную форму, его потенциальная энергия упругой деформации полностью переходит в кинетическую энергию шара [3].

При падении фотона на отражающую поверхность его импульс за очень короткое время изменяется на конечную величину. Это изменение происходит под действием ударной силы. Известно [3], что изменение импульса (количества движения) равно импульсу ударной (отражающей) силы:

$$\Delta(m\vec{c}) = \langle \vec{F}_i \rangle \Delta t \quad (1)$$

где $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$ – масса фотона, $\nu = c/\lambda$ – частота фотона, λ – длина волны фотона в вакууме, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ – постоянная Планка [1, 2], $\langle F_i \rangle$ – средняя сила удара, Δt – промежуток времени, за которое импульс меняет свое значение, длительность взаимодействия фотона с отражающей поверхностью.

Рассмотрим зеркальное отражение фотона при нормальном падении. Известно, что при отражении света от оптически более плотной среды теряется полуволна [1, 2]. Потеря полуволны связана с задержкой фотона в среде (теле) на полпериода ($T/2$, $T=1/\nu$ – период). Время задержки есть длительность взаимодействия фотона с поверхностью при отражении:

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{1}{2\nu}$$

При отражении направление импульса фотона изменяется на величину π (от $+mc$ до $-mc$), а его величина не меняется. Тогда, учитывая массу фотона изменение импульса можно записать в следующем виде:

$$\Delta(mc) = mc - (-mc) = 2mc = 2 \frac{h\nu}{c}$$

Подставляя верхние величины в формулу (1) получим:

$$2 \frac{h\nu}{c} = \langle F_i \rangle \frac{1}{2\nu}$$

Отсюда определим среднюю силу удара:

$$\langle F_i \rangle = \frac{4h\nu^2}{c} \quad \text{или} \quad \langle F_i \rangle = \frac{4hc}{\lambda^2} \quad (2)$$

Отражение света тоже состоит из двух фаз: в течение первой фазы (фаза деформации) фотон деформируется до тех пор, пока его скорость не станет равной нулю, а его начальная кинетическая энергия полностью переходит в потенциальную энергию сил упругости.

В течение второй фазы (фаза восстановления) отражения под действием силы упругости фотон полностью восстанавливает свою первоначальную форму, при этом приобретенная его потенциальная энергия упругой деформации полностью переходит в кинетическую энергию фотона.

Изменение импульса в фазах (изменение скорости от c до 0 и от 0 до c):

$$\Delta(mc) = mc = \frac{h\nu}{c} \quad (3)$$

Продолжительность фаз:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} = \frac{T}{4} = \frac{1}{4\nu} \quad (4)$$

Учитывая (3) и (4), формулу (1) можно записать в следующем виде:

$$\frac{h\nu}{c} = \langle F_p \rangle \frac{1}{4\nu}$$

Отсюда определим среднюю силу ($\langle F_p \rangle$), изменяющую импульс фотона в фазах при отражении:

$$\langle F_p \rangle = 4 \frac{h\nu^2}{c} \quad \text{или} \quad \langle F_p \rangle = 4 \frac{hc}{\lambda^2} \quad (5)$$

Из выше приведенных формул (2) и (5) видно, что средние силы, изменяющие импульс фотона при отражении равны $\langle F_i \rangle = \langle F_p \rangle$. Действующая на фотон максимальная сила удара получается в два раза больше средней:

$$F_{max} = 2\langle F_p \rangle = 8 \frac{hv^2}{c} \quad \text{или} \quad F_{max} = 8 \frac{hc}{\lambda^2} \quad (6)$$

Между фазами (в конце фазы деформации) фотон останавливается, при остановке максимальная F_{max} сила удара, действующая на фотон, сравнивается с приобретённой максимальной упругой силой ΔF_e (приращение силы упругости) фотона, упругая сила фотона увеличивается на величину $\Delta F_e = F_{max}$:

$$\Delta F_e = F_{max} = 8 \frac{hv^2}{c} \quad \text{или} \quad \Delta F_e = 8 \frac{hc}{\lambda^2} \quad (7)$$

Из (7) следует, что сила упругости фотона прямо пропорциональна квадрату частоты. Среднее ускорение фотона в фазах найдём из основного уравнения динамики [2, 3]:

$$m\langle a_{st} \rangle = \langle F_p \rangle \quad \text{или} \quad \frac{hv}{c^2} \langle a_{st} \rangle = 4 \frac{hv^2}{c}$$

Отсюда найдем среднее ускорение фотона:

$$\langle a_{st} \rangle = 4vc \quad (8)$$

Из (8) видно, что ускорение фотона прямо пропорционально частоте. Глубину проникновения фотона в тело определим из уравнения равнопеременного движения [2, 3], используя формулы (4) и (8):

$$d = \frac{\langle a_{st} \rangle t_p^2}{2} = \frac{4vc}{2} \left(\frac{1}{4v} \right)^2 = \frac{c}{8v} \quad \text{или} \quad d = \frac{\lambda}{8} \quad (9)$$

Из этого уравнения видно, что глубина проникновения фотона в тело при отражении обратно пропорциональна частоты или прямо пропорциональна длине волны. При остановке фотона его начальная кинетическая энергия полностью переходит в потенциальную энергию силы упругости ($W_k = \Delta W_p$). Приращение потенциальной энергии силы упругости фотона при его остановке равно работе силы упругости:

$$\Delta W_p = F_{max} \cdot \frac{d}{2} = 8 \frac{hv^2}{c} \cdot \frac{c}{2 \cdot 8v} = \frac{hv}{2}$$

Отсюда видно, что начальная кинетическая энергия равна:

$$W_k = \Delta W_p = \frac{hv}{2}$$

Эта кинетическая энергия в два раза меньше полной энергии фотона $\varepsilon = hv$ [1, 2].

Полная механическая энергия движущейся материи состоит из двух энергий, кинетической и потенциальной [1 – 3]. Тогда у фотона в вакууме имеется потенциальная энергия (силы упругости фотона, фотон в вакууме в деформированном состоянии). Она равна:

$$W_p = \frac{hv}{2}$$

или

$$W_k = W_p = \frac{h\nu}{2}$$

Следовательно, полная энергия фотона:

$$\varepsilon = W_k + W_p = 2W_k = 2W_p = 2 \frac{h\nu}{2} = h\nu$$

Выводы

В работе сделан вывод об упругом квантовом образовании фотона, фотон – упругое квантовое образование. На основании этого отражение фотона объяснено не переизлучением (преобразованием материи, вторичным излучением), а деформированием его без видоизменения (фотон не исчезает). Установлено, что отражение света состоит из двух фаз: в течение первой фазы (фаза деформации) фотон деформируется до тех пор, пока его скорость не станет равной нулю, и его начальная кинетическая энергия полностью переходит в потенциальную энергию сил упругости.

В течение второй фазы (фаза восстановления) под действием силы упругости фотон полностью восстанавливает свою первоначальную форму, при этом приобретенная его потенциальная энергия упругой деформации полностью переходит в кинетическую энергию фотона.

Получены выражения для силы упругости, глубины проникновения, ускорения и потенциальной энергии фотона при отражении. Показано, что полная энергия фотона в вакууме состоит из равных кинетической и потенциальной энергий. Потенциальная энергия фотона в вакууме является энергией силы упругости, т.е. фотон в вакууме в деформированном состоянии.

Список литературы

1. Ландсберг, Г.С. Оптика: учеб. пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с. – ISBN 5-9221-0314-8.
2. Трофимова, Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 560 с. – ISBN 5-7695-2629-7.
3. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: учебник для тех. вузов / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 768 с. – ISBN 5-8114-0390-9.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Сарыгулов С.Х., Ниязгульева А.М.

*(Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана,
г. Ашхабад, Туркменистан)*

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATIONS IN TURKMENISTAN

Sarygulov S.Kh., Niyazgulyeva A.M.

*(Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan, Ashgabat,
Turkmenistan)*

Аннотация

В статье рассматриваются перспективы развития телекоммуникационного сектора в Туркменистане, определена его экономическая роль. Его развитие сегодня ставится в ряд первоочередных задач, срочное решение которых позволит повысить экономическое благосостояние страны.

Abstract

The article discusses the prospects for the development of the telecommunications sector in Turkmenistan, its economic role has been determined. Its development today is considered a number of priorities, the urgent solution of which will improve the economic well-being of the country.

В рамках реализации Программы социально-экономического развития страны в 2022–2028 годах в Туркменистане проходят серьезные изменения в сфере телекоммуникаций. При поддержке уважаемого президента Сердара Бердымухамедова в нашей стране проводятся масштабные преобразования в отрасли связи. Изменяются технологии обработки и передачи данных, причем главную роль в этих процессах исполняют беспроводные виды связи, основанные на спутниковых и локальных сетях.

Такие сети, как международные и национальные, вынуждено переходят на новую цифровую ступень, поскольку существующие аналоговые сети и линии связи не могут больше удовлетворить все потребности рынка. Строительство новых систем передачи данных тесно связывается с прогнозами развития услуг связи, а также с более рациональным распределением

объемов и видов услуг между спутниковыми, радиорелейными, волоконно-оптическими системами [1].

Ежегодно в нашей стране проводится международная выставка телекоммуникаций, телеметрии, информационных технологий и телерадиовещательного оборудования и научные конференции «Туркментел», организованные агентством «Turkmenaragatnaşyk» и официально поддерживаемая национальными операторами мобильной, фиксированной, спутниковой и почтовой связи. TurkmenTEL представляет новые технологии, облегчает установление связей и поощряет сотрудничества. Программа конференции сосредоточена на международном сотрудничестве и инвестициях, цифровизации, спутниковых технологиях и кибербезопасности [2].

В настоящее время успешно внедряются в национальную телекоммуникационную систему новейшие цифровые решения и информационно-коммуникационные разработки, отвечающие международным стандартам. Реализуются кардинальные научно-технические реформы и крупные проекты с помощью планомерного улучшения структурной, материально-технической и правовой базы цифровой системы. В Туркменистане внедрена система GPON (Gigabit passive optical network – гигабитная пассивная оптическая сеть или «оптика до абонента») для обеспечения высокоскоростного доступа к сети Интернет. Ашхабадская городская телефонная сеть (АГТС) продолжает вести активную работу по внедрению технологии GPON для предоставления высокоскоростного доступа к сети Интернет.

Новый город нашей страны Аркадаг – первый в нашей стране «умный» город, где вся инфраструктура которого подчинена самым высоким технологиям. В рамках проекта по цифровизации города государственного значения Аркадаг было предусмотрено внедрение современных информационных и коммуникационных технологий для решения различных задач. Новый город нашей страны Аркадаг по праву завоевал симпатию молодёжного научного сообщества, предлагающего свои рационализаторские проекты для его инновационного развития [3].

Члены Совета молодых учёных Института телекоммуникаций и информатики Туркменистана приняли участие в процессе цифровизации этого первого в нашей стране «умного» города. К цифровизации жилых комплексов города Аркадаг были привлечены представители шести вузов нашей страны, все они использовали программное обеспечение, разработанное членами Совета молодых ученых Института информатики и телекоммуникаций Туркменистана.

В рамках внедрения технологии GPON в городе Аркадаг было установлено более 20 тысяч телефонных номеров. Кроме того, внедрение тех-

нологии открыло жителям города Аркадаг доступ к 235 телеканалам, современным телекоммуникационным услугам, включая высокоскоростной Интернет и телефонную связь. Качество услуг, предоставляемых по волоконно-оптическому кабелю, имеет ряд существенных преимуществ. В их числе высокая скорость передачи данных – до 100 мегабайт в секунду и стабильное качество связи. По данным официального сайта «Ашхабадской городской телефонной сети» в настоящее время в столице эксплуатируются более 18 000 точек системы технологии GPON.

Успешно модернизируются телекоммуникационные системы велятов страны. Современная технология подключения GPON запущена не только в городе, но и этрапах. За счёт этого количество пользователей высокоскоростного Интернета значительно выросло.

В целях развития и модернизации сети IP-TV и услуг Интернет-связи под руководством нашего Президента Сердара Бердымухамедова были разработаны крупные проекты, связанные с внедрением современного оборудования связи и услуг связи. Сегодня «Ашхабадская городская телефонная сеть» обслуживает несколько ведущих АТС, обладающих широкими возможностями по предоставлению современных услуг связи.

Туркменистан выполняет функцию транспортно-коммуникационного центра Великого Шёлкового пути, прокладывая магистральные линии оптоволоконной связи. Последовательно реализуя политику “открытых дверей”, наше государство вместе со странами-партнёрами принимает активное участие в возрождении Великого Шёлкового пути в современном формате.

Развитие интернета и сотовой связи в Туркменистане

Агентство «Туркменарагаташлык» уже проводит исследования с целью внедрения современных стандартов 5G в стране. В рамках проводимых работ также укрепляется материально-техническая база телекоммуникационной отрасли, постоянно внедряются новейшие цифровые технологии и активно привлекаются иностранные инвестиции. В рамках проекта развития сети сотовой связи «Алтын Асыр» в стране установлены современные комплекты оборудования от ведущих зарубежных компаний, что обеспечивает даже отдаленные населенные пункты высококачественной сотовой связью, включая широкополосный интернет.

«TürkmenÄlem 52.0E» – девять лет на орбите

27 апреля 2015 года у нашей страны появился собственный спутник. Французская компания Thales Alenia Space построила для нас спутник связи на платформе SpaceBus, аппарат получил название «TürkmenÄlem 52.0E». Вещание через него ведется на большую часть Центральной Азии. Срок службы спутника должен составить не менее 15 лет. В стране создано Национальное космическое агентство. Наземная инфраструктура включает

в себя Центр управления в Ахалском веляйте и резервный Центр в Дашогузском веляйте.

Широкий круг задач, решаемый при помощи спутника «TürkmenÄlem 52.0E», описан в «Концепции развития цифровой экономики в Туркменистане на 2019-2025 годы». Развитие в стране систем связи и Интернета, телевидения, реализация экологических программ, совершенствование методов разведки новых месторождений, повышение уровня телекоммуникационного охвата страны, составление земельного Кадастра, совершенствование сегмента банковских и торговых услуг – решение таких задач невозможно без быстрой и надежной связи, которую и обеспечивает первенец космического сегмента экономики Туркменистана.

В ближайших планах – подготовка и запуск второго спутника, который еще более ускорит переход народного хозяйства на современные методы и решения. Эксплуатацией спутника занимается АОЗТ «Türkmen hemrasy», которое предоставляет операторам связи, телерадиокомпаниям и другим участникам рынка спутниковой связи доступ к ресурсам спутника «TürkmenÄlem 52.0E». Развитие программных и аппаратных средств позволило внедрять новые услуги (звуковое вещание, телевизионное вещание сверхвысокого и высокого разрешения, широкополосный доступ и т.д.), что привело к росту спроса на спутниковую ёмкость. Компании имеют возможности для организации услуг связи и цифрового телерадиовещания, создания сетей VSAT, широкополосного доступа, организации ведомственных и корпоративных сетей связи в зоне покрытия спутника [4].

В Институте телекоммуникаций и информатики Туркменистана на факультете Радиотехнологий связи в лаборатории кафедры Радиосвязи и радиотехнических систем непрерывно ведется работа по модернизации практических и лабораторный занятий по предметам «Цифровое телевидение», «Цифровое спутниковое радиовещание», «Цифровые телевещательные системы», «Проектирование радиосетей в спутниковых системах связи», «Спутниковые и радиорелейные системы передач», а так же во дворе института установлена малогабаритная офсетная антенна с диаметром $D=90$ см, работающая в диапазоне Ku, направленная на наш национальный спутник связи Türkmen Älem 52^o/ Monaco Sat 52^o East.

На площадке международного форума «Туркментел-2023» стартовал двухдневный тренинг «Запуск сетей мобильной связи следующего поколения (5G/IMT-2020)», по внедрению 5G - мобильной связи следующего поколения, организованный Международным союзом электросвязи. В ходе тренинга рассматривались такие вопросы, как: возможности и технологии

системы 5G/IMT-2020; работа Международного союза электросвязи в области управления и стандартизации 5G/IMT-2020, условия выделения спектра и цены на 5G/IMT-2020.

В нашей независимой нейтральной Отчизне сложилась позитивная динамика в реализации стратегии цифровизации национальной экономики, это соответствует целевой Концепции развития цифровой экономики в Туркменистане в 2019-2025 годах. Это способствует, в частности, модернизации телекоммуникационной системы, выступающей гарантом инновационного развития, реализации национальных программ и глобальных проектов в сфере телекоммуникаций.

Благодаря большим усилиям Президента Сердара Бердымухамедова в нашем государстве система образования страны получила новое развитие. Организовать работу системы образования на современном уровне, внедрить в нее инновационные технологии, повысить качество образования, предоставляемого молодежи, успешно выполнить задачи, поставленные в «Концепции совершенствования преподавания естественных и точных наук» на основе мирового опыта, с учетом национальных особенностей.

Заключение

В статье был проведён анализ тенденций развития сферы связи и телекоммуникаций и определены основные перспективы её дальнейшего развития. Кроме этого, выявлены проблемы, возникающие в отрасли, и проанализированы меры государственной поддержки, реформы, которые позволят повысить доступность телекоммуникационных услуг для населения, модернизировать её экономику.

Список литературы

1. Проскура Д.В. Становление информационного общества в условиях инновационного развития телекоммуникационных услуг / Д.В. Проскура, Н.В. Проскура, Н.А. Мурашова, А.Н. Зайцев; НГТУ. – Н. Новгород, 2013 – 145 с.
2. Turkmenportal. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://turkmenportal.com> (дата обращения 25.03.2024).
3. Академия наук Туркменистана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Science.gov.tm (дата обращения 25.03.2024).
4. Turkmen hemrasy. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.turkmenhemrasy.gov.tm/tk> (дата обращения 25.03.2024).

**СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Юсупов Р.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**SPORTS ENGINEERING AS A MEANS OF INCREASING THE SO-
CIO-ECONOMIC EFFICIENCY OF SPORTS FACILITIES**

Yusupov R.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается актуальность подготовки спортивных инженеров как средство повышения эффективности управления спортивным объектом.

Abstract

The article discusses the relevance of training sports engineers as a means of increasing the efficiency of sports facility management.

1. Введение

Сегодня для организации успешной подготовки и проведения массовых спортивных мероприятий на объекте требуется оперативное решение зачастую сотен вопросов и проблем: от парковки до состояния и качества покрытий, звука, освещения ТВ-трансляции, от обеспечения надежности несущих конструкций и неповторимости архитектурного облика до благоустройства и т. д.

2. Успешность этого направления деятельности зависит от подготовленности тех специалистов, которые будут заниматься техническим обеспечением и эксплуатации этих сооружений. Иными словами, важно подчинить разработку и эксплуатацию спортивной инфраструктуры запросам управления сферой физической культуры и спорта.

Это закономерно ставит проблему нацеленности на создание условий и предпосылок эффективной эксплуатации спортивной инфраструктуры уже на стадии планирования и проектирования.

Кроме того, нарастает необходимость подготовки специалистов инженерного профиля, участвующих в мероприятиях, связанных с техническим обеспечением данных сооружений и повышении эффективности эксплуатации объектов спорта. Для полноценного функционирования спортивных сооружений необходимы специалисты, понимающие работу всех составляющих служб комплекса, знающие республиканские и международные нормы по организации спортивных мероприятий, технические требования к процессу подготовки площадок.

Очевидно, что на многофункциональные спортивные объекты, нужен специалист-интегратор – тот, кто умеет ставить и решать задачи технического обеспечения спортивных сооружений комплексно и при проектировании реконструкции и модернизации конкретных объектов может выступить связующим звеном между конструктором, архитектором и технологами.

Вопрос охвата населения систематическими занятиями физической культурой и спортом остается приоритетным в социальной политике Российской Федерации.

Если сопоставить реальные данные о физкультурно-спортивной активности вовлеченных в регулярные занятия с необходимыми для обеспечения должного уровня физического состояния, то получается, что нужно как минимум кратное увеличение этого показателя.

Согласно расчетам специалиста, обеспечение этого потребует ликвидацию дефицита спортивных сооружений, которых все еще недостаточно. При этом следует помнить, что строительство новых может растянуться на десятилетия. Кроме того, удовольствие от занятий в закрытом благоустроенном спортивном комплексе – не из дешевых, вследствие чего годовой бюджет эксплуатации спортсооружений при традиционно сложившихся формах составит значительную цифру. Поэтому выход из сложившейся ситуации – повышение социально-экономической эффективности (СЭЭ) спортивных объектов, в связи с чем уже сегодня следует обратить внимание на необходимость решения двух основных вопросов: научиться создавать объекты спорта с высокими показателями СЭЭ и обеспечить соответствие показателей их эффективности проектным нормативам путем совершенствования системы управления этими сооружениями.

Подсчитанные по одной из экспертных методик данные показали, что при привычных 12 часах рабочего времени объектов их загрузка составляет 32-41 %, в то время как многофункциональные сооружения при

должном внимании управленцев, ориентированном на нужды потребителей и рациональное использование собственных материальных и кадровых резервов, вполне могут работать по 16 часов (с 7. 00 до 23. 00) с учетом технологических перерывов и сезонного фактора, обеспечивая среднюю загрузку 65-75 %. А это практически удвоение эффективности использования имеющегося потенциала без существенных затрат. В масштабах страны – экономия миллиардов рублей. Но это возможно, при одном условии: надо совершенствовать «потребительскую политику», которая должна опираться на трезвый расчет – необходимо научиться проектировать и эксплуатировать объекты так, чтобы всегда нашлись категории граждан, которые будут их заполнять в течении всего дня в любой сезон.

Решение их задач требует особого внимания к вопросам реконструкции и модернизации уже имеющихся спортооружений, поскольку структура существующих и создаваемых объектов спорта сегодня во многом устарела. Ранее, замыслы заказчиков и проектировщиков строящихся ФОКов и СОКов, исходили из данных вчерашнего дня, когда около 80 % населения отмечало, что хочет играть в спортивные игры, включая хоккей, 10 % – плавать. На все остальные виды физической активности и спорта оставалось всего 10 %. Но изучение реальных предпочтений граждан дает совершенно другие цифры, вследствие чего сохранение нынешней структуры спортивных объектов обеспечит не более 30 % запросов граждан, и основная часть площадей обречена пустовать. В результате при проектировании спортивного объекта за рамками рассмотрения остаются такие первоочередные вопросы, как стратегия развития спорткомплекса, ключевые группы клиентов и сегмент рынка для спорткомплекса, концепция предоставления услуг, бизнес-план работы спорткомплекса.

В результате образуется «финансовый крест», чем менее эффективно эксплуатируется спортивный объект, тем больше затрат он требует на содержание, а с другой, без значительных инвестиций в оборудование и реконструкцию, невозможно наладить эффективную работу спорткомплекса. Спортивные объекты могут и должны быть, как минимум, самокупаемыми. Необходимо кардинально поменять отношение к спортивному сооружению и изначально рассматривать его, как потенциально-прибыльную бизнес-единицу.

К сожалению, сегодня в сфере строительства и оснащения спортивных сооружений сложился информационный вакуум, который необходимо в кратчайшие сроки заполнить разработкой и принятием современных критериев СЭЭ и строительных норм.

В. А. Коваленко отмечает, что одним из ключевых параметров обеспечения социально-экономической эффективности функционирования

спортсооружений, особенно многофункциональных, является не только и не столько совершенствование спортивной инфраструктуры в количественном отношении, сколько качественные аспекты будущей эксплуатации объектов, залогом чего может и должен стать принцип создания перспектив сочетания современной инновационной материально-технологической базы с успешным управлением уже на стадиях проектирования и строительства.

Создание единого информационно-сервисного пространства – «умной» платформы объекта для всех систем управления – позволит на 11–27 % снизить капитальные вложения при строительстве спортивных сооружений за счет существенного уменьшения общего количества устанавливаемого оборудования и материалов, унификации их применения. Данная концепция в последующем сократит на 17–36 % эксплуатационные расходы за счет уменьшения численности обслуживающего персонала и эксплуатационных издержек, а также увеличит на 23–48 % доходность объектов за счет возможности предоставления зрителям, журналистам и участникам массовых мероприятий сервисов мирового уровня: онлайн доступ всегда и везде, индивидуальные повторы с разных точек и т. д.

Но осуществлять предоставление услуг через Интернет и мобильные телефоны, передавать видеосигнал с объекта через всемирную сеть, в том числе в формате HDTV, и многие другие технические возможности, которые приносят дополнительный доход в процессе эксплуатации, невозможно без квалифицированного обслуживающего персонала.

Сферой профессиональной деятельности дипломированного специалиста будут процессы управления материально-техническим обеспечением спортивных сооружений и организация высокоэффективного использования инженерных, информационных систем объектов спортивной инфраструктуры. В связи с этим вполне закономерно, что учебный план по новой специальности предусматривает освоение таких дисциплин, как электроника, автоматика, спортивное материаловедение, эксплуатация и диагностика систем автоматизации, коммуникационные технологии спортивно-зрелищных комплексов, экономика спортивных сооружений, технические средства обеспечения спортивных мероприятий, маркетинг и менеджмент спортивных сооружений, информационные технологии в спорте, техническая эксплуатация спортивных объектов и др.

На всех этапах обучения студентам и магистрантам необходимо будет проходить практику на базе современных спортивных комплексов, в компаниях, осуществляющих поставку, монтаж, сервис инженерных и информационных систем и оборудования ведущих мировых производителей, сотрудничающих с субъектами спортивной инфраструктуры.

Специальное исследование запросов системы управления отраслью физической культуры и спорта показало, будущие выпускники уже сегодня крайне востребованы на действующих и вводимых в эксплуатацию спортивно-досуговых и коммерческих комплексах. Эффективная эксплуатация современных многофункциональных спортивно-культурных комплексов сейчас невозможна без присутствия квалифицированного персонала с инженерной подготовкой, знаниями методов экономики и менеджмента, использования инструментария информационных технологий.

Интеграция образовательных и научно-технических идей в процессе обучения студентов и магистров будет осуществляться при поддержке реализации магистерской программы задействованы Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, НИИ Медико-биологической и спортивной инженерии, НИИ Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем, кафедры радифотоники и микроволновых технологий, физической культуры и спорта КНИТУ-КАИ. На базе культурно- спортивного комплекса «КАИ ОЛИМП», в котором студентам предстоит осваивать самые современные комплексные системы управления и диспетчеризации объектов.

3. Заключение

Можно с уверенностью сказать, что будущее наших спортивных сооружений находится не только и не столько в плоскости архитектурных и строительных решений, сколько в инновационном прорыве в системах и методах управления ими. Поэтому в скором времени повсеместное использование интегрированных решений, интерактивные 3D-платформы, виртуальные варианты и 3D-модели предстоящих соревнований и многое другое станут стандартом для наших спортивных объектов. А непрерывную и качественную работу всем техническим решениям призваны обеспечить выпускники новой специальности Казанского национального исследовательского технического университета КАИ им. А.Н. Туполева.

1. МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 533.9.082.74

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ДАТЧИКОВ В ОБЛАСТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ НЕИНВАЗИВНЫМ МЕТОДОМ

Артемиев В.И., Смирнов Н.Д., Смирнов С.В.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

ASSESSMENT OF THE PROSPECTS OF USING MICROWAVE SEN- SORS IN THE FIELD OF CONTROL OF GLUCOSE LEVELS BY NON- INVASIVE METHOD

Artemiev V.I., Smirnov N.D., Smirnov S.V.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлен обзор существующих методов неинвазивного контроля уровня глюкозы. Проведена оценка их достоинств и недостатков, рассмотрена перспективность применения СВЧ датчиков в данной области.

Abstract

The article provides an overview of modern methods of non-invasive glucose monitoring. Their advantages and disadvantages were assessed, and the prospects for using microwave sensors were also considered.

Инвазивные методы контроля глюкозы на сегодняшний день являются самыми распространенными, поскольку отличаются простотой и высокой точностью измерения. Однако ряд существенных недостатков, таких как отсутствие возможности постоянного мониторинга, постоянные затраты на тест полоски и несомненный дискомфорт для пациента способствовали активному исследованию неинвазивных методов.

К распространенным неинвазивным методам можно отнести [1]:

1. Электрохимический. Исследуемый материал – пот. Достоинства: гибкая и износостойкая структура, высокая точность измерения. Недостатки: сложность забора материала и дискретные измерения.

2. Спектроскопия в ИК диапазоне. Исследуемый материал – кровь. Достоинства: доступность исследуемого материала. Недостатки: сложная конструкция и низкая точность измерения.

3. Импедансная и рамановская спектроскопия. Исследуемый материал – кровь. Достоинства: непрерывное измерение, вывод результата измерения на экран мобильного устройства, малые размеры устройства. Недостатки: поглощение излучения другими материалами, низкое отношение сигнал/шум, нестабильность характеристик, высокая чувствительность к воздействию окружающей среды, высокая стоимость.

4. Окллюзионная спектроскопия. Исследуемый материал – тканевая жидкость. Достоинства: высокая точность измерения. Недостатки: дискретное измерение, крупногабаритное устройство.

6. Сочетание теплового, ультразвукового, электромагнитного анализа и радиоволновая спектроскопия. Исследуемый материал – тканевая жидкость. Достоинства: вывод результата измерения на экран мобильного устройства, малые размеры устройства. Недостаток: дискретное измерение.

7. СВЧ датчик. Исследуемый материал – тканевая жидкость. Достоинства: гибкая и износостойкая структура, доступность исследуемого материала. Недостатком данного метода является точность измерения.

Тким образом, СВЧ датчики обладают рядом достоинств, но имеют достаточно низкую точность, которая ограничивает перспективность применения данного метода. Однако в [2] представлен способ повышения точности измерения за счет использования микроволнового кольцевых резонаторов с щелью. Таким образом СВЧ датчики с определенными характеристиками могут успешно применяться в области контроля уровня глюкозы.

Список литературы

1. Силантьева, А. А. Контроль уровня глюкозы в крови человека, страдающего сахарным диабетом, с помощью СВЧ метода / А. А. Силантьева, О. Г. Морозов, С. В. Смирнов [и др.] // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 7-18.

2. Абрамов, Д. Е. Неинвазивная система мониторинга сахара в крови на основе микроволнового кольцевого резонатора с щелью / Д. Е. Абрамов, А. А. Силантьева // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2023: Материалы X Международной молодежной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Казань, 13–15 апреля 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 355-356.

ЭФФЕКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОМЕХ

Белтадзе Г.И.

Научный руководитель: Кузнецова Виктория Вячеславовна, ассистент
каф. НТВЭ

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

EFFECTIVE ELECTROMAGNETIC SHIELDING TO PREVENT IN- TERFERENCE

Beltadze G.I.

Supervisor: Viktoria V. Kuznetsova

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье обсуждается важность эффективного электромагнитного экранирования для предотвращения помех в современных электронных устройствах. Рассмотрены принципы действия и компоненты систем экранирования, включая использование металлических и композиционных материалов для блокирования электромагнитных полей.

Abstract

This article discusses the importance of effective electromagnetic shielding to prevent interference in modern electronic devices. The principles of operation and components of shielding systems, including the use of metallic and composite materials to block electromagnetic fields.

1. Введение

Электромагнитное экранирование - это процесс или технология, направленная на создание защитного барьера или экрана для ограничения распространения электромагнитных полей. Целью является предотвращение нежелательных электромагнитных помех, которые могут возникать в результате воздействия электромагнитных волн на электронику, электрические устройства или сигнальные системы.

2. Разнообразие материалов в создании электромагнитных экранов

Насколько известно, электромагнитные экраны обычно изготавливаются из проводящих материалов, таких как медь, алюминий, сталь или их сплавы. Эти материалы обладают высокой электропроводностью и способностью отражать или поглощать электромагнитные волны, обеспечивая защиту от внешних полей или уменьшая электромагнитные помехи. Кроме того, такие материалы легко доступны для производства экранов различных размеров и форм, что делает их широко используемыми в различных областях, где требуется защита от электромагнитных воздействий.

Однако, помимо металлов, электромагнитные экраны можно изготавливать из композиционных материалов. В авиационной технике, где важно изолировать элементы от электромагнитного воздействия и сохранить легкость конструкции, композиты становятся предпочтительным выбором. Эти материалы обычно состоят из комбинации углеродных волокон, стекловолокна, полимерных смол, что позволяет им обладать хорошей электромагнитной защитой при минимальном весе.

В процессе создания электромагнитного экрана из композитных материалов, эффективность экранирования может быть усилена за счет примеси специальных частиц в матрице композита. Добавление таких частиц, например, металлических или углеродных наночастиц, может улучшить способность материала отражать или поглощать электромагнитные волны. Это позволяет увеличить коэффициент экранирования и обеспечить более надежную защиту от внешних электромагнитных помех. Такие композиты с добавлением специальных частиц находят широкое применение в различных отраслях, где требуется эффективная электромагнитная защита при минимальном весе конструкции [1].

3. Заключение

Таким образом, использование как композитных материалов с примесями специальных частиц, так и металлов для создания электромагнитных экранов представляет собой современный и перспективный подход к обеспечению электромагнитной защиты в различных отраслях промышленности и науки.

Список литературы

1. Л. М. Лыньков, В. А. Богуш, Т.В. Борботько, Е. А. Украинец, Н. В. Колбун Новые материалы для экранов электромагнитного излучения // Доклады БГУИР. - Минск: 2003. - С. 152-167.

**МНОГОЧАСТОТНЫЙ ПЛАНАРНЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ РЕЗОНАТОР
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ЖИДКИХ СРЕД**

Брожуско В.В., Гайнутдинов А.М.

Научный руководитель: Фархутдинов Рафаэль Вазирович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MULTI-FREQUENCY PLANAR RING RESONATOR FOR
MEASURING DIELECTRIC PARAMETERS OF LIQUID MEDIA**

Brozhusko V.V., Gainutdinov A.M.

Supervisor: Rafael V. Farkhutdinov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается разработка и исследование много-частотных планарных кольцевых резонаторов, предназначенных для измерения диэлектрических параметров жидких сред. Был проведен компьютерный экспериментальный анализ серии резонаторов с различными геометрическими параметрами для определения оптимальной конфигурации.

Abstract

The report is devoted with the design and investigation of multi-frequency planar ring resonators designed to measure dielectric parameters of liquid media. A computerized experimental analysis of a series of resonators with different geometrical parameters was performed to determine the optimal configuration

В последние годы, довольно актуальна задача контроля качества различных жидких сред, начиная от контроля качества оливкового масла, заканчивая оценкой степени обводненности нефти. Для решения задач в описанной области в работе предлагается решение в виде резонансного СВЧ-преобразовательного элемента на основе планарных кольцевых резонаторов.

Был проведен ряд компьютерных моделирований направленных на

анализ конфигураций резонаторов с различными геометрическими параметрами для определения оптимальной конфигурации, обеспечивающей максимальную чувствительность к изменениям диэлектрических свойств жидкостей. Модели резонаторов приведены на рис. 1.

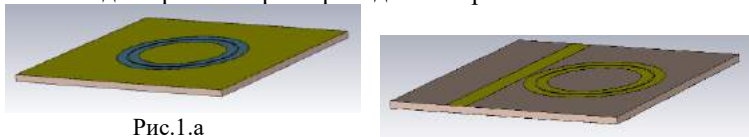


Рис.1.а

Рис. 1 – Электродинамические модели кольцевых резонаторов: а – модель с полосковой линией проходящей под кольцами; б – модель с полосковой линией проходящей рядом с кольцами

Результаты исследования показывают, что разработанные многочастотные планарные кольцевые резонаторы позволяют с высокой точностью измерять диэлектрические параметры широкого спектра жидких сред, что открывает новые возможности для их применения в различных областях науки и техники. Такая конфигурация имеет преимущество перед, способных влиять на частотные характеристики.

В заключение подчеркивается потенциал использования предложенного метода в качестве надежного инструмента для контроля качества жидких материалов в реальном времени.

Список литературы

1. А.Р. Насыбуллин, Р.В. Фархутдинов, Т.М. Ишкаев, Р.Р. Самигуллин Применение СВЧ брэгговских структур для измерения комплексной диэлектрической проницаемости // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-1(102). – С. 54-62.

2. А.Р. Насыбуллин, О.Г. Морозов, Р.В. Фархутдинов, Т.М. Ишкаев Сверхвысокочастотные брэгговские структуры в полукоткрытой коаксиальной линии // Вопросы радиоэлектроники. – 2021. – № 1(50). – С. 4-12.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОЛИВКОВОГО МАСЛА В СМЕСИ С ПОДСОЛНЕЧНЫМ

Гайнутдинов А.М., Брожушко В.В.

Научный руководитель: Фархутдинов Рафаэль Вазирович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASUREMENT OF DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF OLIVE OIL IN SOLUTIONS

Gainutdinov A.M, Brozhusko V.V.

Supervisor: Farkhutdinov Rafael Vazirovich
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод измерения диэлектрических характеристик оливкового масла в смесях с использованием измерительного зонда в широком диапазоне частот. Представлены различные смеси оливкового и подсолнечного масел, исследованы их диэлектрические характеристики.

Abstract

The article discusses a method for measuring the dielectric properties of olive oil in solutions using an n-type sensor over a wide frequency range. Various mixtures of olive and sunflower oils are presented, and their dielectric characteristics are studied.

1. Введение

Измерительный зонд является специализированным инструментом, предназначенным для определения свойств диэлектрических материалов. Диэлектрические характеристики включают в себя диэлектрическую проницаемость, диэлектрические потери и другие параметры, которые описывают способность материала пропускать или блокировать электрическое поле.

2. Измерения диэлектрических характеристик

В данной работе предложен вариант измерения диэлектрических характеристик с помощью высокочувствительного измерительного зонда.

Измерения проводились путём погружения зонда в тару со смесью масел. Каждое измерение проводилось по 5 раз с целью уменьшения погрешности. На рисунке 1, показано как влияет изменение процентной концентрации подсолнечного масла в оливковом. Измерения проводились с 5,10,15,20% содержаниями подсолнечного масла в оливковом, а также чистым оливковым маслом. Для иллюстрации диэлектрических характеристик полученных смесей представлены зависимость диэлектрической проницаемости от частоты.

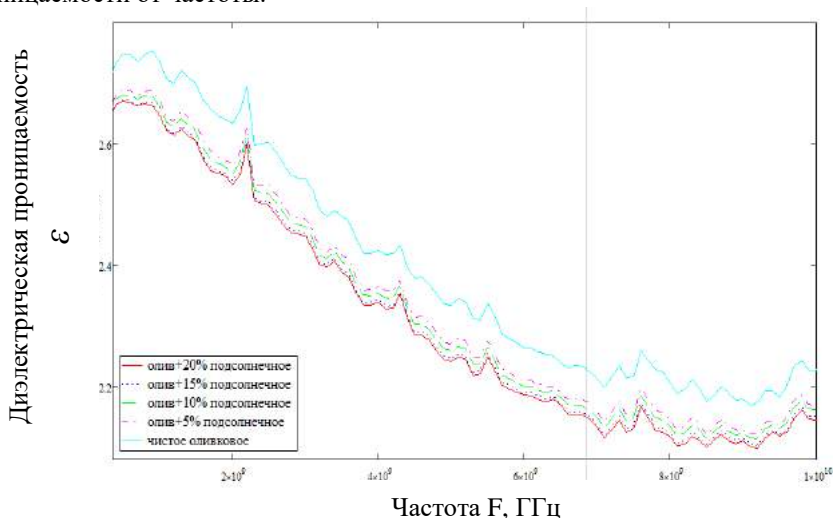


Рис. 1 – Результаты измерения диэлектрической проницаемости разных смесей оливкового масла.

3. Заключение

Из приведённых результатов измерения можно сделать вывод, что с изменением процентной концентрации подсолнечного масла в оливковом наблюдается резкое уменьшение диэлектрической проницаемости.

Список литературы

1. Ишкаев Т.М. Объемные эллиптические резонаторы в копланарном исполнении в задачах диэлектрического контроля оливковых масел /Ишкаев Т.М., Коркина А.Р., Фархутдинов Р.В// Сборник статей десятой Всероссийской научной школы-семинара. Саратов, 2023.Т.1.С 456-458.

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ
МИКРОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ**

Гизатуллина Н.Г.

Научный руководитель: Сычев Александр Сергеевич, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**INNOVATIVE METHODS FOR OPTIMIZING MICROWAVE PRO-
CESSES IN INDUSTRIAL TECHNOLOGIES**

Gizatullina N.G.

Supervisor: Alexander Sergeevich Sychev, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Статья обсуждает инновационные методы оптимизации микроволновых процессов в промышленности, с акцентом на передовых технологиях и алгоритмах. Рассматриваются системы автоматизации и контроля, применение искусственного интеллекта, новые материалы и учет экологических аспектов. Работа вносит важный вклад в развитие промышленных технологий.

Abstract

The article discusses innovative methods for optimizing microwave processes in industry, with an emphasis on advanced technologies and algorithms. Automation and control systems, the use of artificial intelligence, new materials and consideration of environmental aspects are considered. The work makes an important contribution to the development of industrial technologies.

Одним из ключевых аспектов оптимизации микроволновых процессов является автоматизация и контроль. Применение современных систем автоматизации позволяет точно регулировать параметры процесса, сокращая человеческий фактор и увеличивая его эффективность. Технологии мониторинга и контроля обеспечивают постоянное наблюдение за процессом, что позволяет оперативно реагировать на изменения и предотвращать возможные сбои.

Другим инновационным подходом к оптимизации микроволновых

процессов является использование алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Использование ИИ позволяет анализировать большие объемы данных, определять оптимальные параметры процесса и предсказывать результаты с высокой точностью. Это позволяет сократить время настройки процесса и повысить его стабильность и эффективность.

Важным направлением в оптимизации микроволновых процессов является также разработка новых материалов и технологий. Создание новых типов антенн, улучшенных волноводов, специальных катализаторов и реакционных сосудов способствует оптимизации передачи энергии и повышению эффективности процесса.

Необходимо также учитывать экологические аспекты при оптимизации микроволновых процессов. Использование энергоэффективных методов, снижение выбросов и минимизация отходов помогают сделать процессы более устойчивыми с точки зрения окружающей среды.

Применение инновационных методов для оптимизации микроволновых процессов в промышленных технологиях представляет собой важный шаг к повышению эффективности и улучшению качества продукции. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к созданию еще более эффективных и инновационных технологий микроволновой обработки.

Заключение

В заключении, оптимизация микроволновых процессов в промышленности играет ключевую роль в повышении производительности и качества продукции. Автоматизация, применение алгоритмов ИИ, разработка новых материалов и учет экологических аспектов - важные составляющие этого процесса. Дальнейшие исследования и инновации в этой области будут способствовать развитию более эффективных и экологически устойчивых технологий микроволновой обработки.

Список литературы

1. Gilmutdinov R.H., Gilmanov O.N., Morozova E.S. Investigation and optimization of the extrusion process using microwave radiation // News of higher educational institutions. The Volga region. Technical sciences. - 2019. - №2 (44). - Pp. 24-31.

СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛУЧЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF MULTIPATH RADIATION FORMATION

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждаются способы формирования многолучевого излучения. Представлены принципы построения таких антенных систем как ФАР, матрица Батлера и матрица Бласса.

Abstract

This paper discusses the methods of multipath beamforming. The principles of construction of such antenna systems as phased array, Butler matrix and Blass matrix are presented.

1. Введение

На сегодняшний день антенные системы, которые имеют возможность формировать несколько максимумов диаграммы направленности (ДН), имеют огромный потенциал в применении в различных сферах деятельности человека. Эта способность может быть полезна в медицине, системах связи, повседневной жизни и др.

2. Модели формирования многолучевого излучения

Фазированные антенные решетки (ФАР) способны формировать ДН различных форм, что становится возможным с помощью управления амплитудами и фазами на излучателях [1]. Однако ФАР имеет ряд недостатков: высокую стоимость, а также сложность управления ДН. Для решения этих проблем используются диаграммообразующие схемы (ДОС). Наиболее широкое применение из них нашли: матрица Бласса и матрица Батлера.

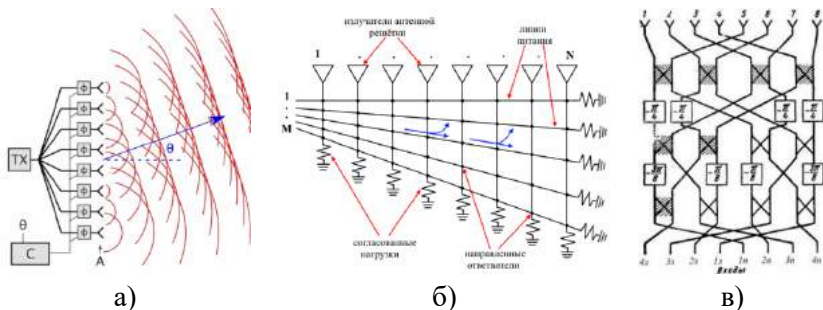


Рис. 1 – Формирование многолучевого излучения: ФАР (а); матрица Бласса (б), матрица Батлера (в)

3. Заключение

Таким образом, существуют различные варианты формирования многолучевого излучения, управляя амплитудой и фазой на каждом излучателе можно создать необходимое направление излучения. Преимуществом матрицы Бласса является гибкость фазового распределения. Однако, она имеет большие потери и ограничена в применении. Матрица Батлера способна обеспечить эффективную передачу мощности от входа системы к излучателям. Благодаря этим антенным системам становится возможным формировать мультисфокусированное излучение [2]. Также для увеличения скорости передачи и помехоустойчивого приема представляется возможным использовать quasi-QAM сигнал [3].

Список литературы

1. Гильфанова А.Ф. Фазированные антенные решетки в задачах радиолокации / А.Ф. Гильфанова, Е.А. Курьянова, Д.Д. Лифарева // VI Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2023. «Физика и технические приложения волновых процессов ФиТПВП-2023»: Материалы XX Международной научно-технической конференции, Казань, 22 – 24 ноября 2023 года. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2023. – Т. 3. – С. 45-46.
2. Гильфанова А.Ф. Метод мультисфокусировки электромагнитного поля в три точки пространства // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3696-3700.
3. Гильфанова А.Ф. Один из вариантов повышения помехозащищенности цифровых каналов связи с quasi-QAM / А.Ф. Гильфанова, Д.А. Веденькин // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 41-48.

ФОРМИРОВАНИЕ МУЛЬТИСФОКУСИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FORMATION OF MULTIFOCUSED RADIATION

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждается фокусировка электромагнитного излучения в несколько точек пространства. Представлен принцип построения антенной решетки и расчетная модель системы, сфокусированной в зоне ближнего излученного поля.

Abstract

This paper discusses the focusing of electromagnetic radiation to multiple points in space. The principle of antenna array design and the estimated model of the system focused in the near radiated field zone are presented.

1. Введение

Фокусировка в ближнем поле нашла широкое применение как метод концентрации энергии в определенном месте ближнего поля. Однако, в некоторых ситуациях может потребоваться более одной фокусной точки, и распределение мощности между фокусными точками.

2. Математическая модель

Антенная решетка (АР), ориентированная на несколько целей, формируется следующим образом: 1. Определение конфигурации антенной решетки – тип излучателей, расстояние между элементами и их расположение; 2. Определение оптимального распределения возбуждений для передающей антенной решетки.

Исследование проводится для двух вариантов формирования мультисфокусированного излучения: разделение АР на подрешетки и фокусирование каждой в заданную точку пространства [1]; организация многочастотного излучения с помощью метода Ильина-Морозова [2].

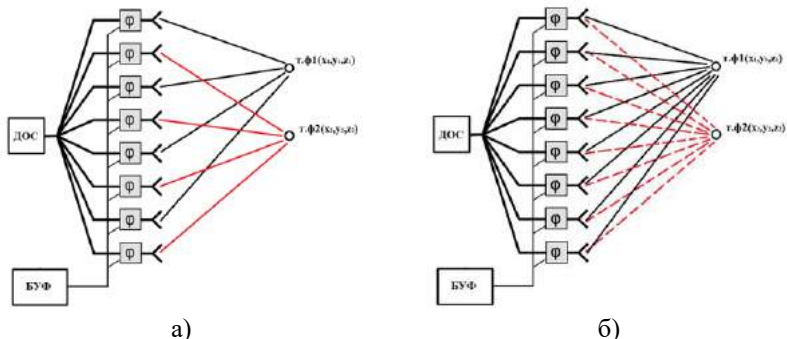


Рис. 1 – Мультисфокусированная антенная решетка (а); мультисфокусированная антенная решетка с многочастотным излучением (б)

3. Заключение

Таким образом, эффект фокусировки усиливается с увеличением числа элементов. Также очевидно, что при разделении антенной решетки на подсистемы необходимо больше излучателей, часть из которых концентрирует электромагнитное поле в одной точке, а другая в другой. Также для помехозащитности сигнала представляется возможным использовать помехоустойчивую модуляцию [3].

Список литературы

1. Гильфанова, А.Ф. Метод мультисфокусировки электромагнитного поля в три точки пространства // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3696-3700.
2. Гильфанова, А.Ф. Метод мультисфокусировки электромагнитного поля в две точки пространства // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3690-3695.
3. Гильфанова А.Ф. Один из вариантов повышения помехозащитности цифровых каналов связи с quasi-QAM / А.Ф. Гильфанова, Д.А. Веденькин // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 41-48.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С
ФИКСИРОВАННОЙ ОШИБКОЙ ФОКУСИРУЮЩЕГО
ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ
ПЕРЕМЕЩЕНИИ ТОЧКИ ФОКУСИРОВКИ**

Громов И.П.

Научный руководитель: Потапова О.В., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**CHARACTERISTICS OF ELECTROMAGNETIC FIELD WITH FIXED
ERROR OF FOCUSING PHASE DISTRIBUTION AT TRANSVERSE
MOVEMENT OF FOCUSING POINT**

Gromov I.P.

Supervisor: Olga V. Potapova, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается изменение характеристик сфокусированного ЭМП при фиксированной ошибке фазового распределения и перемещении точки фокусировки в направлении, параллельном излучателю. Представлены зависимости снижения КНД и коэффициента дефокусировки от величины смещения точки фокусировки на различной глубине ее расположения.

Abstract

The article discusses changing the characteristics of a focused EMF with a fixed error of phase distribution when the focus point is moving in a direction parallel to the emitter. Decrease of gain and defocusing ratio are showed.

1. Введение

Локальная концентрация электромагнитного поля (ЭМП) в некоторой точке на расстояниях, соизмеримых с размерами излучателя, достигается за счет реализации в излучателе фокусирующего фазового распределения (ФФР). В процессе практической реализации ФФР могут возникать ошибки, приводящие к изменению характеристик сфокусированного ЭМП. Таким образом, возникает необходимость в исследовании характеристик

сфокусированного ЭМП при трехмерном перемещении точки фокусировки.

2. Характеристики сфокусированного ЭМП

В качестве параметров, определяющих снижение концентрации ЭМП в точке фокусировки, в данной работе предложены коэффициент дефокусировки (1) и величина снижения КНД (2) [1]:

$$k_{\text{деф}} = \frac{P_{\text{сф}}(x_0, y_0)}{P_{\text{сф}}^0(x_0, y_0)}, \quad (1)$$

где: $P_{\text{сф}}(x_0, y_0)$ – мощность ЭМП в точке фокусировки при верном ФФР, $P_{\text{сф}}^0(x_0, y_0)$ – значение мощности в точке фокусировки при ФФР с ошибкой,

$$\Delta D = \frac{D_{\text{сф}} - D_{\text{сф}}^0}{D_{\text{сф}}}, \quad (2)$$

где: $D_{\text{сф}}$ – КНД сфокусированного ЭМП верном ФФР, $D_{\text{сф}}^0$ – значение КНД при ФФР с ошибкой.

Для иллюстрации изменения характеристик сфокусированного ЭМП на рис. 1 представлена зависимость коэффициента дефокусировки от величины смещения точки фокусировки вдоль излучателя для 3-х значений погрешности ФФР: 0,1; 0,15; 0,2. На рис. 2 показано снижение КНД для тех же значений погрешности ФФР. В качестве излучателя рассматривалась антенная решетка из элемента с шагом $\lambda/2$, $z_0=10\lambda$.

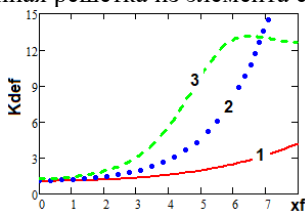


Рис. 1 Изменение коэффициента дефокусировки

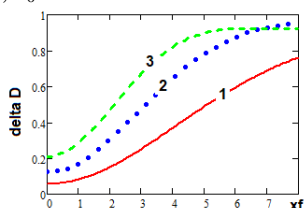


Рис. 2. Снижение КНД

3. Заключение

Из результатов проведенных исследований можно сделать вывод, что смещение точки фокусировки вдоль излучателя при погрешностях ФФР существенно ухудшает степень концентрации ЭМП вблизи точки фокусировки.

Список литературы

1. Потапова О.В., Седельников Ю.Е. Исследование характеристик электромагнитного поля при погрешностях реализации фокусирующего фазового распределения. Журнал Радиоэлектроники, 2024, №1.

О ГРАНИЦАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ПНС

Дардымов А.В.

Научный руководитель: Чони Юрий Иванович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ABOUT THE LIMITS OF BFP-ALGORITHM

Dardymov A.V.

Supervisor: Yuri I. Choni, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводятся результаты имитационного моделирования по оценке пределов искажений профиля рефлектора, при которых восстановленный по сигналам наземного маяка параболоид наилучшего соответствия (ПНС) может воспроизводить характеристики рефлектора.

Abstract

The article contains results of imitational modelling regarding the limits of best-fit paraboloid approximation as electrodynamic equivalent to the distorted reflector.

1. Введение

Для дофокусировки спутниковой многолучевой гибридной зеркальной антенны (МГЗА) по сигналам одного наземного маяка $\{S_n^{(0)}\}$ оцениваются параметры ПНС $\tau = \{\Delta F; \alpha; \beta; \Delta x; \Delta y; \Delta z\}$ – изменение фокусного расстояния, повороты в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и смещение вершины. По найденной поверхности рассчитываются оптимальные амплитуды и фазы питания облучателей антенной решетки МГЗА для электронной стабилизации лучей. Априорное ограничение на форму реконструируемой поверхности (модель ПНС) формально упрощает решаемую задачу, но накладывает ограничения на характер искажений.

2. Модели искажений и результаты моделирования

Пусть искаженный профиль рефлектора задается уравнением $x = (y^2 + z^2)/4F + \delta$, где $\delta = d \sin^2(\pi z / 4R)$ – «kozyрек» либо $\delta = \rho(r)g(\alpha)$ – «гуляющие

ребра», где d – величина искажения, R – радиус рефлектора, $\rho(r) = \sin^2(\pi r / 2R)$, $g(\alpha) = p \cos(n\alpha) + q \sin(m\alpha)$, $r = (y_p^2 + (z_p - H - R)^2)^{1/2}$, H – клиренс. Для моделирования использовались алгоритмы [1] и а [2]. В эксперименте приняты следующие параметры искажений: $d \in [0 \dots 2\lambda]$, $p=q=d$, $n=1$, $m=2$.

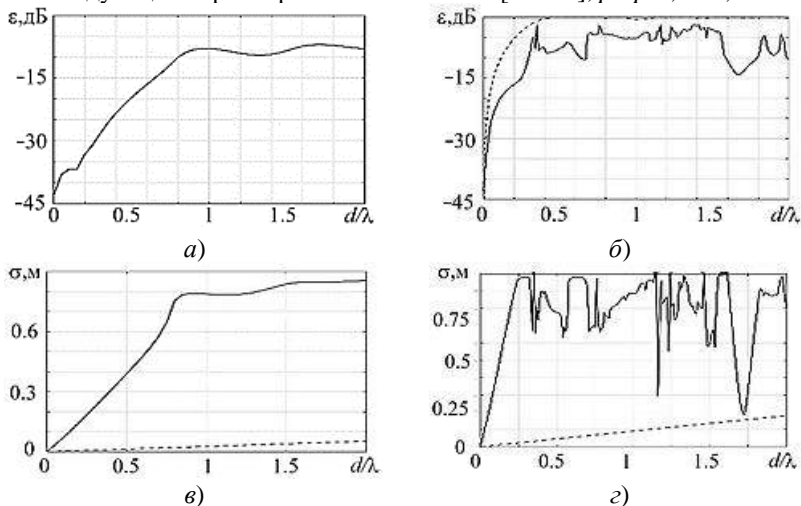


Рис. 1 – Результаты имитационного моделирования: а) и б) – СКО сигнальных отпечатков, в) и г) – СКО поверхностей.

В левом столбце результаты для «козырькового» искажения, в правом – для «гуляющих ребер».

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования следует, модель ПНС применима для электронной дофокусировки лучей МГЗА до тех пор, пока отклонение профиля от номинального не превышает $0,8\lambda$ в случае плавных (по форме) искажений, и не более $0,25\lambda$ в случае резких.

Список литературы

1. Мочалов В.В. Аттестация алгоритма акустического приближения // Успехи современной радиоэлектроники, №12, 2019г, С. 124-128
2. Y. Choni, A. G. Romanov, A. Dardymov and I. Y. Danilov, "Retrieving Best-Fit Paraboloid from Signals of a Ground Based Beacon for Electroic Compensation of Satellite Multi-beam Hybrid Reflector Antenna Distortions," 2021 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), Kazan, Russia, 2021, pp. 1-5.

О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМА ПНС

Дардымов А.В.

Научный руководитель: Чони Юрий Иванович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ABOUT COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF BFP-ALGORITHM

Dardymov A.V.

Supervisor: Yuri I. Choni, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводятся результаты моделирования с оценкой вычислительной сложности по одной итерации градиентного спуска в трех вариантах реконструкции параболоида наилучшего соответствия (полного набора из шести параметров, сокращенных наборов параметров – смещение фокуса и два угла поворота, смещение вершины в пространстве)

Abstract

This article presents results of modeling of electronic best fit paraboloid reconstruction algorithm (one iteration of gradient descend in it) with estimation of computational complexity measured as number of operations.

1. Введение

Для дофокусировки спутниковой многолучевой гибридной зеркальной антенны (МГЗА) по сигналам одного наземного маяка $\{S_n^{(0)}\}$ оцениваются параметры параболоида наилучшего соответствия (ПНС) $\tau = \{\Delta F; \alpha_x; \alpha_z; \Delta x; \Delta y; \Delta z\}$ – изменение фокусного расстояния, повороты в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и смещение вершины. По найденной поверхности рассчитываются оптимальные амплитуды и фазы питания облучателей антенной решетки МГЗА для электронной стабилизации лучей.

2. Варианты сокращения набора параметров ПНС

В ходе имитационного моделирования обнаружена коррелированность параметров ПНС в смысле близких сигнальных отпечатков при ма-

лых изменениях параметров τ . В связи с этим напрашивается вывод о возможности сокращения набора параметров ПНС в интересах снижения нагрузки на процессор. В рассмотрении были два варианта сокращения: вариант 1 – изменение фокуса, поворот в двух плоскостях, вариант 2 – смещение вершины. Моделировалась одна итерация градиентного спуска алгоритма для этих двух вариантов [1]. Для вычисления сигнального отпечатка использовался алгоритм акустического приближения, описанный и верифицированный в [2]. Сводные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – количество операций в итерации алгоритма реконструкции

Операция \ набор	$\{\Delta F; \alpha_y; \alpha_z; \Delta x; \Delta y; \Delta z\}$	$\{\Delta F; \alpha_y; \alpha_z\}$	$\{\Delta x; \Delta y; \Delta z\}$
кол-во сложений	318 499	175 693	166 070
кол-во вычитаний	186 336	106 476	95 157
кол-во умножений	672 382	385 189	365 928
кол-во делений	84 347	48 683	48 117
кол-во функциональных вызовов (sin, cos и т.д.)	83 258	47 576	47 560
Суммарное кол-во операций	1 344 822	763 617	722 832

Имитационное моделирование проводилось при максимальном шаге дискретизации поверхности рефлектора $\Delta = 3\lambda$, в соответствии с рекомендациями [2]. По сравнению с полным набором параметров сокращение по первому варианту уменьшает нагрузку на процессор на 43%, по второму – на 46% (по суммарному количеству операций).

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования следует, что с точки зрения вычислительной нагрузки (по суммарному числу итераций) оба варианта сокращения параметров ПНС примерно одинаковы.

Следует отметить, что во втором варианте количество умножений, делений и функциональных вызовов, т.е. наиболее затратных для процессора/контроллера операций, меньше, чем в первом варианте.

Список литературы

1. Yuri Choni, Anatoly Dardymov “Reducing Set of Parameters of the Best-Fit Paraboloid at Electronic Compensation for Thermal Distortion of a Satellite Hybrid Antenna Reflector”, 2022 IEEE 8th All-Russian Microwave Conference (RMC), IEEE Xplore, DOI: 10.1109/RMC55984.2022.10079481
2. Мочалов В.В. Аттестация алгоритма акустического приближения // Успехи современной радиоэлектроники, №12, 2019г, С. 124-128

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО И МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА В ЗАДАЧАХ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ

Даххам Д.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARISON OF THERMAL AND MICROWAVE HEATING IN THE PROBLEMS OF OIL DESALTING

Jerdavi Dakhham

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрены влияние температуры, которая способствует выделению большего количества солей, которые не экстрагируются при низкой температуре. Микроволновой нагрев позволил обеспечить более объемное выделение солей, чем традиционная схема нагрева.

Abstract

The report examined the effect of temperature, which promotes the release of more salts that are not extracted at low temperatures. Microwave heating allowed for a larger release of salts than the traditional heating scheme.

1. Введение

Одной из важнейших задач нефтяной промышленности является разработка механизмов, облегчающих разделение эмульсий вода в нефти и улучшающих удаление солей из нефтяной матрицы. Хотя существует несколько способов извлечения солей, они все же имеют экономические и/или эксплуатационные недостатки.

2. Сравнение теплового и микроволнового нагрева

Была проведена идентификация солей, существующих в водной фазе, извлеченной из сырой нефти в процессе деэмульгации, вызванной микроволновым излучением или обычным нагреванием.

Результаты сравнения показывают, что выделенные соли могут мигрировать из сырой нефти в водную фазу в зависимости от рабочих параметров процесса деэмульгации, включая режим нагрева (микроволны/обычный нагрев), время процесса, температуру и рН водной фазы.

Микроволновой нагрев позволил обеспечить более широкий профиль выделения солей, чем традиционная схема нагрева. Повышение температуры способствует наиболее равномерному распределению соединений с более широким диапазоном солей. Изменение рН водной фазы от кислого к щелочному изменяет профиль солевых распределений.

Разделение солей между водной и нефтяной фазами, вызванное микроволновым облучением, развивается нарастающими темпами. Эта технология является многообещающей и заслуживает дальнейших исследований в направлении применения микроволн в качестве инструмента для одновременного достижения двух весьма важных целей: разделения эмульсий и удаления солей и кислот, существующих в нефтяной фазе.

3. Заключение

Нагрев эмульсии с использованием традиционных термических процессов осуществляется с использованием классических механизмов теплопередачи, главным образом за счет проводимости и конвекции. Ожидается, что повышение температуры может усилить эти механизмы и, в конечном итоге, повысить скорость диффузии частиц солей как внутри непрерывной фазы эмульсии, так и на границе раздела, тем самым способствуя разделению нефти и соли. Также в режиме микроволнового нагрева было получено более высокое выделение солей при более высоких температурах. Повышение температуры может снизить вязкость твердой пленки, образованной природными поверхностно-активными веществами. Таким образом, подвижность соединений на границе раздела нефть-вода может быть улучшена, и вероятно последующая миграция солей с границы раздела в водную фазу.

Список литературы

1. Даххам Д., Кувшинов Н.Е., Сарварова Л.М., Смирнов С.В., Морозов Г.А. Модель СВЧ-нагрева водонефтяных эмульсий в установке для ее обезвоживания и обессоливания // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 5. С. 106-108.

2. Даххам Д., Кувшинов Н.Е., Сарварова Л.М., Смирнов С.В., Морозов Г.А. Стенд для СВЧ-нагрева водонефтяных эмульсий с целью их обезвоживания и обессоливания // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 5. С. 109-112.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ

Даххам Д.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EXPERIMENTAL PROCEDURES FOR OIL DESALTING TASKS

Jerdavi Dakhham

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрены экспериментальные процедуры для задач обессоливания нефти, проведенных на стенде, разработанном в НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ.

Abstract

The report discusses experimental procedures for oil desalting problems carried out on a stand developed at the R&D of AEPLS in KNRTU-KAI.

1. Введение

Исследованы процедуры лабораторных испытаний аналогичны процедурам на установке по опреснению сырой нефти. В испытательный контейнер наливают определенное количество сырой нефти и добавляют в него немного пресной воды. Качество этой воды отличается от качества водных эмульсий сырой нефти, поскольку эта вода аналогична пресной воде и содержание солей в ней незначительно.

2. Экспериментальные процедуры

После обзора статей в области микроволновой обработки водонесущих эмульсий, посвященных процессам разделения и синтеза химических материалов, сначала для испытаний была использована бытовая микроволновая печь с максимальной мощностью 900 Вт и инфракрасный термометр. Но из-за низкой эффективности бытовой микроволновой печи из-за незна-

чительного водоотделения в дальнейшем для испытаний была использована новая модифицированная микроволновая печь с максимальной мощностью 1800 Вт. Эффективность новой установки оказалась выше, чем у предыдущей печи. Но после этого было принято решение использовать испытательный стенд, разработанный в НИИ ПРЭФЖС [1]. Первая задача эксперимента – снижение солености сырой нефти. Вторая причина заключается в решении задачи уменьшения количества кристаллов солей в фазе сырой нефти за счет закачки воды. В литературе сообщается, что количество добавленной пресной воды составляет максимум 40% сырой нефти. В этом исследовании масштаб закачки пресной воды рассматривается от 5% до 25%, так что мы можем увидеть влияние количества закачиваемой воды на процесс деэмульгации сырой нефти. В промышленности циклонный насос используется для смешивания пресной воды и сырой нефти. Из-за турбулентных условий смесь пресной воды и сырой нефти после прохождения через клапан превращается в одну однородную жидкость. Комбинация воды и сырой нефти становится однородной после 5 минут перемешивания миксером. Необходимо отметить, что в качестве контроля предусмотрена проба нефти того же объема, поэтому влияние микроволнового излучения на процесс обессоливания нефти можно изучить путем сравнения контрольной пробы и пробы в микроволновом устройстве. После выполнения описанных выше действий был использован стандартный бутылочный тест для определения количества отделенной воды. Бутылочный тест – широко известный тест в нефтяной промышленности. Целью этого испытания является исследование эффективности различных деэмульгаторов для отделения воды от нефти. Используя результаты бутылочного теста, можно с хорошей точностью предсказать действие деэмульгаторов в реальной производственной системе. Процедура этого испытания заключается в помещении образцов, полученных из микроволнового устройства, в печь при температуре 80°C на 12 часов с целью измерения и сравнения количества и скорости отделения воды от нефти. С помощью этого теста можно сравнить влияние различных параметров на процесс обессоливания нефти.

Список литературы

1. Даххам Д., Кувшинов Н.Е., Сарварова Л.М., Смирнов С.В., Морозов Г.А. Стенд для СВЧ-нагрева водонефтяных эмульсий с целью их обезвоживания и обессоливания // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 5. С. 109-112.

УДК 681.586.5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Евлампиев Н.Ю.

Научный руководитель: Сычёв А.С., инженер
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань)

EFFICIENCY EVALUATION OF PARABOLIC MIRROR ANTENNA

Evlampiev N.Yu.

Supervisor: Sychev A.S., engineer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается классический метод оценки эффективности параболической зеркальной антенны.

Abstract

In this article, a classical method for evaluating the efficiency of a parabolic mirror antenna is given.

1. Введение

Важным этапом проектирования антенны является оценка её радиотехнической эффективности. Под эффективностью подразумевается отношение реального значения оцениваемого параметра к идеальному (теоретически достижимому). Для апертурной антенны это эквивалентно КИП – ν . Параметр $g = \text{КИП} * \text{КПД}$ определяет эффективность зеркальной антенны. Метод теоретического определения этого важнейшего параметра зеркальных антенн хорошо известен и подробно описан, например, в [1].

2. Описание

Для определения эффективности зеркальной антенны реальных облучателей их диаграмма направленности в передней полусфере аппроксимируется функцией [2], зависящей от угловой координаты Ψ :

$$F(\Psi) = \cos^n(\Psi),$$

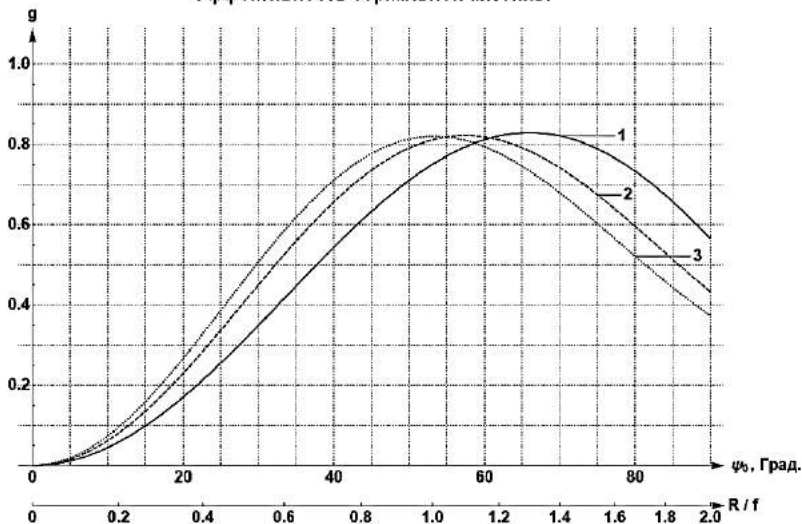
где n – параметр аппроксимации. Для наиболее употребляемых на практике облучателей параметр аппроксимации лежит в интервале 1 – 2.

Эффективность зеркальной антенны зависит только от диаграммы направленности облучателя $F(\Psi)$ и угла раскрыва зеркала Ψ_0 :

$$g(\Psi_0, n) = 2(2n + 1) \left(\operatorname{ctg} \left(\frac{\Psi_0}{2} \right) \int_0^{\Psi_0} \cos^n(\theta) \operatorname{tg} \left(\frac{\theta}{2} \right) d\theta \right)^2.$$

где θ - угловая координата сферической системы координат.

Эффективность зеркальной антенны



1. g при $F(\psi) = \cos(\psi)$

2. g при $F(\psi) = \cos^{1.8}(\psi)$

3. g при $F(\psi) = \cos^2(\psi)$

Рис. 1 – Зависимость эффективности зеркальной антенны от угла Ψ_0 (или отношения радиуса зеркала R к фокусному расстоянию $f - R/f$) при различных значениях параметра n

3. Заключение

Максимальная эффективность g достигает 0,82 (рис. 1.). На практике затенение облучателя и системы крепления, кроссполаризационные потери и ряд других эффектов приводят к уменьшению эффективности до 0,4-0,8.

Список литературы

1. Устройства СВЧ и антенны /Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд. 2-е доп. и перераб. - М.: Радиотехника, 2006. - 376 с.
2. Драбкин А. Л., Зузенко В. Л., Киселев А. Г. Антенно-фидерные устройства. – М.: Сов. Радио, 1974.

АНАЛИЗ ВЗАИМНОЙ СВЯЗИ В АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ

Емельянов А.А.

Научный руководитель: Лаврушев Владимир Никифорович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MUTUAL COUPLING ANALYSIS IN ANTENNA ARRAYS

Emelyanov A.A.

Supervisor: Vladimir N. Lavrushev, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается влияние соседних излучателей антенной решетки на контрольный излучатель, а также какое количество излучателей вносят большие искажения в ДН соседнего излучателя.

Abstract

The paper discusses the effect of neighboring radiators of the antenna array on the reference radiator, and which number of radiators introduce large distortions in the pattern of the neighboring radiator.

Для получения достоверных параметров при проектировании и расчете антенных решеток, состоящих из дискретных излучателей, необходимо иметь информацию о взаимном влиянии между излучателями[1]. Известно, что взаимная связь искажает параметры ДН и учет ее при проектировании приводит к снижению КНД и изменению формы диаграммы направленности.

Уровень взаимной связи между излучателями в антенных решетках, путем контроля КНД и формы парциальной ДН отдельного (контрольного) излучателя в зависимости от количества окружающих его излучателей. Известно, что взаимная связь контрольного излучателя с излучателями, стоящими на значительном расстоянии от него, будет незначительной и влияние на ДН контрольного излучателя, и ДН решетки, в целом, будет незначительно. Поэтому при исследовании параметров антенной решетки влияние «дальних» излучателей по отношению к контрольному излучателю

можно не учитывать с определенной степенью точности. (Для исследования предложенной методики были разработаны и представлены в докладе электродинамические частные модели в 3D исполнении). Также в сообщении приводятся результаты исследований реальной антенной решетки для случаев, когда вокруг контрольного излучателя располагалось шесть, двенадцать и восемнадцать излучателей. Приводятся расчетные парциальные диаграммы направленности контрольного излучателя в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

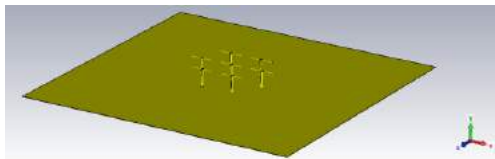


Рис. 1- Излучатель, окруженный шестью излучателями.

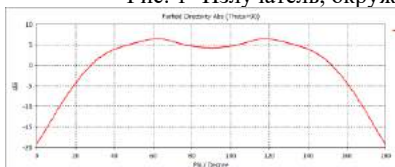


Рис.2-ДН в плоскости E для излучателя, окруженного шестью излучателями. Амплитуда глав. Макс. =6,45 дБи, ШДН=104,6°

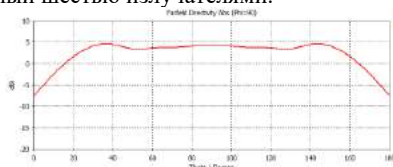


Рис.3-ДН излучателя в плоскости H, окруженного шестью излучателями. Амплитуда глав. Макс. =4,64 дБи, ШДН=140,1°

Результаты исследований свидетельствуют о том, что парциальные диаграммы направленности для случаев шести и двенадцати окружающих излучателей значительно отличаются друг от друга. При сравнении двенадцати и восемнадцати окружающих излучателей парциальные диаграммы отличаются незначительно. Можно сделать вывод, достаточно учитывать взаимное влияние для излучателей, окруженных двенадцатью соседними излучателями, а взаимную связь с остальными излучателями можно не учитывать. Исследование проводилось с использованием электродинамического моделирования в программе CST Studio.

Список литературы

1. Sazonov D.M. Antennas and microwave devices: Textbook for radio engineering specialties of higher educational institutions. - Moscow: Higher School. 1988.-432 p.: ill. ISBN 5-06-001149-6

МАГНЕТРОН СВЧ-ПЕЧИ

Иванова А. С.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MAGNETRON OF A MICROWAVE OVEN

Ivanova A.S.

Supervisor: Kochurova Svetlana Valeryevna, senior teacher

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена изучению магнетрона - ключевого компонента СВЧ-печи. Магнетрон является источником микроволновой энергии, необходимой для нагрева пищи. Рассматриваются принцип работы магнетрона и его структура.

Abstract

This article is devoted to the study of the magnetron, a key component of a microwave oven. The magnetron is a source of microwave energy needed to heat food. The principle of operation of the magnetron and its structure are considered.

1. Introduction

A magnetron is an electronic device that generates microwaves when a stream of electrons interacts with the electrical component of the microwave field in space. The efficiency of a microwave oven directly depends on the proper functioning of the magnetron, so understanding its operation and features is an important aspect for safety when using a microwave oven.

2. The principle of operation of the magnetron

The magnetron is one of the most common high-efficiency microwave generators capable of generating vibrations - both small and large power levels. [1]. The magnetron of a microwave oven uses the movement of electrons in mutually perpendicular magnetic and electric fields created in the annular gap between the cathode and the anode (Fig. 1). An anode voltage is applied between

the electrodes, which creates a radial electric field. Under its action, electrons escape from the heated cathode and rush to the anode.

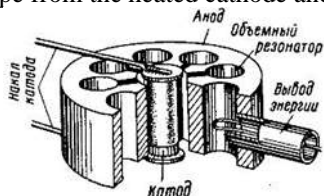


Fig. 1 – Magnetron of a microwave oven

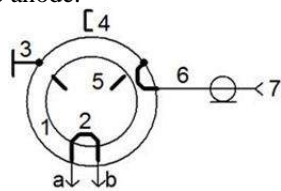


Fig. 2 – Magnetron structure

The anode block is placed between the poles of an electromagnet, which creates a magnetic field in the annular gap directed along the axis of the magnetron. Under the influence of a magnetic field, the electron deviates from the radial direction and moves along a complex spiral trajectory [2]. A rotating electron cloud with tongues is formed in the space between the cathode and the anode. When electrons fly past the slots of the anode's volumetric resonators, they excite high-frequency vibrations in them.

The structure of magnetron is depicted in Fig. 2, where 1- a cylinder with a waveguide, from which air is pumped out to allow the unhindered movement of electrons; 2- an incandescent cathode is a source of electrons; 3- the anode is a receiver of electrons with a positive potential relative to the cathode; 4- permanent magnet; 5- resonators; 6- coaxial cable; 7- HF (high frequencies) emitter [3].

Conclusion

The magnetron plays a key role in the operation of a microwave oven because it provides the necessary microwave energy to heat food. Understanding the operation of the magnetron allows users to operate the microwave oven correctly. It is important to monitor the condition of the magnetron, carry out regular inspection and maintenance to ensure a long service life and safe use of the microwave oven.

References

1. Воскобойник М.Ф., Черников А.И. Техника и приборы СВЧ, 1982.
2. <https://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1247-kak-ustroen-i-rabotaet-magnetron.html>
3. <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004376?ysclid=luft8dn4tx810407693>

ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Ишмияров А.А., Грахова Е.П., Воронков Г.С.
(Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа)

PHASED ARRAY ANTENNA FOR MOBILE RADIO NETWORKS

Ishmiyarov A.A., Grakhova E.P., Voronkov G.S.
(Ufa University of Science and Technology, Ufa)

Аннотация

В статье представлена модель плоской фазированной антенной решетки для установки на транспортные средства в целях увеличения безопасности дорожного движения.

Abstract

The article presents a model of a flat phased array antenna for installation on vehicles in order to increase road safety.

1. Введение

Рост числа транспортных средств в современном мире провоцирует большее число аварий с участием автомобилей. В этом контексте использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) представляется как возможное решение, позволяющее повысить безопасность дорожного движения посредством связи в режиме реального времени между транспортными средствами. Периодически обмениваясь данными о положении, скорости, ускорении и т.д., автомобили создают карту окружающих транспортных средств. Такая технология получила название *Vehicle-to-vehicle* (V2V). Для эффективного взаимодействия предполагается установка на транспортные средства специального оборудования (в том числе антенн) для обмена информацией. Основные требования к антенне сформулированы в [1]: возможность работы в диапазоне 5800 ± 75 МГц, небольшой геометрический размер для помещения в экстерьер автомобиля, возможность электронного сканирования пространства перед автомобилем. Исходя из этого была выбрана реализация в виде плоской фазированной антенной решетки (ФАР).

2. Модель ФАР

Моделирование ФАР проведено в среде *CST Studio Suite*. В качестве материала подложки был выбран материал *F4BM255* ($\epsilon = 2,55$) толщиной 1,524 мм и толщиной слоя металлизации (материал – медь) 35 мкм. Питание организовано по коаксиальному кабелю. Плоскость заземления размещается на обратной стороне подложки и совпадает с ней по площади. Форма решетки – прямоугольная, количество излучателей выбрано равным восьми, исходя из требований к минимальному коэффициенту усиления (КУ) и миниатюрности ФАР. Получившаяся модель размером 108x86 мм легко монтируется под бампер автомобиля. По результатам моделирования обратные потери в диапазоне 6 ± 3 ГГц не превышают минус 19 дБ, что превосходит представленные выше требования.

На рисунке 1 показана диаграмма направленности (ДН) ФАР, КУ в горизонтальной плоскости равен 8,69 (9,39 дБи), сектор сканирования 82 градуса с шириной главного лепестка 29,4 градуса. Данный результат удовлетворяет требованиям по сканированию пространства непосредственно перед автомобилем. Для обзора боковых областей предполагается использование одиночных излучателей, ориентированных перпендикулярно направлению движения.

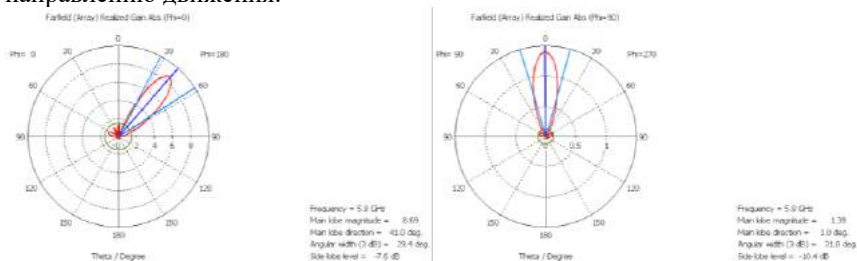


Рис. 1 – ДН антенной решетки в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

3. Заключение

Спроектированная ФАР удовлетворяет всем предложенным требованиям и является перспективным средством для реализации канала между транспортными средствами.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (соглашение № 21-79-10407).

Список литературы

1. A.A. Ishmiyarov, R.V. Kutluyarov, E.P. Grakhova, G.S. Voronkov / Microstrip Emitter Design for Application in V2X Beamsteering Systems // 2022 IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), 2022, pp. 279-284

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНЫХ АНТЕНН СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

Камардин А.Д.

Научный руководитель: Капустин Сергей Андреевич, к.т.н.
(Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексева)

NUMERICAL SIMULATION OF PLANAR ANTENNAS IN THE SUB- TERAHERTZ RANGE

Kamardin A.D.

Supervisor: Kapustin Sergey Andreevich
(Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev)

Аннотация

Представлены результаты численного моделирования логопериодической планарной антенны субтерагерцового диапазона (100 - 1000 ГГц) и двойной-щелевой антенны диапазона 350 ГГц. Антенны представляют собой тонкопленочное покрытие, нанесенное на кремниевую подложку. Численное моделирование проводилось в специализированном программном пакете CST STUDIO SUITE, также были рассмотрены методы и подходы, позволяющие сократить время моделирования.

Abstract

The results of a sequential study of a log-periodic planar antenna of a subterahertz network (100 - 1000 GHz) and a double slot antenna of a 350 GHz antenna are presented. The antenna is a thin film coating deposited on a silicon substrate. Numerical modeling was carried out in a specialized software package CST STUDIO SUITE, and methods and approaches were considered to reduce modeling time.

В настоящее время исследования в субтерагерцовом диапазоне частот находят широкое применение практически во всех областях, как от фундаментальных исследований, так и для практических приложений. Антенны, используемые в этом диапазоне, могут быть как гигантскими зеркалами телескопов, так и миниатюрными наноантеннами. В данной работе

представлены планарные антенны с перспективой интеграции в них сверхпроводниковых нанодетекторов.

Логопериодическая антенна удобна с точки зрения исследований тестовых структур нанодетекторов – она широкополосна и на одном образце можно проводить исследование характеристик нанодетектора на различных частотах. Исследуемые структуры представляют собой антенны (материал - золото), расположенные на кремниевой подложке толщиной 500 мкм (стандартная толщина промышленных подложек, также могут быть варианты 280 и 380 мкм), источник питания – дискретный порт с сопротивлением 50 Ом.

Для уменьшения количества счетных ячеек (и, соответственно, времени моделирования) антенна задается нулевой толщины. Это допустимо, т.к. в свойствах используемого библиотечного материала «Gold» не учитывается толщина скин-слоя, свойства металла прописаны как для «объемного материала» даже при нулевой толщине. В связи с этим, если толщина антенны много меньше длины волны (т.е. геометрический размер не вносит влияния на моделируемые характеристики) – можно использовать металлизацию нулевой толщины. Если же есть необходимость в моделируемых проектах исследовать характеристики с учетом скин-эффекта тонкой пленки, материал нужно задавать «вручную» через инструмент «thin panel». Были смоделированы проекты с антеннами толщиной 0, 200 нм и 1 мкм. Полученные результаты были одинаковы, а количество счетных ячеек изменялось 16377480, 17904600 и 18075120, соответственно. С точки зрения моделирования одиночной антенны изменение количества ячеек не велико, но в случае моделирования матриц таких антенн это существенно может сократить время моделирования.

РАЗРАБОТКА ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА X-ДИАПАЗОНА НА ПОДВЕШЕННОЙ ПОДЛОЖКЕ

Коперский В.В., Кириллов Г.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF AN X-BAND BANDPASS FILTER ON A SUS- PENDED SUBSTRATE

Kopersky V.V., Kirillov G.A.

Supervisor: Aydar R Nasybullin, dotsent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведено описание практического опыта разработки и синтеза компактного полосно-пропускающего микрополоскового фильтра на подвешенной диэлектрической подложке. Представлены результаты моделирования структуры фильтра, S-параметры модели и изготовленного макета.

Abstract

The article describes the practical experience of developing and synthesizing a compact band-pass microstrip filter on a suspended dielectric substrate. The results of modeling the filter structure, S-parameters of the model and the prepared layout are presented.

1. Введение

Высокочастотные полосовые фильтры обеспечивают защиту от воздействия внешних электромагнитных излучений, а также выделяют спектр полезного сигнала из прочих сигналов и шумов.

2. Описание устройства и разработка фильтра

В данной работе рассмотрен вариант создания полосно-пропускающего фильтра (далее – ППФ) на подвешенной подложке со встречно направленными полуволновыми и четвертьволновыми микрополосковыми резонаторами [1]. Такая конструкция позволяет обеспечить более крутые

склоны АЧХ и увеличить протяженность полосы подавления вследствие комбинаций взаимных и перекрестных связей резонаторов. Результаты моделирования фильтра представлены на рисунке 1.

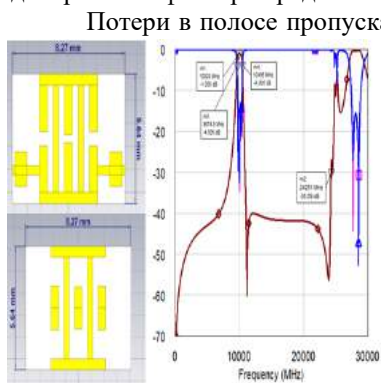


Рис.1 – Топология фильтра и S-параметры модели

Потери в полосе пропускания модели 1,05 дБ, полоса пропускания по уровню минус 3 дБ составила 820,1 МГц. Подавление модели фильтра за полосой пропускания составляет 40 дБ. Паразитная полоса пропускания по уровню минус 30 дБ начинается с частоты 24,2 ГГц.

По итогам моделирования был изготовлен макет ППФ, внешний вид макета и результаты измерения приведены на рисунке 2. Минимальные потери фильтра составили 2,475 дБ, полоса пропускания по уровню минус 3 дБ относительно вершины – 815 МГц. Подавление в полосе заграждения около 40 дБ.

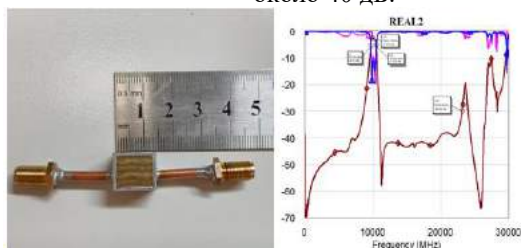


Рис.2 – Макет ППФ и его S-параметры

3. Заключение

Паразитная полоса пропускания по уровню минус 30 дБ у модели начинается с частоты 24,2 ГГц, у макета с частоты 23,15 ГГц. Разница потерь модели и реального образца достигает 1,47 дБ.

Список литературы

1. Миниатюрный полосно-пропускающий СВЧ-фильтр с подавлением уровня помех более 100 дВ в широкой полосе заграждения / Б. А. Беляев, А. М. Сержантов, В. В. Тюрнев [и др.] // Письма в Журнал технической физики. – 2013. – Т. 39, № 15. – С. 47-55. – EDN RCVYAP.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОТРАЖАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ВЕРХНИХ
ЧАСТОТ В КАЧЕСТВЕ КОРРЕКТОРА АМПЛИТУДЫ
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА**

Коперский В.В., Кириллов Г.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**NON-REFLECTIVE HIGH-PASS FILTER AS A HIGH-FREQUENCY
SIGNAL AMPLITUDE CORRECTOR**

Kopersky V.V., Kirillov G.A.

Supervisor: Aydar R Nasybullin, dotsent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведено описание разработки и синтеза микрополоскового корректора амплитуды высокочастотного сигнала на базе неотражающего фильтра верхних частот. Представлены результаты моделирования микрополосковой структуры, S-параметры изготовленного макета.

Abstract

The article describes the development and synthesis of a microstrip amplitude corrector for a high-frequency signal based on a non-reflecting high-pass filter. The results of modeling the microstrip structure, S-parameters of the manufactured layout are presented.

1. Введение

В высокочастотной технике часто сталкиваются с необходимостью выравнивания амплитудно-частотной характеристики трактов при сохранении приемлемого уровня согласования. Особенно актуальна эта задача для широкополосных усилителей мощности, вследствие уменьшения коэффициента усиления с ростом частоты.

2. Описание устройства и разработка фильтра

В данной работе рассмотрен вариант создания корректора амплитуды высокочастотного сигнала на базе неотражающего фильтра верхних

частот. Эти фильтры отличаются низким коэффициентом отражения в широкой полосе частот. Предлагается использовать склон АЧХ фильтра высоких частот для необходимого наклона и коррекции неравномерности коэффициента передачи усилительного тракта. Топология и результаты моделирования представлены на рисунке 1.

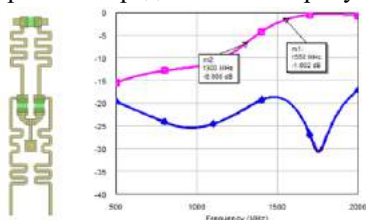


Рис.1 - Топология и S-параметры модели

2. В диапазоне частот макета от 1300 МГц до 1550 МГц наклон АЧХ составил 6 дБ.

На диапазоне от 1300 МГц до 1550 МГц обеспечивается линейный склон АЧХ в 5,3 дБ. В модели используются резисторы с сопротивлением 36 Ом и конденсатор с емкостью 2,2 пФ. По итогам проведенного моделирования был изготовлен макет. Внешний вид и результаты измерений представлены на рисунке

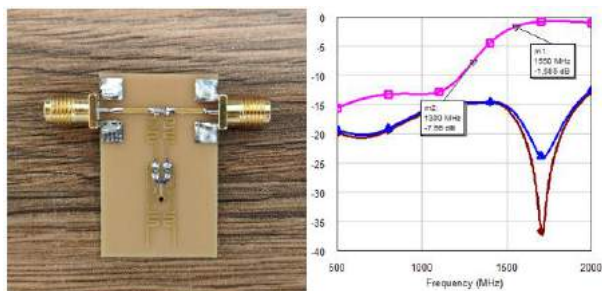


Рис.2 – Внешний вид макета и его S-параметры

3. Заключение

Достигнута удовлетворительная сходимость результатов моделирования и измерений макета. Разница отклонений склона АЧХ модели и реального образца достигает 0,7 дБ. Отклонения характеристик между моделью и макетом обусловлены нестабильностью характеристик диэлектрика и собственными паразитными параметрами SMD-компонентов.

Список литературы

1. Morgan M.A., Boyd T.A. Theoretical and experimental study of a new class of reflectionless filter. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 2011;59(5):1214–1221.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ АНТЕНН НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Кузнецов А.Е.

Научный руководитель: Кузнецова В.В., ассистент каф. НТВЭ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

IMPACT OF ANTENNA GEOMETRY ON ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY IN WIRELESS NETWORKS

Kuznetsov A.E.

Supervisor: Kuznetsova V.V.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются основные аспекты влияния формы, размера, расположения антенн на качество связи, радиочастотные параметры и выделение электромагнитных помех.

Abstract

The paper discusses the main aspects of the influence of antenna shape, size, location on communication quality, RF parameters and electromagnetic interference emission.

1. Введение

В современном мире беспроводные технологии стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Однако, успех беспроводных сетей зависит от эффективности антенн, которые обеспечивают связь между устройствами.

2. Геометрия антенн и ее влияние на связь

Антенна – это устройство, которое преобразуют энергию высокочастотного (ВЧ) колебания от передатчика в электромагнитную волну, способную распространяться в пространстве [1]. Или в случае приема, производить обратное преобразование — электромагнитную волну, в ВЧ колебания. Форма, размер и расположение антенн играют ключевую роль в определении радиочастотных характеристик устройства. Например, длина

антенны влияет на частоту работы и полосу пропускания устройства. Используя формулу $c = \frac{\lambda}{f}$, где c – скорость света, f – частот, λ - длина волны. Частота используется для определения длины волны, которая влияет на длину антенны. Длина антенны обратно пропорциональна частоте и, следовательно, прямо пропорциональна длине волны. Для более высоких частот длина волны ниже, а высота антенны короче. На диаграмму направленности антенны также влияет ее конструкция [1]. Форма антенны может определять ее направленность и поляризацию, что важно для качества связи. Расположение антенн относительно других элементов устройства может влиять на уровень помех.

3. Влияние электромагнитной совместимости.

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств – это способность этих средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных радиопомех и не создавать недопустимых радиопомех другим радиоэлектронным средствам [2].

Источники электромагнитных помех делятся на естественные (излучение атмосферы и излучение солнца) и искусственные (радиоэлектронные устройства). Интенсивность помех определяется количеством действующих излучателей, их мощностью, расположением в пространстве, формой диаграммы направленности антенн, условиями распространения радиоволн и т. д.

Для обеспечения хорошей электромагнитной совместимости антенн важно правильно проектировать и располагать их в сети, а также учитывать особенности окружающей электромагнитной среды.

4. Заключение.

Разнообразие типов и геометрии антенн позволяет выбрать наиболее подходящий вариант для конкретных задач, однако необходимо учитывать электромагнитную совместимость при проектировании и размещении антенн, чтобы избежать помех и обеспечить надежную работу системы и высокого качества связи.

Список литературы

1. Технологии современных беспроводных сетей WI-FI: учебное пособие / Смирнова Е.В., Пролетарский А.В., Ромашкина Е.А. [и др.]. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017 – 449 с.
2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: учебное пособие / В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров – Томск : Изд-во Томский гос. Университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 228 с.

УДК 533.6, 533.9, 535.3, 537.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Кузяев А.С.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич, д.ф.-м.н.,
профессор

*(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Н.Новгород)*

SIMULATION OF OVERCOMING A PLASMA SHELL SURROUND- ING AN AIRCRAFT BY A PLANE ELECTROMAGNETIC WAVE

Kuziaev A.S.

Supervisor: Aleksei S. Raevsky, professor

*(Nizhny Novgorod state technical university named after R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod)*

Аннотация

В работе проводится математическое моделирование прохождения плоской электромагнитной волны при ее нормальном падении через плазменную оболочку, окружающую летательный аппарат, входящий в плотные слои атмосферы. Модель строится на основе аналогии прохождения плоской волной резистивной пластины, аналогии преодоления потенциального барьера, правил геометрической оптики и теории графов. Моделирование и построение графиков проводится в среде MathWorks Matlab 2015.

Abstract

The paper provides mathematical modeling of the passage of a plane electromagnetic wave during its normal incidence through a plasma shell surrounding an aircraft entering the dense layers of the atmosphere. The model is based on the analogy of the passage of a resistive plate by a plane wave, the analogy of overcoming a potential barrier, the rules of geometric optics and graph theory. Modeling and plotting is carried out in the MathWorks Matlab 2015.

1. Введение

Нарушение радиоканала связи с летательным аппаратом, покрытым вследствие взаимодействия с плотными слоями атмосферы плазменной

оболочкой, остается предметом активных исследований. В связи с этим возникает необходимость моделирования преодоления плазменной оболочки электромагнитной волной.

2. Математическое моделирование

В работе проводится математическое моделирование прохождения плоской волны при ее нормальном падении через плазменную оболочку. Рабочий диапазон частот был выбран 1200 – 1700 МГц, как диапазон работы спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. По данным летных испытаний транспортного средства РАМ-С III была выбрана исследуемая высота, толщина плазменной оболочки, концентрация электронов, частота столкновений электронов. На основе указанных данных и значений постоянных была рассчитана частота плазмы и диэлектрическая проницаемость плазменной оболочки. Из решения системы уравнений [1], полученной на основе записи граничных условий для системы воздух-плазма-диэлектрик, и применения теории графов [2] для системы плазма-диэлектрик-проводник была получена амплитуда волны, прошедшей в проводник (далее – A_5).

Для иллюстрации на рисунке 1 приведены графики зависимости модуля A_5 от частоты при амплитуде падающей волны, равной единице, при разных параметрах диэлектрика: толщина $d = 5$ мм, диэлектрическая проницаемость $\epsilon_d = 100, 300, 500, 700$; $\epsilon_d = 100, d = 5$ мм, 10 мм, 15 мм, 20 мм.

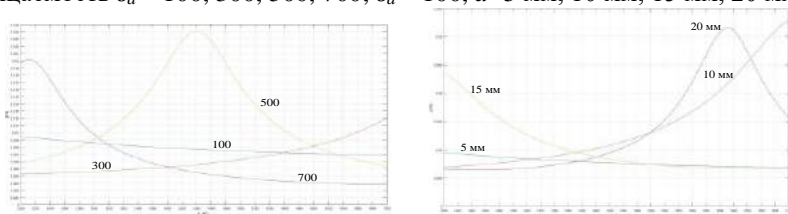


Рис. 1 – Результаты моделирования

3. Заключение

На графиках видны резонансы, положение которых определяется параметрами диэлектрика. Подобрал нужные параметры, а также исследовал влияние параметров плазмы, можно сконструировать приемную систему для преодоления плазменной оболочки.

Список литературы

1. Илларионов Ю.А., Раевский А.С., Раевский С.Б., Седаков А.Ю. Устройства СВЧ- и КВЧ- диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технология изготовления. – М. Радиотехника, 2013, – 751 с.
2. Семёнов Н.А. Техническая электродинамика. Учебное пособие для вузов. М., Связь, 1973. – 480 с.

ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ

Курьянова Е.А., Лифарева Д.Д.

Научный руководитель: Гильфанова Альмира Фанисовна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHASED ANTENNA ARRAYS

Kuryanova E.A., Lifareva D.D

Supervisor: Almira F. Gilfanova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждаются способы формирования волнового фронта в антенных решетках. Представлены принципы построения активных и пассивных фазированных антенных решеток.

Abstract

This paper discusses the methods of wave front formation in antenna arrays. The principles of construction of active and passive phased antenna arrays are presented.

1. Введение

На сегодняшний день антенные системы, способные управлять диаграммой направленности (ДН) активно применяются в системах связи и радиолокации. В таких системах широко используются сигналы с КАМ модуляцией, также возможно применение quasi-QAM сигналов для увеличения скорости передачи и помехозащищенности сигнала [1]. Использование таких антенных систем открывает возможности для формирования мультисфокусированного излучения [2], что позволит применять такие системы повсеместно.

2. Модели формирования фазированных решеток

Антенные решетки (АР), способные формировать специальные диаграммы направленности с помощью регулировки амплитудно-фазового распределения полей на излучающих элементах определяются как фазированные антенные решетки. Такие системы, как правило, делятся на пассивные (ПФАР) и активные (АФАР) [3].

В ПФАР мощности центрального радиопередатчика разделяется по излучателям АР через отдельные фазовращатели. Они преобразуют фазу сигнала так, что волновой фронт ФАР распространяется в определенном направлении с необходимой шириной ДН. В то время как в АФАР волновой фронт формируется путем изменения амплитудно-фазового распределения полей возбуждения с помощью активных устройств. Каждая ячейка активной ФАР состоит из излучателя, приемника и фазовращателя, которые работают независимо от остальных элементов.

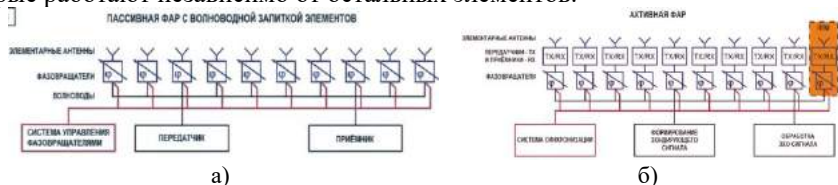


Рис. 1 – Пассивная: ФАР (а); активная ФАР (б)

3. Заключение

Из приведенного исследования можно сделать вывод, что каждая из систем имеет свои преимущества и недостатки. К минусам пассивной ФАР относят то, что неисправность в работе единственного излучателя пассивной ФАР означает выход из строя всей системы. Также фазированные антенные решетки отличаются высокой стоимостью, а также сложностью управления диаграммой направленности.

Список литературы

1. Гильфанова А.Ф. Один из вариантов повышения помехозащитности цифровых каналов связи с quasi-QAM / А.Ф. Гильфанова, Д.А. Веденькин // *Электроника, фотоника и киберфизические системы*. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 41-48.
2. Гильфанова А.Ф. Метод мультифокусировки электромагнитного поля в три точки пространства // *XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодежной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года*. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3696-3700.
3. Гильфанова А.Ф. Фазированные антенные решетки в задачах радиолокации / А.Ф. Гильфанова, Е.А. Курьянова, Д.Д. Лифарева // *VI Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2023. «Физика и технические приложения волновых процессов ФиТПВП-2023»: Материалы XX Международной научно-технической конференции, Казань, 22 – 24 ноября 2023 года*. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2023. – Т. 3. – С. 45-46.

ФОКУСИРОВКА В БЛИЖНЕМ ИЗЛУЧЕННОМ ПОЛЕ

Курьянова Е.А., Лифарева Д.Д.

Научный руководитель: Гильфанова Альмира Фанисовна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FOCUSING IN THE NEAR RADIATED FIELD

Kuryanova E.A., Lifareva D.D

Supervisor: Almira F. Gilfanova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждаются принципы формирования сфокусированного электромагнитного поля. Представлены модели формирования эффекта фокусировки.

Abstract

This paper discusses the principles of formation of a focussed electromagnetic field. Models for the formation of the focusing effect are presented.

1. Введение

Формирование сфокусированного излучения в ближней зоне открывает новые возможности для применения приемо-передающих устройств. Это возможно реализовать благодаря использованию существующих положений для дальней зоны и для случая фокусировки в область ближнего излученного поля [1].

2. Модели формирования электромагнитного излучения

Для того чтобы сформировать сфокусированное электромагнитного излучение, которое создается антенной решеткой, необходимо добиться такого эффекта, чтобы каждый элемент антенной решетки генерировал поля, которые складываются по фазе в одной или нескольких заданных областях пространства. Распределение поля определяется формулой:

$$E(x, y, z) = \sum_{m=1}^M \frac{I \cdot e^{-i \cdot k \cdot (R - R_m(x, y, z))}}{R_m(x, y, z)},$$

где I – амплитуда возбуждения излучателей, R – расстояние до точки фокусировки, $R_m(x, y, z)$ – расстояние от n -го излучателя до точки (x, y, z) .

Однако, следует отметить, что модель, сфокусированная в области ближнего излученного поля, в сравнении с моделью поля в дальней зоне, должна учитывать множество факторов, которые могут существенно влиять на сигналы, рассматриваемые в ближнем излученном поле. Среди таких параметров отмечаются: неоднородность диаграммы направленности, поляризация сигнала, зависимость от угла возвышения, а также тип антенны, ее размеры, ориентацию и т.д.

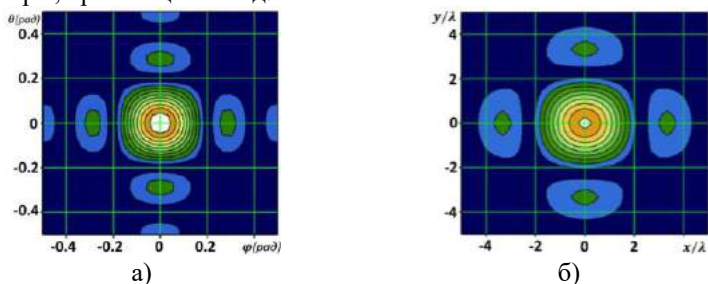


Рис. 1 – Нормированное распределение напряженности электрического поля а) $E(\theta, \varphi)$ в дальней зоне, б) в фокальной плоскости [2]

3. Заключение

Из приведенного исследования можно сделать вывод, что электромагнитные поля, рассматриваемые в дальней зоне и в ближней зоне излучения антенны аналогичны. Схожесть наблюдается в зависимости ширины главного луча диаграммы направленности и уровня боковых лепестков от амплитудно-фазового распределения излучающих токов и электрических размеров апертуры.

Список литературы

1. Гильфанова А.Ф. Метод мультифокусировки электромагнитного поля в три точки пространства // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3696-3700.
2. Веденькин, Д.А. Сфокусированные антенны в задачах неразрушающего радиоволнового контроля / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников // Системы управления, связи и безопасности. – 2023. – № 2. – С. 131-146.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ

Петрова А.З.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

THE FIBER-OPTIC SENSOR SYSTEM OF A LABORATORY MICROWAVE INSTALLATION

Petrova A.Z.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье описывается сенсорная часть лабораторной технологической СВЧ-установки для контроля мощностей.

Abstract

The article describes the sensor part of a laboratory technological microwave installation for power control.

1. Введение

Разработанная система может быть использована в задачах с широким спектром возможностей по созданию заданных распределений интенсивностей ЭМП в рабочих камерах как равномерных, так и сфокусированных в область или точку.

2. Структурная схема сенсорной части лабораторной технологической установки СВЧ-диапазона

Структура построения предложенной сенсорной части имеет в своем составе две подсистемы А и Б (рис. 1).

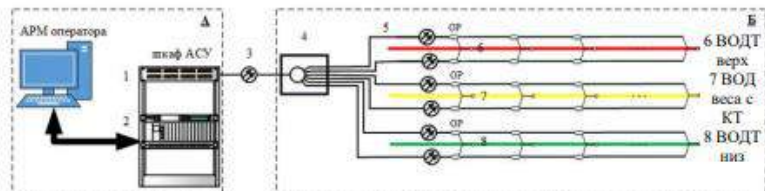


Рис. 1. Структурная схема сенсорной части лабораторной СВЧ-установки

Подсистема А включает в себя АРМ оператора и шкаф АСУ с оптическим кроссом 1 и радиофотонным интеррогатором 2. Подсистемы А и Б соединяются магистральным волоконно-оптическим кабелем 3.

Подсистема Б включает оптический кросс 4 с набором сплиттеров 1:((11+1+11)×N) (где 11 – число линий ВОДТ наверху и внизу камеры; 1 – линия для волоконно-оптических датчиков (ВОД) по весу ОМ; N – требуемое число датчиков на одну линию: 9 для ВОДТ; 8 для четырех ВОД по весу ОМ и четырех ВОДТ для компенсации температуры (КТ)); волоконно-оптический кабель 5 для прокладки коммуникаций в СВЧ-установке; набор ВОДТ и ВОД, размещенных на соответствующих ветвях измерений 6, 7, 8. Соединение датчиков осуществляется с помощью оптических разветвителей ОР типа каплер, имеющих малые габариты и низкую стоимость.

Для реализации сенсорной сети адресные датчики на двухкомпонентных АВБС (ДАВБС) записываются в одномодовом волокне в местах, соответствующих установке ТП, так что в каждый ТП встроена одна ДАВБС. Радиофотонная система опроса 2 – интеррогатор (РФИ) использует в своей работе мультиплексирование последовательности ДАВБС по адресным частотам, уникальным для каждой из них, например, по 11 каналам, в котором расположены по 9 ТП.

Когда температура конкретной ДАВБС меняется, центральная длина волны отражения ее спектра изменяется пропорционально. Изменение центральной длины волны $\Delta\lambda_B$ запишется в виде:

$$\Delta\lambda_B = 2\left(\lambda \frac{\delta n_{eff}}{\delta T} + n_{eff} \frac{\delta \lambda}{\delta T}\right)\Delta T \quad (1)$$

Относительная погрешность измерения температуры при использовании ДАВБС и их мультиплексировании по адресным частотам достигает $\pm 0,01^\circ\text{C}$ [1].

3. Заключение

Новая система измерения распределения температур в обрабатываемом материале имеет очень простую структуру, образованную широкополосным лазерным диодом и матрицей термопреобразователей, в каждую из которых встроены датчик температуры на основе МАВБС с уникальной адресной частотой для ДАВБС.

Список литературы

1. Морозов О.Г. Адресные волоконные брэгговские структуры в квази-распределённых радиофотонных сенсорных системах / О.Г. Морозов, А.Ж. Сахабутдинов // Компьютерная оптика. - 2019. - Т. 43. - № 4. - С.535-543

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
МОЩНОСТИ, ОТРАЖЕННОЙ ОТ ОБРАБАТЫВАЕМОГО
МАТЕРИАЛА ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ**

Петрова А.З.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**SOLVING THE PROBLEM OF CONTROLLING THE DISTRIBUTION
OF POWER REFLECTED FROM THE PROCESSED MATERIAL
DURING MICROWAVE HEATING**

Petrova A.Z.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлено решение задачи контроля распределения мощности, отраженной от обрабатываемого материала

Abstract

The article presents a solution to the problem of controlling the distribution of power reflected from the processed material.

1. Введение

Рассеивание диэлектрической мощности имеет значение для процесса нагрева ОМ. Однако общий коэффициент отражения также представляет большой интерес, поскольку в случае отсутствия его учета могут возникнуть искажения, приводящие к искажению восстанавливаемого поля температур в обрабатываемом материале по показаниям поля термопреобразователя, расположенного за ним.

2. Модель распространения электромагнитных волн для рассмотрения процессов отражения

Плоская волна взаимодействует с диэлектрическим материалом, ориентированным перпендикулярно вектору Пойнтинга падающей волны. На границе свободного пространства и материала возникают коэффициенты отражения.

На этом этапе нам нужно различать входное и выходное отражение волны от материала, поскольку их коэффициенты различаются. Кроме того, очевидно, что часть мощности падающей волны P_0 остается внутри материала и постепенно ослабляется материалом, как показано на рис. 1.

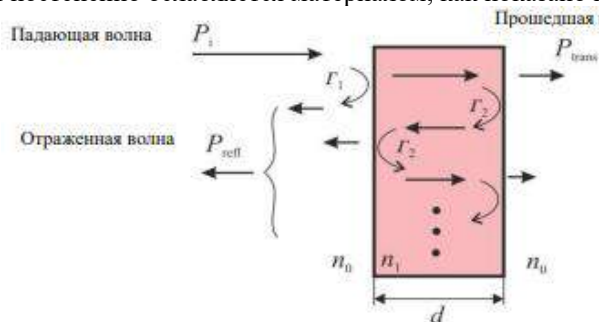


Рис. 1. Упрощенная модель распространения электромагнитных волн для рассмотрения процессов отражения

Коэффициент полного отражения может быть описан как суперпозиция отражений на границах раздела. Из-за толщины материала d вклад второго отражения вносит дополнительный фазовый сдвиг, который необходимо учитывать для суперпозиции. Полное отражение Γ рассчитывается по формуле:

$$\Gamma = \sqrt{\frac{P_{\text{отр}}}{P_0}} = \frac{j(n_0^2 - n_1^2) \sin(kd)}{2n_0 n_1 \cos(kd) - j(n_0^2 + n_1^2) \sin(kd)} \quad (1)$$

где j – мнимая единица, а k – соответствующее волновое число.

Реальный нагрев, является переходным процессом [1] и зависит от массы материала m и его удельной теплоемкости c_w . Его можно описать как:

$$\Delta T = P(z) c_w m t \quad (2)$$

3. Заключение

Уравнения (2)-(3) показывают, что нагрев ОМ прямо пропорционален мощности СВЧ-излучения. Однако для расчета распределения электрического микроволнового поля необходимо учитывать квадратный корень из зарегистрированной разности температур для каждого ТП, установленного внизу камеры для прошедшей мощности и вверху для отраженной мощности.

Список литературы

1. Морозов Г.А. Способ измерения распределения теплового поля нагрева СВЧизлучением и устройство для его осуществления / Г.А. Морозов, Ю.И. Чони, Б.А. Акишин и др. // Патент РФ 2099727. Оpubл. 20.12.1997.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
МОЩНОСТИ, ПРОШЕДШЕЙ ЧЕРЕЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ
МАТЕРИАЛ ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ**

Петрова А.З.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**SOLVING THE PROBLEM OF CONTROLLING THE DISTRIBUTION
OF POWER PASSED THROUGH THE PROCESSED MATERIAL
DURING MICROWAVE HEATING**

Petrova A.Z.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье приведен анализ распределения мощности в сочетании с учетом температуры обрабатываемого материала, которое необходимо получить косвенно из распределения поля поглощающих термопреобразователей, установленных за объектом СВЧ-нагрева.

Abstract

The article presents an analysis of the power distribution in combination with taking into account the temperature of the processed material, which must be obtained indirectly from the field distribution of absorbing thermal converters installed behind the microwave heating object.

1. Введение

СВЧ-нагрев имеет массу преимуществ по сравнению с традиционными методами нагрева, например, экономит энергию и время. Но неоднородное распределение ЭМП приводит к неравномерности распределения температуры.

2. Модель распространения ЭМВ в обрабатываемом материале.

Рассмотренные в обзорах [1,2] наиболее эффективные способы измерения температуры сводятся к оптоволоконному термометру, инфракрасному термометру или инфракрасной камере.

Недостаток знания о диэлектрической проницаемости обрабатываемого материала (ОМ) предполагается компенсировать установкой единого поля термopреобразователей (ТП) с встроенными в них волоконно-оптическими термометрами. Модель распределения мощности ЭМП показана на рис. 1.

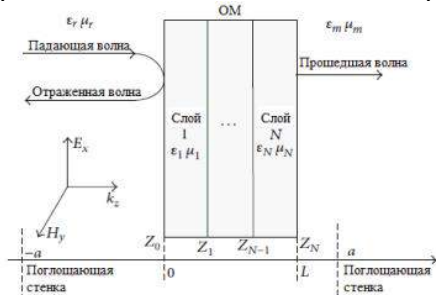


Рис. 1. Модель распространения электромагнитных волн

Установим, что нагреваемый образец имеет N одинаковых слоев, тогда решения связанных уравнений Максвелла могут быть представлены по закону Ламберта волной распространения и отражения в виде:

$$\begin{aligned} E_{x,0} &= A_0 e^{ik_0 z} + B_0 e^{-ik_0 z} & z < 0 \\ E_{x,n} &= A_n e^{ik_n z} + B_n e^{-ik_n z} & 0 < z < L, n = 1 \dots N \quad (1) \\ E_{x,N+1} &= A_{N+1} e^{ik_{N+1} z} + B_{N+1} e^{-ik_{N+1} z} & z > L \end{aligned}$$

Обозначим через P_0 падающую мощность, которая является управляемой переменной в реальных приложениях. Тогда электрическая амплитуда при $z < 0$ может быть рассчитана по формуле

$$A_0 = E_0 = \sqrt{2P_0 / c\epsilon_0} \quad (2)$$

На основании (2) поглощаемая мощность в n -м слое, равна

$$P(z) = \frac{1}{2} \omega \epsilon_0 \epsilon_n'' E_{x,n}(z) E_{x,n}^*(z)$$

3. Заключение

Интегральная мощность, падающая на ТП, будет равна разности падающей начальной мощности и мощности, поглощенной в нагреваемом слое. Таким образом, приведенное выше решение задачи будет справедливо и для второго нагреваемого слоя – слоя ТП.

Список литературы

1. Низкоинтенсивные СВЧ-технологии (Проблемы и реализации) / Под ред. Г. А. Морозова и Ю. Е. Седельникова. - Москва: Радиотехника, 2003. – 132 с.
2. Kappe C.O. How to measure reaction temperature in microwave-heated transformations /C.O. Kappe // Chem. Soc. Rev. - 2013. - Vol. 42(12). - P. 4977-4990.

**ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР
ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И
МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE**

Образцова Д.В.

Научный руководитель: Малахов Василий Алексеевич, д.т.н., профессор
(Нижегородский государственный технический университет им.
Р.Е. Алексеева, Н.Новгород)

**ELECTRODYNAMIC MODELING IN CAD OF FILTERS FOR BUILD-
ING DIPLEXERS AND MULTIPLEXERS OF LTE BASE STATIONS**

Obraztsova D.V.

Scientific supervisor: Malakhov Vasily Alekseevich, professor
(Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod)

Аннотация

Данная работа посвящена проектированию фильтров, которые используются в диплексерах и мультиплексорах базовых станций LTE. В данной работе рассматриваются возможные подходы к реализации фильтра, а также способы моделирования этого фильтра с использованием систем автоматизированного проектирования Ansys HFSS и CST Studio Suite.

Abstract

This work is devoted to the design of filters that are used in diplexers and multiplexers of LTE base stations. This paper discusses possible approaches to implementing a filter, as well as methods for modeling this filter using Ansys HFSS and CST Studio Suite computer-aided design systems.

1. Введение

Особое место среди СВЧ ППФ занимают фильтры, входящие в состав мультиплексоров, в частности, диплексеров, применяемых в системах сотовой связи. Широкое применение нашли конструкции фильтров и диплексеров на коаксиальных резонаторах. В настоящее время продолжается совершенствование конструкций фильтров и диплексеров с точки зрения технологии их изготовления и сборки.

2. Моделирование фильтров диапазонов n78 и b7 с использованием

систем автоматизированного проектирования

В настоящей работе рассмотрено моделирование фильтров диапазонов n78 и b7 с использованием систем автоматизированного проектирования Ansys HFSS и CST Studio Suite. Использование САПР при решении задачи проектирования фильтра позволяет разрабатывать конструкцию фильтра с учётом влияния на характеристики фильтра корпуса и связей между звеньями фильтра, а также обеспечить анализ параметров электромагнитного поля в объёме проектируемого фильтра и осуществить строгий расчёт его технических характеристик. Доклад содержит основные шаги 3D моделирования конструкций фильтров с расчётом основных характеристик на каждом этапе модификации моделей и применение возможности оптимизации конструкции для достижения оптимальных характеристик. Для создания моделей фильтров диапазона b7 за основу была взята модель коаксиального фильтра диапазона n78, перенесенная с лабораторного макета в САПР HFSS. Для изменения диапазона рабочих частот фильтра была изменена высота резонаторов, в том числе и самого корпуса, для сужения рабочей полосы частот фильтра были уменьшены связи между резонаторами, были уменьшены ширины окон связи между соседними резонаторами. Дальнейшее изменение конструкции с целью уменьшения потерь в полосе пропускания фильтра производилось с использованием автоматической оптимизации.

3. Заключение

В работе представлены результаты моделирования фильтра, а также рассказаны методы изменения конструкции с целью получения требуемых характеристик.

Список литературы

1. Sabate D. Characterization and modeling of a coaxial cavity quadruplet based filter for mobile phone LTE-2 band - 2016. - 5 p.

УДК 621.37

ОЦЕНКА ИМПЕДАНСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОДНИКОВ МЕТОДОМ ЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Рящницев Р.А.

Научный руководитель: Фадеева Людмила Юрьевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ESTIMATION OF IMPEDANCE CHARACTERISTICS OF THE ROUGH SURFACE OF CONDUCTORS BY FREQUENCY SENSING

Ryashnitsev R.A.

Supervisor: Fadeeva L.Yu., assistant of professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлены результаты оценки влияния шероховатой поверхности проводников их на импедансные характеристики на основе метода частотного зондирования и с использованием фрактальной теории для разработки и проектирования СВЧ устройств.

Abstract

The paper presents the results of evaluating the effect of the rough surface of their conductors on impedance characteristics based on the method of frequency sensing and using fractal theory for the development and design of microwave devices.

Электрофизические параметры проводников существенно зависят от способа и чистоты обработки их поверхности, особенно это актуально при разработке и создании высокочастотных приборов и измерительных устройств [1]. С возрастанием частоты фактор шероховатости (фрактальной размерности) заметно влияет на импедансные характеристики проводника, поэтому метод частотного зондирования проводника в прикладных задачах представляет особый интерес.

Уровень шероховатости проводников и, соответственно, чистота об-

работки поверхностей определяется фрактальной размерностью. Существуют различные методы оценки фрактальных размерностей [2], однако, в данной задаче наиболее удобным является спектральный метод, при котором строятся зависимости импеданса от частоты в билогарифмических координатах, и по тангенсу угла наклона линии определяют показатель Хёрста и, соответственно, фрактальную размерность.

Для эксперимента выбран высокочастотный кабель РК50, из которого приготовлены образцы длиной 100мм. Из образцов были вынуты центральные жилы и обработаны наждачной бумагой Р40, Р180 и Р600. Далее образцы восстановлены и с них сняты импедансные характеристики с использованием оборудования R&Sh ZVA67 в частотном диапазоне 100-1000 МГц. Результаты эксперимента представлены на рис 1: слева – фото эксперимента, справа – результат.

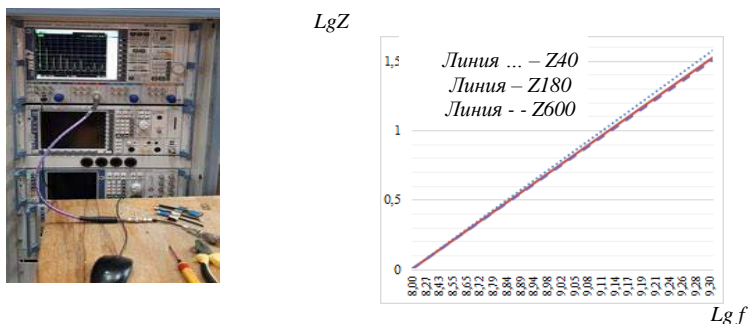


Рис. 1. Результаты эксперимента

Из приведенных результатов эксперимента можно сделать вывод, что фрактальная размерность неоднородной поверхности проводников составила 1,67 – 1,66, что соответствует уровню шероховатостей профиля проводников, обработанных разными вариантами наждачной бумаги. Чем крупнее зерно абразивного материала, тем выше фрактальная размерность. С возрастанием частоты фактор шероховатости заметно влияет на импедансные характеристики проводников, а именно в частотном диапазоне 100-1000МГц импеданс изменяется в 1,2 раза.

Список литературы

1. Евдокимов Ю.К., Фадеева Л.Ю. Импеданс длинной линии с микрорельефной неоднородной поверхностью с учетом скин-эффекта // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2019. № 3. С. 169-173.
2. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет. – 2000. – 352с.

ФОКУСИРОВКА ПОЛЯ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА НАЗЕМНЫЙ РАДИОМАЯК

Семина Е.М.

Научный руководитель: Чони Ю.И., к.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

FOCUSING THE FIELD OF A SATELLITE ANTENNA ARRAY ON A GROUND RADIO BEACON

Semina E.M.

Supervisor: Chony Yu.I., c.t.s., professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

Представлены результаты исследования и оценки эффективности передаче солнечной энергии путем фокусировки поля спутниковой антенной решетки (АР) на наземный радиомаяк.

Abstract

The results of a study and evaluation of the efficiency of solar energy transmission by focusing the field of a satellite antenna array (AR) onto a ground-based radio beacon are presented.

Принцип космических электростанций сводится к сбору солнечной энергии на орбите с помощью солнечной батареи, размещённой на орбите, преобразованию этой энергии в СВЧ-излучение твердотельной фазированной антенной решетки, формирующей узкий луч, и обратному преобразованию энергии полотном из приемных выпрямительных антенн (ректеннов) на Земле. В случае спутника с солнечными батареями, находящегося на орбите 500-1000 км, потребуются ФАР площадью около 1 км², а ректенны – более 25 км² [1-3], что необходимо для КПД системы [1].

Для более полной передачи энергии сигнала необходимо сфокусировать луч в нужной точке (на наземный радиомаяк). При этом решающую

роль играет концентрированность сфокусированного пятна в пределах площади приемных ректеннов (КПД системы) в зависимости от диаметра АР и расстояния до спутника, соответствующие оценки приведены в [2].

Излучающая спутниковая ФАР формирует поле в виде пучка, пятно которого на поверхности Земли имеет форму эллипса [1], эксцентриситет которого изменяется при движении станции по орбите. Приемная выпрямительная антенна на Земле имеет вид плоской антенной решетки из дипольных элементов. При пребывании спутника в точке апогея или перигея пятно на приемной антенне имеет структуру концентрических колец с самым “ярким” центральным пятном и серией “угасающих” по мере удаления окружающих боковых колец. Для снижения потерь в КПД [3] необходимо, чтобы ректенны перехватывали, как минимум, два пятна вокруг центрального.

Получим оценочные зависимости интенсивности поля в фокальном пятне на Земле в случае круглой антенной решетки. Для расчета поля ФАР, сфазированной в точку $x=0$, пользуясь формулой расстояния между излучателем с координатами ξ, η и координатой излучения x, y , H – высота спутника от поверхности Земли:

$$r(\xi, \eta, x, y) = \sqrt{H^2 + (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2} \quad (1)$$

Учитывая малости x/H и y/H , с точностью до первого порядка имеем:

$$E_{p\alpha}(H, x) := \left| \int_0^D \left[\int_0^\pi e^{-i \left[\gamma \cdot (x^2 - 2 \cdot x \cdot \rho \cdot \cos(\alpha)) \div (2 \cdot H) \right]} d\alpha \right] \cdot \rho d\rho \right| \div \left[\pi (D)^2 \div 2 \right] \quad (2)$$

При длине антенной решетки космической системы равной 2 км диаметр фокального пятна на Земле равен 1.2 км. КПД системы при расстоянии 36000 км для сфокусированной АР составляет 87%.

Таким образом, фазированная антенная решетка позволяет создать узконаправленный пучок радиоволн, направленный на наземный радиомаяк, что обеспечивает достаточно высокий КПД системы передачи солнечной энергии со спутника на Землю.

Список литературы

1. Пат. RU2713129C1 - Система передачи энергии на Землю с орбитальной солнечной электростанции - Яндекс.Патенты (yandex.ru) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2713129C1_20200203?ysclid=lq6kvf8voi731454
2. Геостационарные спутники Земли как основа развития спутниковой связи [Электронный ресурс] – URL: <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekomunikaczij/geostacionarnye-sputniki?ysclid=ltev02niu1516849952>
3. Пат. SU1094110 – Ректенна – Яндекс.Патенты (Yandex.ru) [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU1094110A1_19840523

ОЦЕНКА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ

Фаттахов Р.Р., Самохин Р.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ASSESSMENT OF DIELECTRIC PROPERTIES OF OIL IN THE MICROWAVE RANGE

Fattakhov R.R., Samokhin R.A.

Supervisor: Nasibullin A. Revkatovich, ass. docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе описываются результаты качественной оценки нефти из разных месторождений с применением СВЧ-датчика на основе SIW-резонатора. Показано сравнение частотных зависимостей модуля коэффициента отражения при измерении экспериментальных образцов.

Abstract

The paper describes the results of a qualitative assessment of oil from different fields using a microwave sensor based on an SIW resonator. A comparison of the frequency dependences of the modulus of the reflection coefficient when measuring experimental samples is shown.

В последние годы возрастает интерес к разработке доступных в исполнении датчиков для оценки физико-химических свойств жидких веществ. Наиболее востребованными подобные способы оказались в нефтяной промышленности [1,2]. Одним из подвидов подобного контроля является оценка диэлектрических параметров нефти из различных месторождений. Таким образом разработанный преобразовательный элемент, описанный в [3], был применен для решения описанной проблемы.

В рамках описанного исследования был проведен ряд экспериментальных исследований, для оценки нефти из двух различных месторождений: Ашальчинского и Кубинского. Визуальная оценка образцов показала,

что Ашальчинская нефть имеет более жидкую форму и менее выраженный нефтяной запах, тогда как образец Кубинской нефти имеет консистенцию густого меда с более выраженным нефтяным запахом. Описанные образцы были помещены в пробирку типа эппендорф объемом 5 мл. для дальнейших измерений частотных зависимостей (Рис. 1).

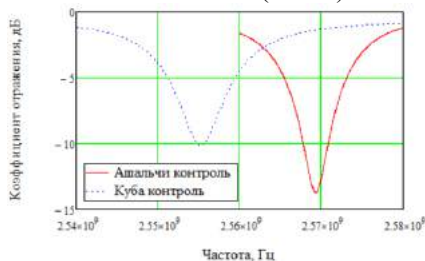


Рис. 1 – Результаты экспериментов

Эксперимент проводился в частотном диапазоне от 2.54 до 2.58 ГГц, промежуточная частота – 10 Гц, количество частотных точек – 1601. Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие заключения: Кубинская нефть обладает более высокой диэлектрической проницаемостью и углом диэлектрических потерь, что обуславливается смещением резонанса вниз по частоте и меньшей амплитудой резонанса, в сравнении с Ашальчинской нефтью. Эти различия могут свидетельствовать о различиях в составе и структуре нефти из разных месторождений.

Список литературы

1. Masyitah Amat, Nur Hamilia, Abd Latiff, Samsuzana Abd Aziz / Distinguishing edible oil using dielectric spectroscopy at microwave frequencies of 8.2–12.1 GHz // Electronic ISBN: 978-1-5090-0796-7, ISBN:978-1-5090-0797
2. Т. М. Ишкаев, А. Р. Насыбуллин, Р. В. Фархутдинов, С. В. Смирнов, Р. Р. Самигуллин, К. В. Козин. СВЧ-датчик на основе объемной полосковой линии меандровой формы для диэлектрического контроля жидких сред // Контроль. Диагностика. - 2023. - Т. 26, № 2 (296). - С. 24-32.
3. Р. Р. Фаттахов, Т. М. Ишкаев, А. Р. Коркина, А. Р. Насыбуллин. СВЧ-датчик на основе SIW резонатора для измерения диэлектрических параметров жидкостей // Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами: сборник статей девятой Всероссийской научной школы-семинара. Под ред. Ал. В. Скрипалю. - Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. - С. 127-131.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СВЧ УСТРОЙСТВ

Фофонова О.С.

Научный руководитель: Кузнецова В.В., ассистент каф. НТВЭ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF NEW MATERIALS FOR MICROWAVE DEVICES

Fofonova O.S.

Supervisor: Kuznetsova V.V.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена разработке новых материалов для сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств с целью улучшения их характеристик и эффективности.

Abstract

This article is devoted to the development of new materials for ultrahigh frequency devices in order to improve their characteristics and efficiency.

1. Введение

Развитие сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств в современной электронике требует постоянного поиска новых материалов с улучшенными свойствами. Эти материалы являются ключевыми для повышения производительности, эффективности и функциональности СВЧ устройств.

2. Текущие проблемы и требования

Существующие материалы, используемые в СВЧ устройствах, сталкиваются с ограничениями, такими как высокие потери сигнала, ограниченный диапазон рабочих частот, и ограничения в теплопроводности. Эти проблемы могут существенно ограничивать возможности развития технологий СВЧ.

3. Новые материалы и исследования

В последние годы, интенсивно ведутся исследования в области новых

материалов для СВЧ устройств. Наноматериалы, метаматериалы, и композитные материалы представляют собой перспективные направления разработки. Например, использование метаматериалов может открыть новые возможности для создания устройств со свойствами, недоступными с использованием традиционных материалов.

4. Перспективы и примеры исследований

Исследование показывает, что применение наноструктур, таких как карбоновые нанотрубки, может существенно улучшить электрические и тепловые характеристики СВЧ устройств. Эти материалы обладают высокой проводимостью, низкими потерями сигнала и отличной теплопроводностью, что делает их многообещающими для применения в данной области. [1]

5. Перспективы применения новых материалов в СВЧ технологиях

Помимо улучшения характеристик СВЧ устройств, новые материалы также могут способствовать развитию инновационных технологий, таких как радары следующего поколения, беспилотные автомобили, и медицинские системы дистанционного мониторинга. Применение новейших материалов открывает двери для создания более компактных, эффективных и надежных устройств, что может привести к прорывам во многих отраслях индустрии.

6. Важность дальнейших исследований

Несмотря на значительные достижения в области разработки новых материалов для СВЧ устройств, существует потребность в более глубоких исследованиях для выявления потенциала новых материалов и их оптимального применения. Дальнейшие научные исследования и эксперименты могут помочь раскрыть новые возможности и улучшить эффективность использования новых материалов в электронике и связи. [2]

7. Заключение

Разработка новых материалов для СВЧ устройств является важным шагом в современной науке и технике. Инновационные материалы могут значительно улучшить характеристики устройств, открывая новые горизонты для развития технологий СВЧ и их применения в различных областях.

Список литературы

1. Нанотехнологии в электронике: современные тенденции и перспективы / Иванов, П. И. - Москва: Издательство Технического Университета, 2021 - 56 с.

2. Метаматериалы и их применение в СВЧ устройствах / Смирнова, О. А. - Журнал Микроволновой Техники, 2019 – 45 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗОНАНСНЫХ СВЧ ДАТЧИКОВ

Хабибрахманов Е.О., Чесноков А.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович. д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVICE FOR DETERMINING CHARACTERISTICS OF RESONANT MICROWAVE SENSORS

Khabibrakhmanov E.O., Chesnokov A.A.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, assoc. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе предлагается схема реализации устройства для измерения частотных характеристик резонансных СВЧ датчиков. Приведена предлагаемая блок-схема, рассмотрен принцип работы.

Abstract

The work proposes a scheme for implementing a device for measuring the frequency characteristics of resonant microwave sensors. The proposed block diagram is presented and the operating principle is discussed.

Эффективное проектирование и оптимизация работы резонансных СВЧ датчиков требуют точного определения их характеристик. Для этого широко применяются специализированные устройства, предназначенные для анализа и измерения параметров электромагнитных колебаний в микроволновом диапазоне [1-3].

Для разработки подобного устройства была выбрана простая схема, позволяющая измерять частотные зависимости коэффициента передачи. На рисунке 1 показана структурная схема предлагаемого устройства.

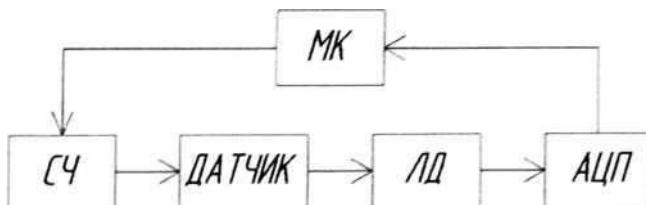


Рис. 1 – Блок-схема рассматриваемого устройства.

В составе данного устройства используются блоки: синтезатор частот (СЧ) - ADF4350, имеющий диапазон генерируемых частот от 1373 МГц до 4400 МГц, логарифмический детектор (ЛД) - AD8318, работающий в полосе частот от 1 МГц до 8000 МГц; для преобразования аналогового сигнала с выхода детектора используется внешний аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на микросхеме MCP3201 разрядностью 12 бит, микроконтроллер (МК) ESP32 задает сетку частот для синтезатора ADF4350, обрабатывает входящее напряжение с детектора-АЦП и записывает в память.

В итоге устройство сформирует массив данных, состоящий из значений частоты и амплитуды сигнала в данной точке. К основным функциям устройства можно отнести: построение частотной зависимости коэффициента передачи, поиск точки резонанса в заданной полосе частот, расчет добротности, оценку диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$.

Таким образом, предложенное решение может стать недорогим и портативным аналогом устройства для определения частотной характеристики СВЧ датчиков. Простота компоновки и ее модульность позволит варьировать модули, формируя необходимые схемы измерений.

Список литературы

1. Т.М. Ишкаев, А.И. Сулейманов Разработка векторного рефлектометра для СВЧ датчиков // Материалы VIII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2021», 08-10 апреля 2021 г. - Казань. 2021. - С. 126-128..
2. Microwave Engineers' Handbook. V.2. - Dedham, Massachusetts: Atech House, 1971.
3. Дьяконов В.П. Проектирование и моделирование СВЧ-устройств в МАТЬ А В К.2010 // Компоненты и технологии. 2011. № 6.

МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРОБЕТОНА ЛАБОРАТОРНОГО УРОВНЯ

Хузин Р.М.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE TECHNOLOGY FOR LABORATORY-LEVEL SULFUR CONCRETE PRODUCTION

Khuzin R.M.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предлагается микроволновая технология производства серобетона, состоящего из серы, магнетита и кварцевого песка. Для определения оптимальной мощности микроволнового излучения и времени отливки серобетона использованы предварительные данные, полученные с помощью уравнений теплопроводности.

Abstract

The article proposes a microwave technology for the production of sulfur concrete, consisting of sulfur, magnetite and quartz sand. To determine the optimal microwave power and casting time for sulfur concrete, preliminary data obtained using thermal conductivity equations were utilized.

1. Введение

Необходимо отметить, что свойства серобетона в большей степени, нежели в случае с цементным бетоном, зависят от технологического процесса и контроля качества получаемого сырья на всех этапах производства. Универсальной технологией во всех указанных задачах может выступить микроволновая технология [1]. Традиционно новая технология разрабатывается в лабораторных условиях, а затем транслируется на масштабы производства.

2. Технология производства серобетона в лабораторных условиях

По результатам моделирования предварительно было определено время нагрева рабочей смеси ингредиентов серобетона для различной мощности СВЧ. В качестве заполнителя серобетона используется магнетит с максимальным размером 1 мм. Массовое соотношение сера/магнетит установлено равным 2/3. Кроме того, как наполнитель может быть использован кварцевый песок для исследования его влияния на прочность серобетона. Уровень замены магнетита кварцевым песком установлен в размере 50% массовых долей. В процессе приготовления серобетона порошок серы, частицы магнетита и кварцевый песок (при необходимости) смешиваются по обычным процедурам. После полного перемешивания смесь переливают в стеклянный стакан диаметром 40 мм. Затем стакан помещают в микроволновую печь и включают на расчетную мощность для нагрева образца. При нагревании сера расплавится и станет жидкой, покрывая заполнитель. Когда время нагрева заканчивается, микроволновую печь отключают, вынимают стакан из нее, чтобы он остыл до комнатной температуры, около 20 °С. После 24 ч охлаждения образец вынимают из стакана и поверхность образца разглаживают.

Затем образец размером 40 мм (диаметр) на 40 мм (высота) используется для испытания на прочность на сжатие. Испытание проводят на универсальной испытательной машине усилием 100 кН. В испытаниях скорость нагружения установлена равной 0,3 МПа/с (0,44 кН/с). После испытания на прочность на сжатие разрушенные образцы используются для анализа на электронном микроскопе для исследования микроструктуры серобетона, отлитого в микроволновой печи и определения оптимальных режимов нагрева и компонентного состава смеси.

3. Заключение

Микроволновая технология – эффективный способ нагрева при изготовлении серобетона. Для серобетона размером 40 мм (диаметр) на 40 мм (высота), содержащего 60% магнетита, оптимальное время нагрева составляет 500-1000 с при мощности СВЧ 200-100 Вт (Электроника-23, ПОЗИС, г. Зеленодольск).

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р. и др. Резонансные методы мониторинга технологических процессов отверждения полимеров в функционально адаптивных СВЧ-реакторах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-2. С. 568-572.

МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛАБОРАТОРНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНОГО СЕРОБЕТОНА

Хузин Р.М.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE TECHNOLOGY FOR LABORATORY-LEVEL MULTI- LAYER SULFUR CONCRETE PRODUCTION

Khuzin R.M.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предлагается микроволновая технология производства многослойного серобетона, состоящего из серы, магнетита и кварцевого песка в разной пропорции в каждом слое. Поставлена задача ориентации слоев относительно направления распространения электромагнитных волн.

Abstract

The article proposes a microwave technology for the production of multilayer sulfur concrete consisting of sulfur, magnetite and quartz sand in different proportions in each layer. The problem of orienting the layers relative to the direction of propagation of electromagnetic waves is posed.

1. Введение

Плавка порошкового слоя, используемая для отливки серобетона, может состоять из тонких слоев очень мелких порошков (например, порошков серы, кварцевого песка и магнетита), которые насыпаны и плотно упакованы в форме отливки. Микроволновой источник воздействует на верхнюю поверхности слоев, чтобы нагреть и получить серобетон. Источник микроволнового излучения можно регулировать для каждого слоя в зависимости от его свойств. После нагрева можно распределить каждый новый слой над уже существующим.

2. Технология производства многослойного серобетона.

Поскольку устройство для микроволновой 3D-печати еще не создано, порядок действий, описанный во введении, можно не много модифицировать. Полностью смешанный порошок засыпают в химический стакан на высоту 10 мм и подвергают микроволновому нагреву мощностью 1000 Вт в течение 40 с. Поскольку направление распространения электромагнитных волн в ряде микроволновых печей фиксировано, стакан можно расположить горизонтально, чтобы гарантировать, что микроволновая печь может объемно нагревать образец.

После остывания порошок, из которого готовится следующий слой, засыпают в стакан на высоту 10 мм и выдерживают образец еще 40 с.

Повторяя два первых шага, можно получить многослойный образец.

Серобетон из 40% серы, 30% магнетита и 30% кварцевого песка используется в качестве смеси многослойного печатного образца. Исследования показывают, что измеренная прочность на сжатие многослойных образцов меньше, чем у серобетона, отлитого целиком в микроволновой печи. Возможная причина этого уменьшения заключается в том, что метод послойного литья создает некоторую слабость на границе раздела между двумя соседними слоями. Чтобы уменьшить негативное влияние границы раздела на прочность, образец помещают вертикально в печь для повторного нагрева еще на 40 с после отливки. Средняя прочность на сжатие повторно нагретого образца увеличивается по сравнению с непрогретым четырехслойным образцом. При этом расположение формы отливки вертикально, что и позволяет проплавить межслойные швы в микроволновой печи с вертикальным входом.

3. Заключение

В последнее время серобетон используется, например, в канализационных трубах, поскольку он очень хорошо работает в химически агрессивных средах, в присутствии солей и кислот. Как термопластичный материал, серу нагревают до плавления, а затем смешивают с наполнителем, после чего смесь заливают, формируют и дают затвердеть. Использование многослойного серобетона с разными свойствами слоев расширит возможности использования серобетона.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р. и др. Резонансные методы мониторинга технологических процессов отверждения полимеров в функционально адаптивных СВЧ-реакторах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-2. С. 568-572.

АНТЕННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛИ

Хурина Л.А.

Научный руководитель: Лаврушев В.Н., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANTENNA SYSTEM FOR TARGET DETECTION AND TRACKING

Khurina L.A.

Supervisor: Vladimir N. Lavrushev, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе представлено исследование пеленгационной характеристики для линейной фазированной антенной решетки (ФАР) в зависимости от количества излучателей в ФАР при сканировании диаграммы направленности.

Abstract

This paper presents a study of the direction finding characteristics for a linear phased array antenna (PAA) depending on the number of emitters in the phased array when scanning the radiation pattern.

Одним из важнейших параметров в РЛС при использовании суммарно-разностного метода обнаружения и сопровождения цели является крутизна (чувствительность) пеленгационной характеристики. Этот параметр непосредственно влияет на точность определения координат целей. Необходимо заметить, что с возрастанием скорости при движении целей и большом отклонении от нормали к антенной системе, требования к точности определения координат возрастает.

Известны РЛС, в которых для получения суммарно-разностных диаграмм направленности используются зеркальные антенны с четырьмя облучателями. Эти конструкции антенных систем используются при сканировании антенного луча, что ограничивается количеством контролируемых цепей.

Количество излучателей меняется от 4 до 14, для сектора сканирования $\pm 45^\circ$ в плоскости оси антенной решетки с шагом $14,2^\circ$ ($\theta_{oi} = 0^\circ; 14,2^\circ; 28,4^\circ; 42,6^\circ$)

Количественные значения чувствительности пеленгационной характеристики приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

$p \backslash N$	4	6	8	10	12	14
p_1	0,0808	0,1182	0,1562	0,1941	0,2315	0,2689
p_2	0,0698	0,1061	0,1415	0,1757	0,2068	0,2525
p_3	0,0553	0,0885	0,1222	0,156	0,1896	0,2366
p_4	0,0396	0,0664	0,0943	0,1223	0,1563	0,1796

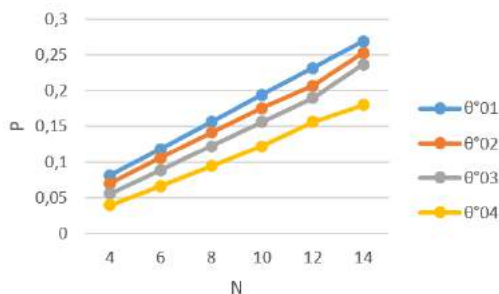


Рис.1 График чувствительности пеленгационной характеристики ФАР.

В качестве чувствительности используется соотношение: $p = \frac{\Delta U}{\Delta \theta^\circ}$, где ΔU – изменение амплитуды сигнала на выходе антенной решетки, при изменении угла на $\Delta \theta^\circ = 1^\circ$.

Вывод по результатам исследований: с увеличением числа излучателей увеличивается чувствительность пеленгационной характеристики, что приводит к уменьшению ошибки при определении координат; с увеличением угла сканирования ДН чувствительность пеленгационной характеристики уменьшается, что приводит к увеличению ошибки при определении координат целей.

Список литературы

1. Сканирующие антенные системы СВЧ : пер. с англ. под ред. Г.Т. Маркова, А.Ф. Чаплина. - М. : Сов. радио.Т. 1. - 1966. - 536 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВИСТЯЩИХ АТМОСФЕРИКОВ И СПИРАЛЬНЫХ ВОЛН В МЕТАЛЛАХ

Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Сычёв Александр Сергеевич, ассистент
(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROPAGATION OF WHISTLING ATMOSPHERICS AND SPIRAL WAVES IN METALS

Cherepanov M.Yu.

Supervisor: Alexander Sergeevich Sychev, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается распространение свистящих атмосфериков и спиральных волн в металлах.

Abstract

The article discusses the propagation of whistling atmospheric and spiral waves in metals.

Если частота электромагнитной волны удовлетворяет условиям:

$$\omega^2 \ll \omega_H^2 \cos^2 \theta \quad \omega^2 \ll \omega_p^2,$$

неравенства эквивалентны условиям $u \gg 1$, $W^2 \cos^2 \theta \gg 1$. Если, кроме того, принять, что гиромагнитная частота много меньше плазменной $\omega_H^2 \ll \omega_p^2$, то получим:

$$n_0^2 = \frac{u}{W \cos \theta} = \frac{\omega_p^2}{\omega \omega_H \cos \theta}, \quad n_e^2 = \frac{-u}{W \cos \theta}$$

Волна необыкновенная в этом случае не распространяется, поскольку $n_0^2 < 0$. Показатель преломления обыкновенной волны $n_0^2 > 0$.

Дисперсионное уравнение $k^2 = n^2 \frac{\omega^2}{c^2}$ для обыкновенной волны имеет вид:

$$\omega = \frac{c^2 \cos \theta}{\omega_p^2} k^2$$

Чтобы предположения, сделанные при выводе формул, не нарушались, угол θ должен быть достаточно малым. Поэтому обыкновенная волна, для которой закон дисперсии определяется выражением, распространяется вдоль силовых линий магнитного поля. Если в среде имеется импульсный сигнал, то его высокочастотные составляющие распространяются с большей скоростью, чем низкочастотные. Подобное явление наблюдается в земной ионосфере при распространении импульсов, генерируемых при разряде молний. Эти импульсы движутся вдоль силовых линий магнитного поля Земли, проникают через ионосферу и достигают снова поверхности Земли в магнитосопряженной точке. Широкополосный приемник фиксирует сначала более высокие частоты, а потом – более низкие. Эти сигналы называются свистящими атмосфериками.

Подобный механизм распространения наблюдается также для спиральных волн или геликонов в твердотельной плазме (металлах), находящейся в магнитном поле.

Список литературы

1. Vinogradova M.B., Rudenko O.V., Sukhorukov A.P. Teoriia voln [Wave theory]: a textbook. Moscow: Nauka Publ., 1979. 383 p. (in Russian).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГОГО ИМПУЛЬСА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Сычёв Александр Сергеевич, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROPAGATION OF ELASTIC PULSE IN ROCKS

Cherepanov M.Yu.

Supervisor: Alexander Sergeevich Sychev, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается распространение упругого импульса в горных породах.

Abstract

The article discusses the propagation of elastic momentum in rocks.

Процесс распространения волн импульсного характера значительно сложнее, чем распространение гармонических волн. Наличие диссипации энергии при распространении упругих волн в массиве горных пород вызывает ряд специфических эффектов импульсного сигнала: искажение формы импульса; увеличение времени нарастания вступления волн, т. е. ухудшение резкости их вступления; изменение формы спектра; постепенное увеличение преобладающего периода колебаний; более медленное, чем по экспоненциальному закону, уменьшение амплитуд импульсов с увеличением расстояния от источника; более высокая частота одиночного импульса.

Возникновение указанных эффектов при распространении упругих импульсов можно проследить, если представить одиночный или периодический импульс в виде конечного (или бесконечного) числа элементарных гармонических волн с помощью известного преобразования Фурье. Тогда для каждой гармонической составляющей импульсного сигнала нужно будет учесть влияние частотной зависимости коэффициента затухания и физиче-

ской дисперсии скорости упругих волн вследствие поглощения в горных породах.

Амплитуды спектральных составляющих любого импульсного сигнала будут зависеть от коэффициента затухания упругих волн в среде на частоте каждой составляющей. Массив оказывает на упругий импульс действие, аналогичное действию низкочастотного фильтра, ослабляющего в большой степени высокочастотные составляющие, т. е. максимум спектральной плотности импульса будет передвигаться в сторону низких частот, вызывая появление и других эффектов.

Влияние дисперсии (зависимости фазовой скорости распространения упругой волны от частоты) проявляется в изменениях скорости распространения волн в диспергирующей среде для различных составляющих спектра. В точке приема импульса искажается его форма из-за различий в сдвиге фаз составляющих спектра.

При распространении в массиве узкополосных квазигармонических импульсов характер квазигармоничности сохраняется, но происходит растягивание импульса во времени и выполаживание его начального участка. Длительность первых полупериодов колебаний увеличивается, а у последующих остается постоянной. Одновременно регистрируется эффект понижения преобладающей частоты. Эффект становится особенно заметным при большом поглощении на определенной частоте, широком спектре импульса и малой его длительности. Скорость же распространения огибающей импульса (групповая скорость) в сейсмическом диапазоне частот несколько превышает фазовую.

Список литературы

1. Yamshchikov V. S. wave processes in an array of rocks: Textbook for universities. — Moscow: Nedra, 1984. 271.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МОДУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СВЧ ПЕРЕДАЧ

Шакиров Р.С.

Научный руководитель: Кузнецова В.В., ассистент каф. НТВЭ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF MODULA- TIONS FOR WIRELESS MICROWAVE TRANSMISSIONS

Shakirov R.S.

Supervisor: Kuznetsova V.V.,
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья представляет собой сравнительный анализ различных типов модулирования для беспроводных СВЧ передач, с акцентом на их преимущества и недостатки в контексте обеспечения эффективности и надежности беспроводной передачи данных.

Abstract

This article presents a comparative analysis of various types of modulation for wireless microwave transmissions, with an emphasis on their advantages and disadvantages in the context of ensuring the efficiency and reliability of wireless data transmission.

1. Введение

СВЧ (сверхвысокочастотные) передачи играют ключевую роль в современных беспроводных коммуникационных системах. Выбор оптимального типа модулирования для таких передач имеет принципиальное значение для обеспечения высокой эффективности и надежности передачи данных. В данной статье мы проведем сравнительный анализ различных типов модулирования для беспроводных СВЧ передач.

2. АМ (Амплитудная модуляция)

АМ является одним из классических методов модулирования, где из-

менения в амплитуде несущей волны отражают изменения в информационном сигнале. Достоинствами АМ являются простота реализации и эффективность использования полосы частот. Однако АМ подвержен шумам и помехам. АМ модуляция применяется в медицинской аппаратуре, например, в МРТ сканерах, а также в РЛС системах и радиопередатчиках.

3. FM (Частотная модуляция)

FM – это метод модулирования, при котором частота несущего сигнала изменяется в соответствии с информационным сигналом. FM хорошо справляется с подавлением шумов и обладает высокой устойчивостью к помехам. Единственным недостатком FM является требование к большей полосе пропускания [1]. FM модуляция применяется в спутниковых связных системах, радиоэфирных радиостанциях и в радиосвязи.

4. PM (Фазовая модуляция)

PM представляет собой метод, при котором фаза несущего сигнала изменяется по информационному сигналу. PM обладает хорошей устойчивостью к шумам и высокой эффективностью использования полосы частот. Однако PM требует точной синхронизации передающего и принимающего устройств. [2] PM модуляция применяется в радарх, спутниковой связи и в медицинском оборудовании.

5. Сравнительный анализ

Анализ различных типов модулирования для беспроводных СВЧ передач позволяет выявить их преимущества и ограничения в контексте конкретных приложений. АМ подходит для простых систем с низкими требованиями к помехозащищенности, FM предпочтителен для условий с высоким уровнем шума, а PM эффективен при необходимости высокой полосы пропускания.

6. Заключение

Выбор оптимального типа модулирования для беспроводных СВЧ передач зависит от конкретных условий применения. Каждый тип модулирования обладает своими преимуществами и ограничениями, которые необходимо учитывать при проектировании коммуникационных систем. Стоит отметить, зачастую, в одном отдельно взятом СВЧ устройстве может использоваться несколько типов модуляции.

Список литературы

1. Технологии современных беспроводных сетей WI-FI: учебное пособие / Смирнова Е.В., Пролетарский А.В., Ромашкина Е.А. [и др.]. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017 – 207 с.
2. Беспроводные коммуникации: Принципы и практика. / Теодор С. Москва: Издательство "БХВ-Петербург", 2003 – 54 с.

КОАКСИАЛЬНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шулаев Е.О., Гусев А.В.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COAXIAL TUNABLE RESONATOR FOR DIELECTRIC PERMITTIV- ITY MEASUREMENT OF SOLID MATERIALS

Shulaev E.O., Gusev A.V.

Supervisor: Nasybullin Aidar Revkatovich, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждается резонансный метод исследования диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков с использованием перестраиваемого коаксиального резонатора. Показана модель измерительного устройства, исследованы его частотные характеристики и представлены результаты измерений при установке материалов с различными значениями диэлектрической проницаемости.

Abstract

This paper discusses a resonance method for investigating the dielectric constant of solid dielectrics using a tunable coaxial resonator. The model of the measuring device is shown, its frequency characteristics are investigated, and measurement results are provided for the installation of materials with different dielectric permittivity values.

1. Введение

В настоящее время диэлектрики весьма востребованы для применения в технике и особенно в различных устройствах и приборах СВЧ. Таким образом, представляется необходимым возможность экспериментального исследования свойств диэлектриков в широкой полосе частот.

2. Электромагнитная модель прибора

При измерении свойств диэлектриков на сверхвысоких частотах широко применяются резонансные методы, так как они позволяют сравнительно просто получать точные результаты [1]. В данной работе предложен один из таких методов создания измерителя диэлектрической проницаемости на основе перестраиваемого коаксиального резонатора при помощи поршня, электродинамическая модель которого представлена на рисунке 1. Перестройка позволяет работать на различных частотах СВЧ диапазонах [2]. Образцы диэлектрика в форме шайб, располагались на основании поршня.

Анализ работы структуры проводился с помощью программы электродинамического моделирования. Для иллюстрации частотных свойств представлена зависимость коэффициента передачи от частоты для материалов с различной диэлектрической проницаемостью при фиксированном положении поршня.

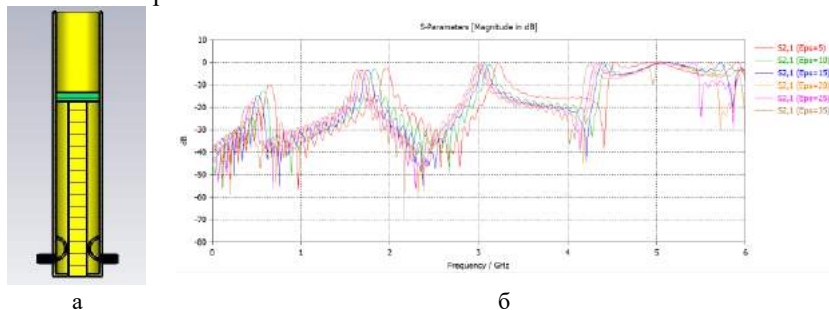


Рис. 1 – Результаты электродинамического моделирования: а – модель коаксиального перестраиваемого резонатора; б – частотная зависимость коэффициента передачи

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, что при увеличении диэлектрической проницаемости материала резонансы смещаются по частоте вниз, а затухание сигнала увеличивается.

Список литературы

1. Брандт, А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. – Москва: Физматгиз, 1963. – 403 с.
2. Насыбуллин, А.Р. Комплексированный метод измерения диэлектрической проницаемости в НЧ и СВЧ диапазонах / А. Р. Насыбуллин, А. Ф. Сиразов // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 2(49). – С. 45.

RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT IN AVIATION AND COMPOSITE MATERIALS

Bukhtulov A.V.

Scientific advisor: E.V. Afonina, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev – KAI, Kazan*)

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА В АВИАЦИИ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бухтулов А.В.

Научный руководитель: Афонина Е.В., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article discusses the problems of operability and location of electronic equipment in aviation technology. Examples of materials most suitable for the manufacture of radio-transparent structural elements are also given.

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы работоспособности и размещения электронного оборудования в авиационной технике. Также приведены примеры материалов, наиболее подходящих для изготовления радиопрозрачных элементов конструкции.

1. Introduction

The main problem in the design and development of electronic equipment in the aircraft industry is to ensure radio transparency so that the airframe does not interfere with signal transmission. Also, radio transparency is an important factor ensuring low visibility of the aircraft for electronic warfare.

2. Radio transparency materials in aviation

Radio transparency is the low loss capacity of radio materials to transmit radio waves across abroad frequency range. In other words, the lower the dielectric permittivity, the more radiotransparent the material is. The reducing the dielectric permittivity and dielectric dissipation factor can reduce the capacitance and time delay of a signal to improve signal transmission in antenna, fairing. The

selection of materials for manufacturing the fairing makes necessary the maximum optimization of mechanical and electrical properties for the effective functioning of radar systems of supersonic aircraft. The polymer composites with fibers, which have low extended defects, are very promising as radio-transparent materials [1]. These materials are used in the construction of radomes, which are protective coverings that allow radio signals to pass through while protecting the equipment inside. Some of the best radio transparency materials used in aviation include:

1) Fiberglass is a common material used in radomes due to its lightweight properties and high radio transparency. It provides good signal transmission for various radio frequencies used in aviation communication and radar systems.

2) Carbon Fiber is another lightweight and durable material that offers excellent radio transparency. It is often used in high-performance radomes for military and commercial aircraft due to its strength and minimal signal loss properties.

3) Kevlar is a strong and lightweight synthetic fiber that offers good radio transparency for aviation applications. It is commonly used in radomes to protect antennas and other equipment while allowing radio signals to pass through with minimal interference.

The following basic requirements are imposed on radio-transparent materials: ensuring a given strength and stability of the structure under the influence of aerodynamic loads during flight and impulse overloads during takeoff and landing of an aircraft, erosion resistance under the influence of raindrops, hail or snow when flying through a precipitation band, resistance to thermal erosion, ensuring specified radio technical characteristics in the working sector of angles falling and wave range.

3. Conclusion

The most successful radio-transparent material for a particular aircraft is selected based on a combination of factors such as:

- 1) Specific dielectric properties
- 2) Strength characteristics
- 3) Economic feasibility.

References

1. Yermakhanova A.M. Study of Radio Transparency and Dielectric Permittivity of Glass- and Aramid Epoxy Composites // Eurasian Physical Technical Journal. Eurasian Physical Technical Journal, 2023. Vol. 20, № 2 (44). P. 70–78.

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE MODEL OF A REAL ANTENNA AT THE INITIAL STAGES OF DESIGN

Mezentseva E.A.

Supervisor: Vedenkin D.A., Ph.D, Associate Professor

Language advisor: Krylova A.S., Ph.D, Associate Professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ-ПРОТОТИПА РЕАЛЬНОЙ АН- ТЕННЫ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Мезенцева Е.А.

Научный руководитель: Веденькин Д.А., к.т.н., доцент

Языковой консультант: Крылова А.С., к.п.н. доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

Abstract

The article discusses a method of replacing hardware in a software environment with simplified models at the initial stages of design. Presented models: the model of a GPS patch antenna and its simplified model – a horn antenna.

Аннотация

В статье обсуждается метод замены оборудования в программной среде на упрощенные модели на начальных этапах проектирования. Представлена модель патч-антенны GPS и ее упрощенная модель – рупорная антенна.

1. Introduction

Creating and researching real antenna models and fine-tuning their parameters to reference values often takes a lot of time. In this regard, at the first stages of design, it is acceptable to use simplified models instead of real equipment. Using other types of antennas and changing their operating conditions is possible due to using EDM methods in various software environments [1, 2]. While replacing the antenna type, all modeling and optimization procedures are being performed again.

2. Models of a real antenna and a prototype antenna

All characteristics and calculations of the prototype antenna are based on regulatory documentation. As an example, consider the antenna and its prototype

shown in Figure 1.

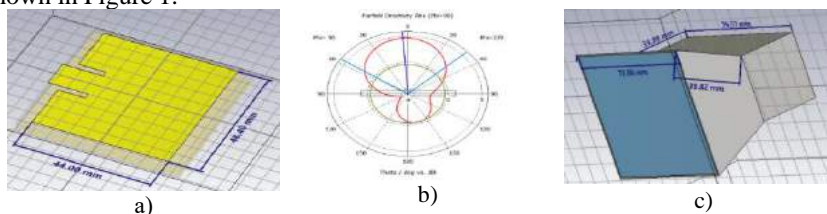


Fig. 1 – Patch antenna GPS (a), antenna radiation pattern (b) and prototype antenna (c)

After optimizing the parameters of the horn antenna, according to Figure 1, its directional pattern became similar to the directional pattern of the GPS patch antenna. It took about 10 hours to model and adjust the parameters of the patch antenna, while the horn antenna model and calculations was completed in 1 hour.

The report presents the results of antenna modeling and the subsequent placement of antennas on objects to calculate their coupling coefficients at the initial stages of design.

3. Conclusion

From the above simulation results, it can be concluded that if the exact parameters of radio electronic equipment have not yet been determined at the initial stages of development, simplified antenna models with similar radiation patterns and equal matching characteristics at the facility can be used.

Список литературы

1. Седельников, Ю.Е. Антенные системы радиосредств перспективных БЛА: проблемы и направления решения / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин, В.Е. Латышев, Д.В. Никишина, Д.С. Гущина. – Известия высших учебных заведений. 2015, №2 с.81-86

2. Седельников, Ю.Е. Комплекс учебно-методических материалов для изучения дисциплины «ЭМС РЭС» в ВУЗах радиотехнического профиля // Электродинамика, фотоника и киберфизические системы. 2022.

2. ФОТОНИКА

УДК 681.586.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ 5G+: ИННОВАЦИИ В ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ С КВАДРАТУРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА

Аль-Муфти А.М.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTIMIZING 5G+ INFRASTRUCTURE: INNOVATIONS IN OPTICAL TRANSMISSION WITH HIGH ORDER QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION

Almufiti A.M.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В этом исследовании представлена передовая технология оптической передачи для сетей 5G+, которая использует квадратурную амплитудную модуляцию (QAM) высокого порядка для улучшения доставки данных.

Abstract

This research paper introduces an advanced optical transmission technology for 5G+ networks that uses high-order Quadrature Amplitude Modulation (QAM) to improve data delivery.

The capacity to handle bandwidths efficiently and with low energy consumption addresses requirements of future networks leading to stronger more scalable and higher capacity optical infrastructure. For networks with brief to medium range, such as automated industrial or residential systems, this will necessitate gigabit-capacity channels. In addition to supporting novel services such as Internet of Things (IoT) applications, 5G technology satisfies this demand [1]. Gigabit service per user, minimal latency, and great spectral efficiency are some of the primary goals of the 5G network, which aims to handle traffic one hundred

times faster than 4G networks. The effective technique known as Wavelength Division Multiplexing (WDM) can solve a broad range of problems. In particular, high-capacity data transmission guarantees coverage across large areas, improved flexibility, and long-distance communication. When building transport domains between the baseband unit (BBU) and the remote radio heads (RRH), WDM-PON is usually the major framework used by current 5G mobile access networks [2]. Figure.1 shows 5G bandwidth and latency needs [3].

Split	Uplink bandwidth	Downlink bandwidth	One-way latency
1	4 Gbit/s	3 Gbit/s	
2 (F1)	4 016 Mbit/s	3 024 Mbit/s	1–10 ms
3	Lower than option 2		
4	4 000 Mbit/s	3 000 Mbit/s	
5	4 000 Mbit/s	3 000 Mbit/s	
6	4 133 Mbit/s	5 640 Mbit/s	
7a	10.1–22.2 Gbit/s	16.6–21.6 Gbit/s	100 to a few 100 μ s
7b	37.8–86.1 Gbit/s	53.8–86.1 Gbit/s	
7c	10.1–22.2 Gbit/s	53.8–86.1 Gbit/s	
8 (CPRI)	157.3 Gbit/s	157.3 Gbit/s	

Fig. 1 – Requirements for 5G bandwidth and delay

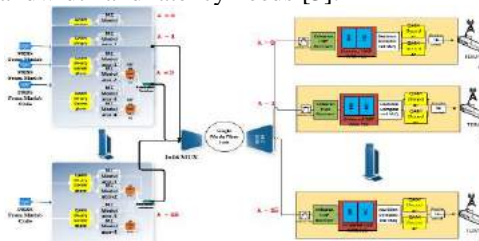


Fig. 2: 16 Tbit/s coherent WDM-PON over 200 km SMF block diagram

The high-speed transmission system that is shown in this research study is capable of delivering data at a rate of up to 16 Tbit/s. High-order modulation formats and digital optical transmission techniques are utilized by the system, which is scalable across a bandwidth of sixteen channels in the C-band. The 128-256 DP-QAM modulation method is the one that is utilized. A block diagram of the 16 Tbit/s coherent WDM-PON scheme over 200 kilometers of single mode fiber (SMF) is presented in Figure 2. A symmetric 16 WDM-PON system with 16×1Tbit/s wavelengths is utilized in the architecture.

References

1. Y. Bi, S. Shen, J. Jin, K. Wang, and L. G. Kazovsky. Remotely Powered and Reconfigured Quasi-Passive Reconfigurable Nodes for Optical Access Networks // *J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2016, pp. 1–10, 2016.
2. A. M. Almufti and O. G. Morozov. 1Tbit/s per Lambda High order Quadrature Amplitude Modulation (128-256QAM) Coherent Optical Transmission System Design to Support (5G+) // *2023 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, IEEE, Jun. 2023, pp. 1–4.*
3. W. Shbair and F. El Nahal. Coherent Passive Optical Network technology for 5G // *2019 IEEE 7th Palestinian International Conference on Electrical and Computer Engineering (PICECE), IEEE, Mar. 2019, pp. 1–4.*

**СВЕРХПЛОСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЧАСТОТНАЯ ГРЕБЕНЧАТАЯ
ГЕНЕРАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ КАСКАДНОЙ МОДУЛЯЦИИ,
УЛУЧШАЮЩАЯ ДИНАМИКУ 5G И ЗА ЕЕ ПРЕДЕЛАМИ**

Аль-Муфти А.М.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ULTRA FLAT OPTICAL FREQUENCY COMB GENERATION
THROUGH CASCADED MODULATION DYNAMICS ENHANCING
5G AND BEYOND**

Almufiti A.M.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Был протестирован метод создания векторного сигнала миллиметрового диапазона С (mm-wave) двухполосный (DSB). При таком подходе используется один одноприводный и один двухтактный модулятор Маха-Цендера (MZM). В одном канале можно передавать несколько частот, что делает эту архитектуру адаптируемой и масштабируемой.

Abstract

A method for C-band millimeter-wave (mm-wave) Double-sideband (DSB) vector signal creation was tested. This approach cascades one single-drive and one push-pull Mach-Zehnder modulator (MZM). Multiple frequencies can be sent in one channel, making this architecture adaptable and scalable.

The optical transmission channel must be optimized for high-performance data transfer in optical communications, which is continually changing. Use a tuned Ultra-flat optical frequency comb generator to achieve this. A cascaded intensity and phase modulators and a single-drive multi-RF Mach-Zehnder modulator (MZM) are used in this cutting-edge technology. The single-drive MZM is crucial for precise optical frequency comb control and tuning. The ideal parabolic waveform is difficult to acquire, but the sinusoidal waveform can be used

as a substitute for the ideal parabolic waveform. The utilization of an intensity modulator that is driven by a sinusoid that has an amplitude is a rather straightforward method for the generation of flat-topped pulses $v = v_{\pi} / 2$ of the modulator and a DC bias corresponding to a phase shift of $\phi_{dc} = -\pi / 2$. Once the intensity modulator has been applied, the envelope of the output field can be determined by the relation [12]. Pure quadratic temporal phase waveforms lead to pure quadratic spectra at large phase modulation limits. Unlike pulse shaper-based methods, a sufficient length of ordinary single-mode fiber (SMF) may compress a linear chirp pulse to the bandwidth limit with high quality. Fiber dispersion slope affected bandwidths little.[13]. Fig. 1 shows three possible system stages.

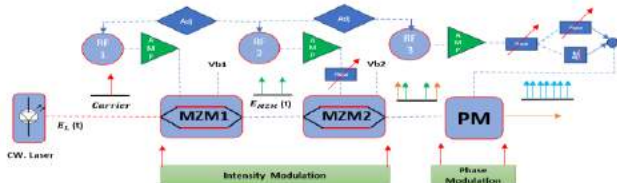


Fig. 1 – Three cascades system (MZM₁ and MZM₂) with Phase modulation

Two cascade intensity modulation (MZM₁) and (MZM₂) are biased at V_{dc1} and V_{dc2} when the microwave frequency R_{f1}, R_{f2} is represented [14] as (1),(2). The third cascade is phase modulation (PM), where accurate synchronization was made with the previous frequencies and the source frequency. The simulated spectrum for the first three phases is now flattened and lacks a bat-ear structure.

References:

1. R. Wu, V. R. Supradeepa, C. M. Long, D. E. Leaird, and A. M. Weiner, "Generation of very flat optical frequency combs from continuous-wave lasers using cascaded intensity and phase modulators driven by tailored radio frequency waveforms," *Opt. Lett.*, vol. 35, no. 19, p. 3234, Oct. 2010.
2. D. E. L. and A. M. W. C.-B. Huang, Z. Jiang, "High-rate femtosecond pulse generation via line-by-line processing of phase-modulated CW laser frequency comb," *Electron. Lett.*, vol. 42, no. 19, 2006.
3. B. Li, G. Lin, L. Shang, and F. Wu, "Tunable and ultraflat optical frequency comb generator based on cascaded intensity modulators," *J. Opt. Technol.*, vol. 82, no. 6, p. 348, Jun. 2015.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА СО СМЕЩЕННОЙ ДИСПЕРСИЕЙ

Артемиев В.И., Смирнов Н.Д., Белов Э.В., Силантьева А.А.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SIMULATION OF SINGLE-MODE OPTICAL FIBER WITH DISPERSION SHIFTED

Artemiev V.I., Smirnov N.D., Belov E.V., Silanteva A.A.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлены результаты моделирования одномодового оптического волокна, с треугольным профилем показателя преломления. Проведена оптимизация полученного профиля, чтобы сместить длину волны нулевой дисперсии в третье окно прозрачности на длину волны 1550 нм.

Abstract

The article presents the results of modeling a single-mode optical fiber with a triangular refractive index profile. The resulting profile was optimized to shift the zero dispersion wavelength into the third transparency window to a wavelength of 1550 nm.

1. Введение

Явление дисперсии приводит к уширению светового импульса при распространении в волокне, что негативно сказывается на качестве передачи информации. Таким образом, при расчете одномодового оптического волокна необходимо учитывать длину волны нулевой дисперсии.

2. Моделирование

Моделирование проводилось в программе OptiFiber, где был смоделирован профиль показателя преломления, представленный на рис. 1.

Было выяснено, что при заданных параметрах оптического волокна длина волны нулевой дисперсии находится вблизи 1513 нм. Для того чтобы получить нулевую дисперсию на длине волны 1550 нм необходимо изменить

расстояние между треугольной сердцевинной и кольцом, то есть изменить ширину второй области.

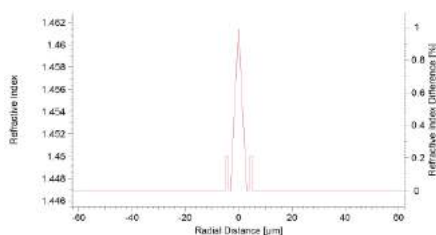


Рис. 1 – Профиль показателя преломления одномодового оптического волокна

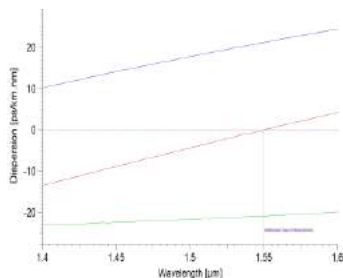


Рис. 2 – График дисперсии

По полученным графикам было определено, что для получения нулевой дисперсии на длине волны 1550 нм необходимо увеличить ширину второй области с 0.6 мкм до 1.32 мкм. Таким образом, мы получили длину волны нулевой дисперсии равной 1550 нм (рис. 2).

3. Заключение

В ходе компьютерного моделирования была проведена оптимизация одномодового оптического волокна, с треугольным профилем показателя преломления с целью сместить длину волны нулевой дисперсии в третье окно прозрачности на длину волны 1550 нм. Было выяснено, что для этого необходимо увеличить ширину второй области с 0.6 мкм до 1.32 мкм.

Список литературы

1. Сиднев, С. А. Применение оптических кабелей с комбинированным набором волокон / С. А. Сиднев, А. Л. Зубилевич // Т-Comm. 2013. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-opticheskikh-kabeley-s-kombinirovannym-naborom-vozkon> (дата обращения: 03.04.2024).

СПОСОБЫ ЗАПИСИ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ

Артемиев В.И., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

METHODS FOR RECORDING FIBER BRAGG GRATINGS WITH PHASE SHIFT

Artemiev V.I., Smirnov N.D., Silanteva A.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлен обзор способов записи волоконных брэгговских решеток с фазовым сдвигом (π -ВБР). Проведена оценка их достоинств и недостатков, а также результаты экспериментальной записи.

Abstract

This article provides an overview of recording methods for phase-shifted fiber Bragg gratings (π -FBG). Their advantages and disadvantages are assessed, as well as the results of experimental recording.

1. Введение

В настоящее время волоконные брэгговские решетки с фазовыми неоднородностями активно исследуются во всем мире. Благодаря наличию узкополосного участка в спектре π -ВБР, они обладают высокой разрешающей способностью и соответственно высокой точностью измерения. Однако не отработанная технология метода записи π -ВБР является основным ограничением для широкого применения таких структур в различных областях контроля физических параметров.

2. Обзор существующих методов записи π -ВБР.

Можно выделить следующие методы записи π -ВБР:

- Метод поточечной записи фемтосекундным лазером. Основными достоинствами данного метода являются гибкость, скорость записи, а также возможность контролировать в процессе записи период, изменение

показателя преломления и длину решетки, что позволяет задать коэффициент отражения, ширину полосы и центральную длину волны.

- Метод последовательной записи волоконных брэгговских решеток. Основным преимуществом является простота и низкая стоимость. Кроме того, уровень боковых составляющих существенно ниже из-за естественной аподизации профиля.

- Метод записи волоконных брэгговских решеток с помощью механического натяжения оптического волокна. По сравнению с другими методами данный способ отличается простотой, низкой стоимостью и высокой точностью записи. Кроме того, заменив фазовую маску на фазовую маску с фазовым сдвигом можно успешно проводить последовательную запись π -ВБР.

3. Экспериментальное исследование.

На рис. 1 представлен спектр π -ВБР записанный методом механического натяжения волокна. При этом была реализована последовательная запись двух π -ВБР с различными параметрами.



Рис. 1 – Экспериментально полученный спектр π -ВБР

4. Заключение

Проведенное экспериментальное исследование показало, что выбранный метод позволяет успешно проводить запись π -ВБР. При этом появляется возможность реализовывать π -ВБР с различными параметрами.

Список литературы

1. Иваненко, В. А. Квази-распределенная радиофотонная система контроля температуры и геометрии обмоток силовых трансформаторов на основе двухкомпонентных волновых адресных волоконных брэгговских структур с фазовым сдвигом: специальность 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»: Диссертация на соискание кандидата технических наук / Иваненко Владимир Александрович. ; ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ». – Казань, 2023. – 193 с.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ
ТЕРМОМЕТРИИ, РЕФРАКТОМЕТРИИ И ПОПЕРЕЧНОЙ
ДИНАМОМЕТРИИ НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ
ВОЛОКОННОЙ СТРУКТУРЫ РАЗНОГО ТИПА**

Ахметвалеев Р.А., Садчиков В.В.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань)*

**UNIVERSAL INTERFEROMETRIC FIBER OPTICAL SENSOR FOR
THERMOMETRY, REFRACTOMETRY AND TRANSVERSE
DYNAMOMETRY ON INHOMOGENEITIES OF FIBER STRUCTURE
OF DIFFERENT TYPES**

Akhmetvaleev R.A., Sadchikov V.V.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В настоящее время актуальна разработка волоконно-оптических датчиков с многопараметрическим измерением. Но большинство из них используют ВБР, решетки большого периода и специальные решетки, что создает сложности в производстве. Предлагаемый датчик решает эти проблемы, но может быть использован для измерения только трех описанных параметров.

Abstract

The development of fiber optic sensors with multi-parameter measurement is currently relevant. But most of them use FBG, long period gratings and special gratings, which create complexities in production. Proposed sensor solves these problems, but can only be used for measurement only of three described.

В современных исследованиях оптоволоконных датчиков лишь небольшое число статей посвящено датчикам, которые могут измерять три параметра. Но в основном в данных статьях авторы используют волоконную Брэгговскую решетку (ВБР), длиннопериодную волоконную решетку

или особые виды оптического волокна. Подобные элементы значительно усложняют структуру датчика, сложность производства и её цену.

В данной статье авторы предлагают создание неоднородностей в одномодовом волокне (ОВ) в виде шарообразной воздушной полости, прямого участка ОВ и конусообразной полости (рис. 1). В шарообразной полости часть света продолжает распространяться, а другая начинает отражаться, тем самым формируя интерференцию Фабри-Перо. Часть света проходит по сердцевине ОВ, а другая часть возбуждается на оболочке и затем эти световые потоки сходятся на конусообразном сужении, тем самым формируя интерференцию Маха-Цендера (ИМЦ).

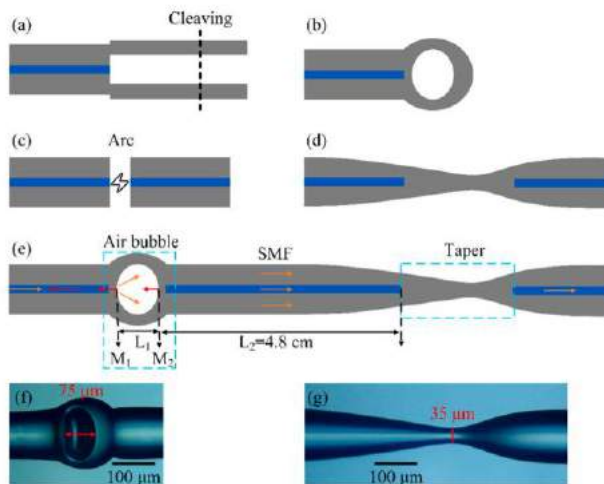


Рис. 1. Процессы создания датчика (а-е); шарообразная полость (f) и конусообразная полость (g) под микроскопом.

С помощью спектра прошедшего света определяется температура и показатель преломления волокна, а с помощью спектра отраженного света определяется поперечная нагрузка на волокно.

Список литературы

1. Wu, Y. Fiber optic hybrid structure based on an air bubble and thin taper for measurement of refractive index, temperature, and transverse load / Y. Wu, B. Liu, T. Nan // *Optik*. – 2021. – V. 241. – No. 166962.

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ КОМПОЗИТНЫХ ГОЛОГРАММНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ахметов Д.М.

Научный руководитель: Муслимов Эдуард Ринатович, д.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTICAL SYSTEMS BASED ON COMPOSITE HOLOGRAPHIC DIS- PERSIVE ELEMENTS

Akhmetov D.M.

Supervisor: Eduard R. Muslimov
(Kazan National Research Technical Univ. named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Представлен обзор оптических систем, разработанных в рамках исследовательского проекта по созданию и применению нового типа оптических элементов. Предлагаемые оптические элементы формируются путем голографической записи и разбиваются на несколько зон с независимо изменяемыми параметрами, что позволяет ввести дополнительные свободные переменные при расчете оптических схем.

Abstract

This article presents an overview of optical systems developed in the framework of a research project on creation and application of a new type of optical elements. The proposed optical elements are formed by holographic recording and divided into several zones with independently varying parameters, which allows one to introduce additional free variables into an optical design.

При расчете изображающих оптических систем с голограммными элементами достижение высоких оптических характеристик ограничено изменением абберационных свойств голограммы и ее дифракционной эффективности по полю, апертуре и спектральному диапазону. Решением может быть разбиение голограммного элемента на отдельные зоны, параметры которых оптимизируются независимо. В частности, в каждой из зон могут изменяться глубина профиля штриха или амплитуда модуляции показателя преломления; форма профиля штриха или полосы; частота штрихов/полос; кривизна штрихов/полос и параметры неравномерности их периода. Такие элементы назовем композитными [1].

А. Волноводные голографические дисплеи: цветной дисплей, работающий в диапазоне 480–620 нм с полем зрения $8^\circ \times 6^\circ$ и выходным зрачком 8 мм. При использовании композитной голограммы из 4 зон удастся повысить дифракционную эффективность на 13,8% и улучшить угловое разрешение на 0,4' [1]; монохромный дисплей, работающий в диапазоне 510–530 нм с полем зрения $7^\circ 36' \times 5^\circ 48'$ и диаметром выходного зрачка 8 мм. Введение композитной голограммы позволяет повысить эффективность в 3,45 раза, а пространственное разрешение на 12,7% [3].

Б. Спектрографы: спектрограф с высокой дисперсией для области 830-870 нм с числовой апертурой 0,14 на базе пары пропускающих решеток, вторая из которых является композитной. Это позволяет повысить пропускание на длинноволновом краю до 5,1 раз [4]; бесщелевой астрономический спектрограф для области 450-950 нм, использующий сочетание композитной решетки и призмы и позволяющий достичь спектральной разрешающей способности $R1067$ при повышении эффективности в 1,27 раз [5]; спектрограф с вогнутой композитной решеткой, работающий в области 400-800 нм с относительным отверстием 1:2,1. Использование композитной голограммы позволяет повысить разрешение в 1,19-2 раз и повысить эффективность на 15,6% в КВ области [6].

В каждом случае предложена методика проектирования и разработаны алгоритмы моделирования для определения основных оптических характеристик и соответствующие программные инструменты. Были экспериментально подтверждены дифракционная эффективность, достигающая 45% и спектральная разрешающая способность до $R1041$, выигрыш в пространственном разрешении.

Список литературы

1. E.R. Muslimov, et al. Concept of composite holographic optical elements. Photonics, 2020. Vol. 14 № 7, P.1-14.
2. Д.М. Ахметов и др. Моделирование и оптимизация оптических схем с композитными голограммными элементами/Оптический журнал. 2022. Т. 89. № 10. С. 106–117.
3. Д.Ю. Харитонов и др. Моделирование композитного волноводного голографического дисплея /Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2022 Т. 22, № 6.
4. Д.М. Ахметов и др. Сравнительный анализ алгоритмов расчета оптических систем с использованием композитных голограммных оптических элементов/ Оптический журнал. 2023 Т. 90. № 5. С. 63–75.
5. Optical Design of a Slitless Astronomical Spectrograph with a Composite Holographic Grism Photonics Vol. 10, no. 4: P. 385.
6. E. Muslimov et al. Spectrograph with a composite holographic dispersive element/ SPIE Proceedings. 2021 vol. 11871, p. 1187112.

**ЗАВИСИМОСТЬ ПОРЯДКА ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО
МОМЕНТА ОТ ЭФФЕКТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ
ПРЕЛОМЛЕНИЯ**

Бакирова Л.И.

Научный руководитель: Воронков Григорий Сергеевич, к.т.н., доц. кафедры телекоммуникационных систем
(Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа)

**DEPENDENCE OF THE ORDER ORBITAL ANGULAR MOMENTUM
ON THE EFFECTIVE REFRACTIVE INDEX**

Bakirova L.I.

Supervisor: Grigory S. Voronkov, Associate Professor of the Department of Telecommunication Systems
(Ufa University of Science and Technology, Ufa)

Аннотация

В статье предлагается рассмотреть зависимость порядка орбитального углового момента с помощью изменения эффективного показателя преломления в микрокольцевых резонаторах.

Abstract

In this paper we address the order dependence of the orbital angular momentum by varying the effective refractive index in microring resonators.

Один из способов управления перестраиваемых излучателей оптических пучков с орбитальным угловым моментом (ОУМ) на основе микрокольцевых резонаторов (МКР) – это изменение эффективного показателя преломления n_{eff} . В [1] был представлен основной принцип генерации вихревого пучка при использовании МКР, но представленные выражения не позволяют определить, насколько нужно поменять n_{eff} , чтобы получить желаемый порядок ОУМ. Для того, чтобы узнать какое должно быть воздействие на МКР, чтобы получить тот или иной порядок, необходимо провести численное моделирование, которое требует больших вычислительных ресурсов.

Мы предлагаем рассмотреть относительно легкий способ настройки управляющего воздействия на эффективный показатель преломления, не требующий большого количества вычисления численного моделирования.

Для этого предположим, что нам известна резонансная длина волны λ_{res} и эффективный показатель преломления n_{eff} для начального состояния. Порядок топологического заряда l и целочисленный порядок дифракции g определяется по формулам (1) и (2):

$$l = p - gq \quad (1)$$

где $p = 2\pi R n_{eff} / \lambda$ – порядок моды шепчущей галереи, q – количество элементов решетки в МКР.

$$(n_{eff} - 1) \frac{2\pi R}{q\lambda} < g < (n_{eff} + 1) \frac{2\pi R}{q\lambda}, \quad (2)$$

Предположим, что необходимо поменять порядок с топологического заряда l_1 на топологический заряд l_2

$$\begin{aligned} l_1 &= p_1 - g_1 q \\ l_2 &= p_2 - g_2 q \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда, разница будет соответствовать $l_2 - l_1 = p_2 - p_1 - q(g_2 - g_1) = m$. Используя выражение порядка моды шепчущей галереи, получим:

$$\frac{2\pi R n_{eff2}}{\lambda_2} - \frac{2\pi R n_{eff1}}{\lambda_1} - q(g_2 - g_1) = m \quad (5)$$

Таким образом, можно получить значение эффективного показателя преломления, к определенному порядку ОУМ.

$$n_{eff2} = \frac{m + q(g_2 - g_1) + \frac{2\pi R n_{eff1}}{\lambda_1}}{2\pi R} \lambda_2 \quad (6)$$

Данное выражение поможет определить насколько необходимо изменить эффективный показатель преломления материала для получения желаемого порядка ОУМ.

Исследование выполнено в рамках работ по государственному заданию Минобрнауки России для УУНиТ (соглашение № 075-03-2024-123/1 от 15.02.2024 г.) в молодежной научно-исследовательской лаборатории Евразийского НОЦ «Сенсорные системы на основе устройств интегральной фотоники».

Список литературы

1. Li R. et al. Radially Polarized Orbital Angular Momentum Beam Emitter Based on Shallow-Ridge Silicon Microring Cavity // IEEE Photonics J. 2014. Vol. 6, № 3. P. 1–10.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО И ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК

Белов Э.В.

Научный руководитель: Сахабүтдинов Айрат Жавдатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMBINED STRUCTURES OF THE FABRY-PEROT INTERFEROM- ETER AND FIBER BRAGG GRATINGS

Belov E.V.

Supervisor: A.Zh. Sakhabutdinov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе предложен чувствительный элемент, разработанный на основе комбинированной структуры, объединяющей интерферометр Фабри-Перо и волоконную брэгговскую решетку.

Abstract

In this paper, a sensing element is proposed, developed on the basis of a combined structure combining a Fabry-Perot interferometer and a fiber Bragg lattice.

1. Введение

Комбинация двух интерферометрических структур может способствовать повышению чувствительности измерений. Классическим примером возникновения узкополосного резонанса с асимметричным профилем в спектре является комбинация интерференция двух волновых процессов с близкими частотами [2].

2. Математическая модель комбинированной волоконно-оптической структуры

В данной работе приведены результаты математического моделирования комбинированной волоконно-оптической структуры, состоящей из интерферометра Фабри-Перо в виде тонкой полимерной пленки на конце

оптического волокна и сформированной за ней брэгговской решетки в оптическом волокне, рисунок 1.

Спектр модели комбинированного волоконно-оптического датчика, оцененный методом матрицы переноса, хорошо согласуется с экспериментальным спектром экспериментального образца, рисунок 2.

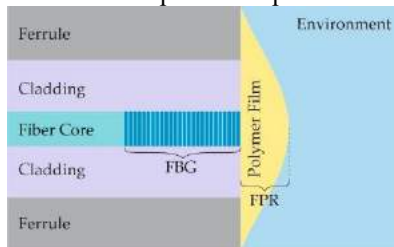


Рис.1 – Структурная схема чувствительного элемента комбинированного датчика [1].

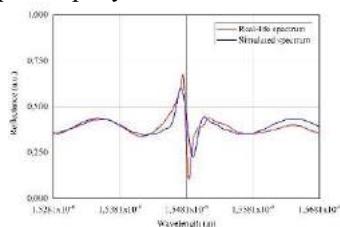


Рис.2 – Сравнение результатов моделирования и реальных спектров экспериментального образца: реальный датчик — красная линия, модель — синяя линия.

Параметры сенсора включают диэлектрическую и магнитную проницаемость всех трех сред (оптическое волокно, рабочее тело интерферометра и внешняя среда), период, наведенный показатель преломления и длину ВБР, а также длину интерферометра Фабри-Перо.

3. Заключение

Малейшее изменение одного или нескольких из этих десяти параметров мгновенно изменит положение окна прозрачности. Следовательно, полученная конфигурация комбинированного сенсора является крайне перспективной для ее применения в высокоточных и высокочувствительных измерительных системах.

Список литературы

1. Sakhabutdinov A.Zh. et al. Fano-type resonance structures based on combination of fiber Bragg grating with Fabry-Perot interferometer // Karbala International Journal of Modern Science. 2023. Vol. 9, № 1.
2. Трибельский М.И. Резонансы Фано в квантовой и классической механике: учебное пособие. Москва: МГТУ МИРЭА, 2012.
3. Артемьев, В.И. Математическое моделирование волоконно-оптического датчика износа на основе интерферометра Фабри-Перо // Материалы XXIV Международной научно-технической конференции и материалы XX Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. Уфа, 2023.

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНКАХ

Бобина Е.А., Куклин В.А., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.

Научный руководитель: Данилаев Максим Петрович, д.т.н., профессор,
Дорогов Н.В., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHOTOMETRIC ANALYSIS OF CARBON PARTICLES IN POLYMER FILMS

Bobina E.A., Kuklin V.A., Safin D.I., Shavaleev D.I.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, professor, Nikolai V. Dorogov, Senior
Lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе обоснована возможность использования методов фотометрии для идентификации типа и определения объемной концентрации углеродных частиц в прозрачных полимерных пленках. Фотометрический анализ показал увеличение коэффициента поглощения света, которое определяется концентрацией углеродных частиц и их аллотропной формой. В случае, когда аллотропная форма углеродных частиц в полимерных пленках известна, возможно определение среднего значения их объемной концентрации с погрешностью ~1%.

Abstract

The possibility of photometry methods application of the carbon particles type and its concentration identify is considered in that paper. Pulsed photometer was used for determine the parameters of carbon particles in polymer films. The increase of light absorption coefficient, which is determined by the concentration of carbon particles and their allotropic form, was found by photometric analysis. The average volume concentration of carbon particles in polymer films with error ~1% by photometry can be determine when there is information or its allotropic form.

1. Введение

Один из перспективных подходов к экспресс контролю концентрации углеродных частиц в прозрачных полимерных пленках основан на использовании оптических методов. Известно, что для определенной аллотропной формы углеродных частиц характерны различные значения коэффициента поглощения света. Размеры и концентрация частиц влияют на светорассеяние зондирующего излучения. Цель данной работы состоит в оценке возможности использования методов фотометрии для идентификации типа и определения объемной концентрации углеродных частиц в прозрачных полимерных пленках.

2. Результаты экспериментов и обсуждение

Экспериментальные исследования по оценке возможности применения методов фотометрии для определения параметров углеродных частиц в полимерных пленках проводились на импульсном фотометре [1]. В качестве источника зондирующего излучения использован светодиод с длиной волны излучения 625 ± 5 нм и шириной спектральной линии 50 нм. Импульсный режим питания светодиода позволил устранить влияние фоновой засветки. Образцы полимерной пленки формировались плазматроном.

Мутность образцов практически не изменялась. Коэффициент же поглощения света в полученных полистирольных пленках существенно выше поглощения в чистом полистироле. Увеличение коэффициента поглощения света определяется концентрацией углеродных частиц и их аллотропной формой. Рассеяние света, приводящее к увеличению мутности, обусловлено только неоднородностями оптической плотности.

3. Заключение

Для идентификации типа углеродных частиц в прозрачных полимерных пленках методом фотометрии необходимо иметь априорную информацию об объемной концентрации этих частиц в образце. В случае, когда аллотропная форма углеродных частиц в полимерных пленках известна, возможно определение среднего значения их объемной концентрации. При этом максимальная погрешность такой оценки составляет $\sim 1\%$.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

Список литературы

1. Данилаев М.П. и др. Турбидиметрический фотометр для исследования седиментации наноразмерных объектов // Научное приборостроение., 2021. Vol. 31, № 2. P. 35–43.

ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ С НЕЦЕЛОЧИСЛЕННЫМИ ФАЗОВЫМИ СДВИГАМИ

Валеев Б.И.

Научный руководитель: Сахабутдинов Айрат Жавдатович,
д-р. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

FIBER BRAGG STRUCTURES WITH FRACTIONAL PHASE SHIFTS

Valeev B.I.

Supervisor: Airat Zh. Sakhabutdinov, assoc. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Аннотация

Представлены результаты моделирования последовательности волоконных брэгговских решеток с нецелочисленными фазовыми сдвигами между ними. Рассмотрены особенности спектральных характеристик данного класса волоконных структур.

Abstract

We present the results of simulation of a sequence of fiber Bragg gratings with non-numerical phase shifts between them. We consider the specific features of spectral characteristics of this class of fiber structures.

1. Введение

Волоконные брэгговские структуры (ВБС) являются основными элементами как волоконно-оптических систем передачи информации, так и волоконных сенсорных систем. В последние годы, в волоконно-оптические сенсорные системы начали активно интегрироваться принципы радиофотоники, способствуя формированию нового класса радиофотонных сенсорных систем и устройств. В качестве базовых пассивных оптических элементов таких систем выступают адресные волоконные брэгговские структуры, содержащие как минимум две узкополосные компоненты в оптическом диапазоне, разностная частота между которыми находится в радиочастотной области спектра.

2. Моделирование волоконных брэгговских структур с нецелочисленными фазовыми сдвигами

Приведем спектральные характеристики массива волоконных брэгговских структур с нецелочисленными фазовыми сдвигами, принадлежащих последовательности $\{\phi\} = 0, 2\pi/k, 4\pi/k, \dots, 2\pi \cdot k/k$, где k — период последовательности, на основе математического аппарата матриц рассеяния и передачи [1].

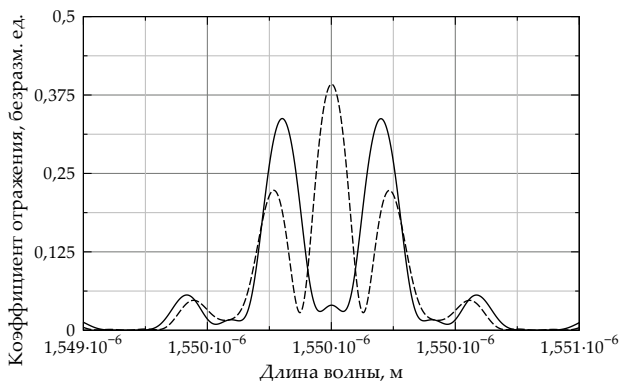


Рис. 1 – Спектр отражения структуры из массива ВБР при $L = 1$ мм, $n_{\text{eff}} = 1.45876$, $N = 5$, $k_1 = 2$ (сплошная) и $k_2 = 3$ (пунктирная) линии

Массив ВБС образован из N волоконных брэгговских решеток, каждая из которых имеет длину L и эффективный показатель преломления n_{eff} . При $k_1 = 2$ спектральная характеристика ВБС содержит две спектральные компоненты с адресной частотой Ω_1 и соответствует стандартной ВБС с фазовым сдвигом $\phi = \pi$; при $k_2 = 3$ спектральная характеристика ВБС содержит три спектральные компоненты с адресной частотой $\Omega_2 = \Omega_1 \cdot k_1/k_2$.

3. Заключение

Массив волоконных брэгговских решеток с нецелочисленными фазовыми сдвигами между ними позволяет создавать многоадресные волоконные структуры, сформированные на одном непротяженном участке оптического волокна и может выступать в роли базового элемента для волоконно-оптических сенсорных и радиофотонных систем.

Список литературы

1. Comparative Analysis of the Methods for Fiber Bragg Structures Spectrum Modeling / T. Agliullin, V. Anfinogentov, O. Morozov [et al.] // Algorithms. – 2023. – Vol. 16, No. 2. – P. 101. – DOI 10.3390/a16020101.

МАЛОИНВАЗИВНЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Валеев Б.И.

Научный руководитель: Сахабутдинов Айрат Жавдатович,
д-р. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

LOW-INVASIVE TEMPERATURE SENSOR BASED ON COMBINED FIBER-OPTIC STRUCTURES

Valeev B.I.

Supervisor: Airat Zh. Sakhabutdinov, assoc. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматривается вариант реализации малоинвазивного волоконно-оптического датчика температуры на основе комбинации адресной волоконной решетки Брэгга и измерительного зонда, сформированного на торце оптического волокна, с радиофотонным методом опроса.

Abstract

We discuss the implementation of a low-invasive fiber-optic temperature sensor based on a combination of an addressed fiber Bragg grating and a probe formed at the end of an optical fiber with a radiophotonic interrogation method.

1. Введение

Температура является фундаментальной физической величиной, участвующей во всех физических процессах, например, в процессах жизнедеятельности живых организмов. Датчики температуры, разрабатываемые для решения данной задачи, должны соответствовать требованию малой инвазивности для сохранения целостности живого организма в процессе измерения и высокой точности измерения. Такому требованию соответствуют волоконно-оптические чувствительные элементы [1] благодаря своим малым геометрическим размерам и возможности применения радиофотонных методов для их опроса.

2. Модель волоконно-оптического датчика температуры

Схема опроса волоконно-оптического датчика содержит: светоизлучающий диод (СД), адресную волоконную брэгговскую структуру (АВБС), оптический полосовой фильтр (ОФ), циркулятор (Ц), измерительный зонд, фотоприемник (ФД) и аналогово-цифровой преобразователь (АЦП).

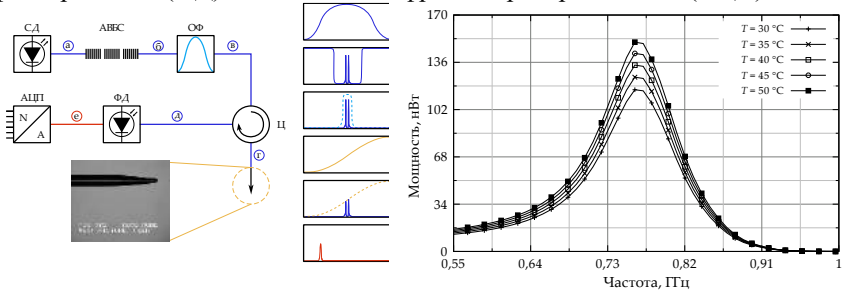


Рис. 1 – Схема опроса волоконно-оптического датчика и зависимость спектра выходного тока фотоприемника на адресной частоте от температуры воздействия

Интерферометр Фабри – Перо (ИФП), образованный на торце оптического волокна, выступает в роли наклонного фильтра для двухчастотного излучения, сформированного СД и АВБС. Воздействие температуры на ИФП вызывает линейный сдвиг ее частотной характеристики, в результате чего изменяется поступающая на фотоприемник оптическая мощность на адресной частоте.

3. Заключение

Результаты моделирования показали, что, работая на линейном участке спектральной характеристики измерительного зонда, возможно получение линейной характеристики преобразования, а полученная чувствительность позволяет добиться высокого разрешения измерительной системы по температуре.

Список литературы

1. Волоконно-оптический датчик температуры на основе стеклянного интерферометра Фабри-Перо / Т. А. Аглиуллин, Д. В. Самигуллин, Л. А. Сабутдинова [и др.] // Прикладная фотоника. – 2023. – Т. 10, № 5. – С. 58-74.

ФОТОННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСОВ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВО ВРЕМЯ

Васиков Р.Э.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PHOTONIC GENERATION OF TRIANGULAR-SHAPED PULSES BASED ON FREQUENCY-TO-TIME CONVERSION

Vasikov R.E.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается оптоволоконный подход к генерации импульсов треугольной формы на основе преобразования частоты во время. Решением для генерации электрических импульсов является метод формирования оптического спектра в сочетании с методом отображения частоты во времени.

Abstract

The article discusses a fiber-optic approach to generating triangular-shaped pulses based on frequency conversion in time. The solution for generating electrical pulses is the method of forming an optical spectrum in combination with the method of displaying frequency in time.

1. Введение

Этот метод преобразования напрямую отображает огибающую оптического спектра во временную форму сигнала, по сравнению со схемами на основе преобразователя Фурье реального времени более подходит для генерации СВЧ сигналов, поскольку нечувствителен к оптической фазе. Настоящее время существуют в основном два типа оптических формирователей спектра: пространственный модулятор света и оптоволоконный фильтр. Формы сигналов, генерируемые с помощью оптоволоконных фильтров, в основном ограничены синусоидальной огибающей импульса.

Модулированная последовательность импульсов от широкополосного источника спектрально формируется формирователем оптического спектра, состоящим из двух каскадно соединенных фильтров. Затем помещают отрезок дисперсионного волокна и фотодетектор для получения временных данных.

Представлен оптоволоконный подход к генерации импульсов треугольной формы на основе преобразования частоты во время [1].

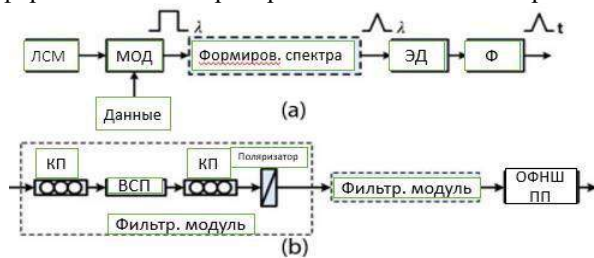


Рис. 1 - Концептуальная схема (а) системы генерации треугольных импульсов и (б) спектрального формирователя. ЛСМ – лазер с синхронизацией мод; ВСП – волокно с сохранением поляризации; ЭД – элемент дисперсии; Ф – фотодетектор; ОФНШПП – оптический фильтр с настраиваемой шириной полосы пропускания; КП – контроллер поляризации.

Принцип работы устройства заключается: последовательность модулированных импульсов, изменяет форму спектральным методом в спектральном формирователе, состоящем из каскадных фильтрационных модулей. На установленном участке дисперсионного волокна и фотодетекторе посредством преобразования частоты во время в дисперсионном волокне получают периодические треугольные импульсы той же формы, что и оптический спектр. Частоту следования и ширину импульса генерируемых сигналов можно настроить, регулируя скорость модуляции и величину дисперсии. Фотонная генерация импульсов треугольной формы на основе преобразования частоты во время представляет собой мощный инструмент для создания и управления короткими световыми импульсами, что открывает новые возможности для исследований и приложений в области оптики и фотоники.

Список литературы

1. Jia, L. Yan, W. Pan, B. Luo, S. Yao, "Photonic generation of triangular-shaped pulses based on frequency-to-time conversion," *Opt. Lett.* 36, 1458-1460 (2011)

**ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ МОДУЛЯТОР
ИНТЕРФЕРОМЕТРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА**

*О.С. Вязанкин¹, А.И. Бобров², П.В. Волков¹, Д.А. Семиков¹,
А.П. Горшков², А.В. Горюнов¹, Г.А. Лемешевская², А.Ю. Лукьянов¹,
А.В. Нежданов², К.В. Сидоренко²*

*(¹Институт физики микроструктур РАН, ул. Академическая, д. 7, д.
Афонино, Кстовский р-н, Нижегородская обл., 603087*

*²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, пр. Гагарина, д.23, Нижний Новгород, 603022)*

**INTEGRATED OPTICAL MODULATOR OF AN FIBER-OPTIC SEN-
SOR INTERFEROMETER**

*O.S. Vyazankin¹, A.I. Bobrov², P.V. Volkov¹, D.A. Semikov¹, A.P. Gorshkov²,
A.V. Gorunov¹, G.A. Lemeshevskaya², A.U. Lukyanov¹, A.V. Nezhdanov²,
K.V. Sidorenko²*

*(¹Institute of Microstructure Physics of the Russian Academy of Sciences, Aca-
demic str., 7, Afonino village, Kstovsky district, Nizhny Novgorod region,
603087*

*²Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, 23 Gagarin
Ave., Nizhny Novgorod, 603022)*

Аннотация

В статье описано исследование интегрально-оптического модулятора на базе интегрального интерферометра Маха-Цендера с термооптическим управлением. Продемонстрирована возможность детектирования деформации объектов с помощью волоконно-оптического резонатора Фабри-Перо.

Abstract

The article describes the study of the integrated optical modulator of the fiber-optic sensor interferometer, which has high stability and precision control of the interfering waves delay. The possibility of detecting deformation of objects using a Fabry-Perot fiber-optic resonator is demonstrated.

1. Введение

В настоящее время наблюдается активное развитие волоконно-оптических сенсоров. Широкое распространение получили интерференционные датчики, в которых чувствительным элементом является волоконный

интерферометр, например, резонатор Фабри-Перо (РФП). Внешнее воздействие в таких сенсорах изменяет оптическую длину резонатора, которую можно регистрировать различными методами.

2. Результаты

В первом эксперименте был использован несбалансированный интерферометр Маха-Цендера (НИМЦ). Была собрана тандемная низкокогерентная схема регистрации с внутриволоконного РФП [1]. Подстройка рабочей точки осуществлялась за счет изменения температуры НИМЦ. Датчик был наклеен на плиту, которая подвергалась деформациям. Во втором эксперименте исследовался сбалансированный интерферометр Маха-Цендера (СИМЦ) с термооптическим модулятором, который представлял собой тонкопленочный нагреватель, расположенный над одним из плеч СИМЦ. На (рис. 1а-б) приведены результаты экспериментов.

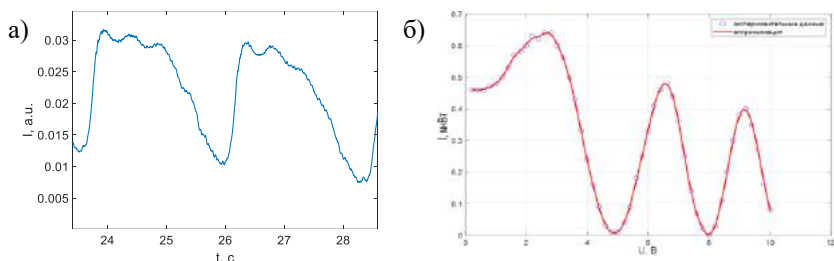


Рис. 1 а) Регистрируемый сигнал с волоконного датчика при деформации плиты и б) интенсивность с выхода СИМЦ при изменении напряжения на нагревателе.

3. Выводы

В работе реализованы схема считывания волоконно-оптических датчиков на базе тандемной низкокогерентной интерферометрии с интегрально-оптическим модулятором. Показана возможность точной подстройки схемы в точку максимальной чувствительности и высокая стабильность ее поддержания.

4. Финансирование

В части математического моделирования работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSWR-2022-0007. В части эксперимента исследование выполнено в рамках научной программы Национального центра физики и математики, направление № 1 «Национальный центр исследования архитектур суперкомпьютеров. Этап 2023-2025».

Список литературы

1. Petr Volkov, Andrey Lukyanov, Alexander Goryunov, Daniil Semikov, Oleg Vyazankin // *Sensors*, 2024, 24, 552. DOI: 10.3390/s24020552

УДК 681.586.5

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ В
ВОЛОКНЕ ДЛЯ БИОСЕНСОРОВ НА КОНЦЕВЫХ
ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО**

Галимуллин Л.Р.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR CAVITIES MANUFACTURING
FOR BIOSENSORS ON FIBER END
FABRY-PEROT INTERFEROMETERS**

Galimullin L.R.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются технологии изготовления полостей в волокне для биосенсоров на концевых интерферометрах Фабри-Перо. Представлены их достоинства и недостатки. Поставлена задача исследований.

Abstract

The article discusses technologies for manufacturing cavities in fiber for biosensors based on Fabry-Perot end interferometers. Their advantages and disadvantages are presented. The research task has been set.

1. Введение

Для биосенсоров существует компромисс между чувствительностью и механической прочностью. Хорошим кандидатом на решение этой задачи являются интерферометрические датчики на основе полых полостей, в которых оптический резонатор изготовлен внутри оптического волокна. Полые полости внутри оптического волокна обычно изготавливаются с помощью сфокусированного ионного луча, фемтосекундной лазерной абляции и химического травления. Однако эти методы требовали либо длительного времени изготовления, либо сложных производственных процессов. Проанализируем новые технологии.

2. Технологии получения полостей в волокне

Образование пузырьков во время сращивания волокон считается нежелательным в большинстве применений, поскольку оно создает полую полость внутри волокна, которая прерывает сердцевину волокна и нарушает передачу света. Образование пузырей обычно происходит из-за плохого профиля волокна (обычно плохого скола) или слишком высокого тока сварки. В этом новом процессе изготовления, представленном здесь, микропузырьки внутри волокна создаются с использованием обоих методов: сначала небольшая полость вытравливается, а затем полость увеличивается путем плавления. Основным этапом процесса изготовления является скалывание кончиков многомодового волокна с градиентным преломлением с диаметром сердцевины 62,5 мкм и числовой апертурой 0,275, которые затем протравливаются в течение 5 минут в 9,6% HF-геле, создавая неглубокая полость в кончике волокна при скорости травления 750 нм/мин. Состав геля с 9,6% буфером HF, обычно используемый в стоматологии в качестве геля для травления фарфора, имеет меньшую скорость травления по сравнению с протравливающими растворами на основе плавиковой кислоты с буфером, обеспечивая лучший контроль глубины травления и в то же время более безопасный в обращении. Далее идет сплавление. Вторая технология изготовления моста с фиксированной опорой на конце волокна. Для изготовления структур использовалась машина для 3D-литографии двухфотонной полимеризации (ДФП). Для проведения ДФП применялся фемтосекундный лазер с длительностью импульса 250 фс, центральной длиной волны 1026 нм и частотой повторения 200 кГц. Для обеспечения прочности изготовленной микроструктуры и минимизации временных затрат мощность лазера была установлена на уровне 2 мВт, а скорость сканирования — на уровне 500 мкм/с соответственно. После завершения полимеризации микроструктуру промывали промывным раствором (ацетон: изопропанол, 1:4) для удаления остатков фоторезиста. После испарения всего промывного раствора микрообработка полости ФП завершалась. Как видно обе технологии очень сложны и ставят задачу использования более простых технологий.

3. Заключение

Из приведенных результатов анализа можно сделать вывод, что изготовление полых полостей можно проводить с помощью пробоя в волокне. Популярность этой технологии, реализованной в Перми, растет, поскольку представляет недорогой и простой процесс изготовления, при котором длину полости можно легко контролировать путем подбора параметров пробоя.

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО ПЛАВЛЕНИЯ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ В ВОЛОКНЕ ДЛЯ БИОСЕНСОРОВ
НА КОНЦЕВЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО**

Галимуллин Л.Р., Шагвалиев Р.М.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ANALYSIS OF PLASMA MELTING TECHNOLOGY FOR THE PRO-
DUCTION OF CAVITIES IN FIBERS FOR BIOSENSORS ON FABRY-
PEROT END INTERFEROMETERS**

Galimullin L.R., Shagvaliev R.M.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются технология плазменного плавления для изготовления полостей в волокне для биосенсоров на концевых интерферометрах Фабри-Перо. Представлены ее достоинства и недостатки. Поставлена задача исследований.

Abstract

The article discusses plasma melting technology for manufacturing cavities in fiber for biosensors based on Fabry-Perot end interferometers. It advantages and disadvantages are presented. The research task has been set.

1. Введение

Для биосенсоров существует компромисс между чувствительностью и механической прочностью. Хорошим кандидатом на решение этой задачи являются интерферометрические датчики на основе полых полостей, в которых оптический резонатор изготовлен внутри оптического волокна. Варианты процесса изготовления полостей заключаются в предварительной подготовке кончиков волокон либо с помощью жидкости, с помощью дугового разряда, либо с использованием кварцевой капиллярной трубки. Хотя эти структуры состоят из полых полостей внутри волокон, они механически

прочны и устойчивы к боковым нагрузкам и деформации. Датчики этого типа также могут выдерживать высокие температуры, поскольку в структуру датчиков не входит пленка или полимер.

2. Технологии получения полостей в волокне плазменным плавлением.

На первом этапе внутри оптического волокна (SMF-28) за счет эффекта катастрофического плазменного плавления создается квазипериодический массив микрополостей. Это явление сопровождается самоиндуцированным разрушением активной зоны, вызванным локальным нагревом плазмы, который создает локально высокотемпературную область, распространяющуюся в сторону источника излучения, испаряющую активную зону. Разрушение сердцевины оптического волокна делает его непригодным для использования в системах передачи данных из-за возникновения квазипериодической последовательности пустот с размерами и пространственным периодом порядка микрометров, что приводит к значительному увеличению оптической потери. Однако такие структуры могут использоваться как отдельные элементы или заготовки в волоконно-оптических сенсорных системах.

На втором этапе производства фрагмент оптического волокна SMF-28, содержащий концевую часть ряда микрорезонаторов, скалывается и сплавляется с неповрежденным одномодовым волокном SMF-28. Электрическая дуга размягчает кварцевое стекло, а газ внутри микрополостей расширяется. Это приводит к слиянию нескольких микрополостей в одну камеру диаметром от 30 до 100 мкм. Сварка осуществляется с помощью сварочного аппарата, например, «Inno View 5». Варьирование силы тока, продолжительности горения дуги, количества микрополостей в заготовке позволяет регулировать диаметр и форму макрополости.

3. Заключение

Таким образом, изготовление полых полостей можно проводить с помощью плазменного плавления в волокне. Популярность этой технологии, реализованной в Перми [1], растет, поскольку представляет недорогой и простой процесс изготовления, при котором длину полости можно легко контролировать путем подбора параметров пробоя. Отверстия в полости для проникновения жидкостей, оцениваемых биосенсором, можно изготовить ионным лучом.

Список литературы

1. Капиллярные, гидродинамические и другие физические явления и эффекты, наблюдаемые в открытых оптоволоконных датчиках на основе микрополостей, образованных в результате эффекта катастрофического плавления / Д. И. Нурмухаметов, А. И. Шмырова, А. Р. Корнилицын [и др.] // Фотон-экспресс. – 2023. – № 6(190). – С. 312-313.

ПРОИЗВОЛЬНО УСТАНОВЛИВАЕМАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ АДРЕСНЫХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ СТРУКТУР

Галимуллина В.Б.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RANDOMLY INSTALLED TRAFFIC DENSITY MONITORING SYSTEM BASED ON COMBINED ADDRESSED FIBER BRAGG STRUCTURES

Galimullina V.B.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В этой работе мы проектируем произвольно устанавливаемую платформу контроля плотности движения, включающую датчики на основе двухкомпонентных адресных волоконных брэгговских структурах (АВБС) нового комбинированного типа, особенностью которых является наличие в обеих или отсутствие в одной из компонент фазового сдвига.

Abstract

In this work, we design a randomly installed platform for traffic density monitoring that includes sensors based on two-component addressable fiber Bragg structures (AFBS) of a new combined type, the feature of which is the presence or absence of phase shift in both components.

1. Введение

Применение АВБС нового комбинированного типа и радиофотонных методов их опроса [1], надлежущая долговременная калибровка сенсорной системы для повышения разрешающей способности измерений, быстродействия для отслеживания различий между измеренными и реальными значениями целевого физического параметра являются сложной задачей, требующей новых исследований.

2. Радиофотонный опрос датчиков на ДАВБС с фазовыми π -сдвигами. Рассмотрим следующие алгоритмы построения системы.

1. Четыре ВБР с полосой пропускания 0,5 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с шагом по длине волны 3 нм. Общая ширина излучения лазера 15 нм.

2. Четыре двухкомпонентные АВБС с полосой пропускания окна прозрачности в обеих 0,005 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с общей центральной длиной волны и уникальными адресными частотами. Общая ширина излучения лазера 3 нм.

3. Четыре двухкомпонентные АВБС с полосой пропускания окна прозрачности в одной из них 0,005 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с общей центральной длиной волны и уникальными адресными частотами. Общая ширина излучения лазера 3 нм.

Для случаев 2-3 возможно определение разностной частоты биений между компонентами с целью определения факт проезда автомобиля над датчиком. Данный подход является радиофотонным и требует не прямого определения длины волны, а прямого определения частоты биений. При этом порядок погрешности с единиц пм (единиц МГц), падает до единиц Гц (точнее кГц, что определяется шириной линии лазера), т.е. становится ниже практически на три порядка.

3. Заключение

В этой работе была эскизно представлена произвольно устанавливаемую мобильная измерительная платформа, содержащая датчики на основе двухкомпонентных АВБС нового комбинированного типа, особенностью которых является наличие в обеих или отсутствие в одной из компонент фазового сдвига. Данная платформа позволяет с одной стороны избавиться от дорогостоящего оптико-электронного интеррогатора, с другой стороны повышения разрешающей способности измерений. Как развитие платформы предложено использование коаксиальных СВЧ брэгговских решеток как конструктивно прочных.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

2. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В., Севастьянов С.С. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ АДРЕСНЫЕ
ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ
КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Галимуллина В.Б.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THREE-COMPONENT COMBINED ADDRESSED FIBER BRAGG
STRUCTURES FOR TRAFFIC DENSITY CONTROL SYSTEMS**

Galimullina V.B.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В этой работе мы проектируем произвольно устанавливаемую платформу контроля плотности движения, включающую датчики на основе трехкомпонентных адресных волоконных брэгговских структурах (АВБС) нового комбинированного типа, особенностью которых является наличие во всех или отсутствие в одной или двух из компонент фазового сдвига.

Abstract

In this work, we design a randomly installed platform for traffic density monitoring that includes sensors based on three-component addressable fiber Bragg structures (AFBS) of a new combined type, the feature of which is the presence of phase shift in all or its absence in one or two components.

1. Введение

Применение трехкомпонентных АВБС известно своими лучшими характеристиками по сравнению с двухкомпонентными при устранении коллизий, вызванных наличием ложных адресов во всей системе датчиков. При использовании нового комбинированного типа АВБС и радиофотонных методов их опроса [1], надлежащая долговременная калибровка сенсорной системы для повышения разрешающей способности измерений и устранения ложных адресов требует новых исследований.

2. Радиофотонный опрос датчиков на ТАВБС с фазовыми π -сдвигами. Рассмотрим следующие алгоритмы построения системы.

1. Четыре ВБР с полосой пропускания 0,5 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с шагом по длине волны 3 нм. Общая ширина излучения лазера 15 нм.

2. Четыре трехкомпонентные АВБС с полосой пропускания окна прозрачности в всех трех 0,005 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с общей центральной длиной волны и уникальными адресными частотами. Общая ширина излучения лазера 3 нм.

3. Четыре трехкомпонентные АВБС с полосой пропускания окна прозрачности в двух из них 0,005 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с общей центральной длиной волны и уникальными адресными частотами. Общая ширина излучения лазера 3 нм.

4. Четыре трехкомпонентные АВБС с полосой пропускания окна прозрачности одной из них 0,005 нм равномерно расположенные по длине мобильной платформы с общей центральной длиной волны и уникальными адресными частотами. Общая ширина излучения лазера 3 нм.

Для случаев 2-4 возможно определение разностной частоты биений между компонентами с целью определения факта проезда автомобиля над датчиком. Данный подход является радиофотонным и требует не прямого определения длины волны, а прямого определения частоты биений. При этом общая ширина излучения лазера в 5 раз меньше.

3. Заключение

В этой работе была эскизно представлена произвольно устанавливаемую мобильная измерительная платформа, содержащая датчики на основе трехкомпонентных АВБС нового комбинированного типа, особенностью которых является наличие во всех трех или отсутствие в одной или двух из компонент фазового сдвига. Данная платформа позволяет с одной стороны избавиться от дорогостоящего оптико-электронного интеррогатора, с другой стороны повышения разрешающей способности измерений.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

2. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В., Севастьянов С.С. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО

Галиуллин Р.Л.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

FUNDAMENTALS OF THE CONSTRUCTION OF FIBER-OPTIC SYSTEMS USING THE FABRY-PEROT INTERFEROMETER

Galiullin R.L.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной работе исследуется интерферометр Фабри-Перо, его преимущества и недостатки. Представлена базовая конструкция интерферометра. В результате анализа преимуществ было решено, что его использование в различных системах является оптимальным. Ключевым вопросом остается использование интерферометра в основе сенсорных аналитических устройств; этот вопрос требует отдельного рассмотрения и сравнения интерферометра Фабри-Перо с альтернативными решениями.

Abstract

This work investigates the Fabry-Perot interferometer, its advantages and disadvantages. The basic design of the interferometer is presented. As a result of analyzing the advantages, it was decided that its use in various systems is optimal. The key issue remains the use of an interferometer at the heart of sensory analytical devices; this issue requires separate consideration and comparison of the Fabry-Perot interferometer with alternative solutions.

Интерферометр Фабри-Перо чрезвычайно чувствителен к воздействиям, приводящим к изменению длины оптического пути между зеркалами. Чувствительный элемент может быть очень компактным – точечным в некоторых случаях. В отличие от других интерферометров, интерферометр Фабри-Перо не содержит волоконно-оптических делителей, использование которых усложняет устройство.

К основным преимуществам чувствительных элементов на основе

интерферометра Фабри-Перо относятся конструктивная простота и высокая чувствительность обеспечиваемая многопроходностью световой волны в резонаторе.

Основными недостатками являются малый динамический диапазон, существенные сложности с удержанием рабочей точки интерферометра в квадратуре и мультиплексирование. На рисунке 1 продемонстрирована схема интерферометра Фабри-Перо.

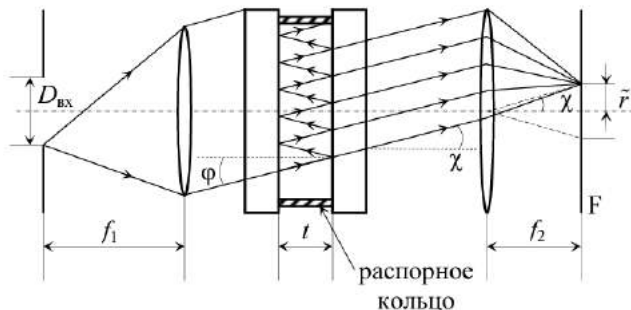


Рис. 1. Схема интерферометра Фабри-Перо

Учитывая преимущества интерферометра Фабри-Перо, можно сказать, что его использование в различных системах и устройствах волоконной оптики является оптимальным за счёт простоты и чувствительности. Вопрос использования интерферометра Фабри-Перо в сенсорных устройствах, требует отдельного исследования в приложениях сенсорики и дополнительного сравнения с альтернативным элементами возможными для использования в сенсорном устройстве.

УДК 681.586.5

РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ НА МАТРИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Гаптеракхимов Б.Р., Корепанов К.Э.

Научный руководитель:

Кузнецов Артем Анатольевич, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTONIC DIAGRAM FORMATION SYSTEMS ON MATRIX ELEMENTS IN INTEGRAL DESIGN

Gapterakhimov B.R., Korepanov K.E.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, Dr. of Sc.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлен порядок разработки компьютерной модели диаграммообразующей матрицы Баттлера в виде фотонной интегральной схемы.

Abstract

The paper presents the procedure for developing a computer model of the Butler beamforming matrix in the form of a photonic integrated circuit.

Матрица Баттлера [1] эффективный инструмент для построения диаграммообразующих схем, позволяющих формировать набор фиксированных угловых положений луча диаграммы направленности антенны. Преимущества такого подхода, по сравнению со схемами с плавной перестройкой – меньшие габариты и сложность, из-за отсутствия перестраиваемых элементов (фазовращателей и аттенюаторов), недостаток – количество угловых положений ограничено размерностью матрицы. Применение технологий интегральной фотоники позволит существенно продвинуться в части уменьшения массово-габаритных характеристик матрицы, повышению устойчивости к перекрестным помехам внутри самой матрицы и т.д.

При переносе матрицы в фотонную интегральную схему наблюдается полный переход ее основных функциональных элементов – фазовращателей и кроссоверов, примеры их реализации будут представлены в докладе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10059, <https://rscf.ru/project/23-79-10059/>.

Список литературы

1. Butler, J.L. Beam-forming matrix simplifies design of electronically scanned antennas / J.L. Butler, R. Lowe // Electron. Des. - 1961. - Vol. 9. - №4. - P. 170-173..

УДК 629.4.052.6

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОМПЕНСАЦИИ И УСТРАНЕНИЯ
ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Гизатуллина Н.Г.

Научный руководитель: Сычев Александр Сергеевич, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR COMPENSATION AND ELIMI-
NATION OF DISTORTIONS IN OPTICAL TELECOMMUNICATIONS
SYSTEMS**

Gizatullina N.G.

Supervisor: Alexander Sergeevich Sychev, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена проблеме искажений в оптических системах телекоммуникаций и развитию методов их компенсации и устранения. Введение обсуждает актуальность проблемы и важность разработки соответствующих методов. Основная часть рассматривает различные подходы к компенсации искажений, включая предварительную обработку сигнала и обратную компенсацию. Заключение подводит итоги исследования и указывает на его важность для повышения качества передачи данных в оптических сетях.

Abstract

This article is devoted to the problem of distortions in optical telecommunications systems and the development of methods for their compensation and elimination. The introduction discusses the relevance of the problem and the importance of developing appropriate methods. The main part considers various approaches to distortion compensation, including signal preprocessing and reverse compensation. The conclusion summarizes the results of the study and indicates its importance for improving the quality of data transmission in optical networks.

1. Введение

С развитием информационных технологий и увеличением объемов передаваемых данных становится все более актуальной проблема искажений в оптических системах телекоммуникаций. Искажения могут возникать из-за различных факторов, таких как дисперсия, атмосферные условия, неправильная установка оборудования и многие другие. Для обеспечения стабильной и эффективной передачи данных необходимо развивать методы компенсации и устранения этих искажений.

2. Искажения в оптических системах телекоммуникаций могут привести к снижению качества передаваемого сигнала и ухудшению производительности сети. Одним из основных методов борьбы с этой проблемой является применение методов компенсации и устранения искажений.

Одним из популярных методов компенсации является предварительная обработка сигнала перед его передачей, такая как применение предварительной компенсации дисперсии или увеличение мощности сигнала для компенсации потерь на протяжении передачи. Эти методы могут помочь улучшить качество сигнала и повысить его стабильность.

Другим важным методом компенсации искажений является обратная компенсация, которая основана на анализе и коррекции искажений после передачи сигнала. Этот метод позволяет более точно определить и устранить искажения, возникающие в процессе передачи, что способствует повышению качества передачи данных.

3. Заключение

Развитие методов компенсации и устранения искажений в оптических системах телекоммуникаций играет ключевую роль в обеспечении стабильной и эффективной передачи данных. Применение этих методов позволяет улучшить качество сигнала, повысить производительность сети и обеспечить более надежную связь. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать созданию более эффективных и инновационных методов компенсации и устранения искажений в оптических системах телекоммуникаций.

Список литературы

1 Gladkiy M.A. Distortion compensation in optical telecommunications systems: monograph. M.: MIPT Publishing House, 2015.

УДК 681.586.5

РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ НА МАТРИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ДИСКРЕТНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Гильмутдинов К.Л., Корепанов К.Э.

Научный руководитель:

Кузнецов Артем Анатольевич, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTONIC DIAGRAM FORMATION SYSTEMS ON MATRIX ELEMENTS IN DISCRETE DESIGN

Gilmutdinov K.L., Korepanov K.E.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, Dr. of Sc.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлен обзор радифотонных решений для построения систем диаграммообразования АФАР. Основной акцент сделан на матричных методах (матрицы Баттлера и Бласса) и их реализации на основе элементов дискретной волоконной оптики.

Abstract

The paper presents an overview of microwave photonic solutions for constructing beamforming systems. The main emphasis is on matrix methods (Butler and Blass matrices) and their implementation based on elements of discrete fiber optics.

Одно из приложений радиофотоники, которое привлекает внимание исследователей на протяжении многих лет – это построение систем диаграммообразования. Преимущество радиофотонных решений здесь это уменьшение массово-габаритных характеристик, перекрестных помех и т.д. В широком смысле, диаграммообразующие устройства можно поделить на два класса: с произвольным амплитудно-фазовым распределением и с детерминированным. В первом случае обеспечивается возможность задания индивидуального значения амплитуды и фазы сигнала для каждого

излучателя, что позволяет осуществлять непрерывное в пространстве сканирование лучом. Во втором случае возможно формирование ограниченного набора дискретных амплитудно-фазовых распределений (положений луча), которые переключаются отдельным устройством. Количество таких распределений определяется размерностью матрицы. Предметом изучения данной работы являются системы второго типа, среди которых широкое распространение получили матрицы Баттлера [1]. Сама коммутирующая матрица формируется из простейших элементов (фазовращателей и кроссоверов), которые могут быть с успехом реализованы в фотонном исполнении. В докладе авторы представляют компьютерную модель такой матрицы в радиофотонном исполнении.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10059, <https://rscf.ru/project/23-79-10059/>.

Список литературы

1. Butler, J.L. Beam-forming matrix simplifies design of electronically scanned antennas / J.L. Butler, R. Lowe // *Electron. Des.* - 1961. - Vol. 9. - №4. - P. 170-173.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОСТИ СВЯЗИ ПО ОТКРЫТОМУ ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРОМ

Гильфанов И.Д.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATION OF THE COMMUNICATION RANGE OVER AN OPEN OPTICAL CHANNEL WITH A SEMICONDUCTOR LASER

Gilfanov I.D.

Supervisor: Elena A.Bobina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В материалах доклада приводятся результаты эксперимента по передаче звука и музыкальных композиций по открытому оптическому каналу связи. Сделаны выводы и предложения по распространению данного опыта на другие предметные области.

Abstract

The materials of the report present the results of an experiment on the transmission of sound and musical compositions over an open optical communication channel. Conclusions and suggestions are made to extend this experience to other subject areas.

1. Введение

Преимущества лазерной передачи информации заключается в большой пропускной способности, в физической защищенности канала связи от перехвата сигнала. Также лазерная связь не требует прокладки проводов и постройки антенн. Большая пропускная способность достигается за счет малой длины волны лазерного излучения, а чем короче электромагнитные волны, тем больше их может уместиться, не мешая друг другу, на одном отрезке шкалы.

Дальность связи в открытом оптическом канале связи во многом определяется затуханием оптического излучения: По следующей формуле, можно увидеть, чем больше дальность R , тем меньше мощность излучения, приходящего на приемник:

$$P_R \approx 0.45 \frac{P_A \pi d^2 D^2}{R^2 \lambda^2}$$

2. Результаты эксперимента

Сущность эксперимента заключается в том, что на некотором расстоянии от передатчика устанавливается приемник, затем передатчик запускается, он начинает передавать закодированный сигнал. На приемнике, к которому подключен динамик, воспроизводится сигнал. Далее расстояние от передатчика до приемника увеличивается до того момента, пока сигнал не перестанет распознаваться. Эксперимент был проведен вечером в относительно ясную погоду.

Результаты эксперимента: при 20 метрах сигнал передается с минимальными искажениями, при 70 метрах наблюдаются шумы, при 140 метрах появляются заметные шумы, но при правильном расположении приемника музыка слышится все еще отчетливо, а пятно от лазера имеет большой диаметр (много больше размеров фоторезистора).

3. Выводы

На основании проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Качество сигнала ухудшается на расстоянии более 140 метров.
2. Используемый в эксперименте лазер способен передавать информацию, но не на большие расстояния.
3. Для улучшения качества передачи сигнала важно учитывать атмосферные условия.
4. Для удовлетворительного качества приема сигнала нужно использовать приемник с большей чувствительностью, либо лазер с большей мощностью.

Список литературы

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1989. - 502 с.
2. Валиев, Р. И. Плюсы и минусы атмосферных оптических линий связи / Р. И. Валиев, И. Е. Анищенко // Академическая публицистика. – 2020. – № 1. – С. 24-26.

МИКРОВОЛНОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ

Грабовецкий Д.С.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE INTENSIFICATION OF TECHNOLOGIES FOR EX- TRACTION OF VANADIUM FROM HEAVY OIL

Grabovetskii D.S.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются методика и экспериментальная установка микроволновой интенсификации процесса выщелачивания, основанная на разработках и опытной эксплуатации микроволновых технологий, выполненных в НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева и внедренных на ряде предприятий.

Abstract

The article discusses the methodology and experimental installation of microwave intensification of the leaching process, based on the development and experimental operation of microwave technologies carried out at the KNITU-KAI named after A.N. Tupolev R&D Institute of AEPLS and implemented at a number of enterprises.

1. Введение

В НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ были разработаны микроволновые технологии для интенсификации сепарации водонефтяных эмульсий из месторождений РТ, гликолиза полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с выходом на мономер, таяния снежно-ледяных масс с удалением тяжелых металлов и солей, брикетирования органических отходов с выделением влаги, содер-

жащей растворенные попутные элементы [1]. Целью данной работы является разработка алгоритмов микроволновой интенсификации процесса выщелачивания и установки для их реализации.

2. Методика микроволновой интенсификации:

1) измельченный кокс и кислотные или щелочные реагенты в определенном молярном соотношении смешивались и помещались в колбу внутри резонаторной камеры;

2) включался генератор СВЧ на максимальную мощность $P=700$ Вт и заданный промежуток времени;

3) по истечении заданного промежутка времени в смесь добавляется кипящая дистиллированная вода, что способствует перемешиванию смеси реакции, которая после испарения через холодильник осаждается в резервуаре; непрореагировавший кокс фильтруется и высушивается;

4) жидкая и твердая фазы отправляются для анализа на ванадий;

5) для анализа количества ванадия в жидкой фазе предполагается использовать фотометрический метод измерения ее оптической плотности, в том числе с использованием видеокамеры;

6) для анализа твердой фазы предполагается использовать дериватографию – метод исследования физико-химических процессов, происходящих в веществе в условиях изменения температурного режима, с использованием волоконно-оптических технологий контроля веса и температуры.

3. Заключение

В работе представлены методика и описаны элементы для построения экспериментальной установки для микроволновой интенсификации щелочного и кислотного выщелачивания тяжелых нефтей и нефтяных коксов для извлечения ванадия. Используя опыт разработки промышленных систем микроволновой химии в НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ объем реакционной смеси доведен до 500 мл, что на два порядка превышает известные лабораторные экспериментальные процедуры. Перспективность применения установки и методики оценивается положительно по аналогии подобного увеличения объема реакционной смеси в реализованных установках для гликолиза ПЭТФ. Данная работа явилась первым этапом подготовки экспериментов по извлечению ванадия из тяжелых нефтей РТ.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р. и др. Резонансные методы мониторинга технологических процессов отверждения полимеров в функционально адаптивных СВЧ-реакторах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-2. С. 568-572.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Ермолаева Н.А.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARATIVE ANALYSIS OF CAPACITY INCREASE METHODS IN OPTICAL NETWORKS

Ermolaeva N.A.

Supervisor: Elena A. Bobina, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе приведен анализ методов увеличения пропускной способности в оптических сетях. Определяется наиболее перспективный метод.

Abstract

The paper analyzes the methods of capacity increase in optical networks. The most promising method is defined.

1. Введение

Проблема ограниченной пропускной способности в современных оптических сетях представляет собой ключевую задачу для развития коммуникационных технологий. Инициатива EXAT (Extremely Advanced Transmission) является одним из ответов на эту проблему. Совместно с правительством и представителями промышленности Японии, Национальный институт информационных и коммуникационных технологий (NICT) начал исследования по радикальному прогрессу в области оптической связи [1]. В рамках исследования выявлены три основных фактора, ограничивающих пропускную способность: мощностные ограничения оптического волокна, ограничения по полосе пропускания усилителя и ограничения по мощности электропитания. Цель данной работы заключается в проведении сравнительного анализа методов увеличения пропускной способности в оптиче-

ских сетях с целью выявления наиболее эффективного и предпочтительного метода.

2. Анализ методов увеличения пропускной способности в оптических сетях

Для выбора наиболее подходящего метода увеличения пропускной способности в оптических сетях были определены следующие критерии сравнения: спектральная эффективность; затраты на внедрение в эксплуатацию; техническая сложность; устойчивость к помехам; масштабируемость; задержка сигнала; пропускная способность.

По данным критериям проанализированы следующие методы: Когерентная модуляция, WDM (Wavelength Division Multiplexing), TDM (Time-Division Multiplexing), SDM (Space Division Multiplexing), EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier), PDM (Polarization Division Multiplexing).

Результаты показали, что наиболее целесообразными методами повышения пропускной способности в оптических сетях являются: когерентная модуляция, WDM, SDM, EDFA. Эти методы в ходе сопоставительного анализа набрали наибольшее количество плюсов.

3. Заключение

Метод когерентной модуляции, несмотря на выявленные недостатки, обладает существенными преимуществами, которые делают его наиболее предпочтительным среди методов увеличения пропускной способности в оптических сетях. Высокая спектральная плотность, устойчивость к помехам, масштабируемость и минимальная задержка сигнала, в сочетании с возможностью использования многоуровневых модуляций, подчеркивают его значимость в современных коммуникационных системах. Несмотря на высокие затраты на внедрение и техническую сложность, эти преимущества делают метод когерентной модуляции ключевым элементом в обеспечении эффективной и надежной передачи данных в оптических сетях.

Список литературы

1. Ограничения пропускной способности существующей волоконно-оптической инфраструктуры связи // Журнал «Век качества»; №3. – 2010. - С. 48-49.

АДРЕСНЫЙ КОНЦЕВОЙ ВОЛОКОННЫЙ ТЕРМОМЕТР ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ТИПА

Зиятдинов Т.Р.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ADDRESSABLE INTERFERENCE TYPE FIBER TERMOMETER

Ziatdinov T.R.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлен новый волоконный термометр на основе компактной структуры волоконного интерферометра. Благодаря своей компактности, простоте изготовления, хорошей чувствительности, простоте подключения к другим оптоволоконным компонентам и низкой стоимости этот термометр может найти различные применения для измерения температуры.

Abstract

This paper presents a new fiber thermometer based on the compact structure of a fiber interferometer. Due to its compactness, ease of manufacture, good sensitivity, ease of connection to other fiber optic power sources and cost, this thermometer can be found in various applications for temperature measurement.

1. Описание устройства

В настоящее время оптоволоконные датчики температуры актуальны и требуют своей высокотехнологичной реализации, так они широко исследовались за последние три десятилетия из-за их отличительных преимуществ перед традиционными датчиками, включая небольшой размер, легкий вес, невосприимчивость к электромагнитным помехам и устойчивость к суровым условиям окружающей среды. Было разработано множество типов волоконно-оптических датчиков температуры, например, на ос-

нове волоконных решеток Брэгга, длиннопериодных решеток, интерферометра Маха-Цендера и интерферометра Фабри-Перо (FPI). Среди них большое внимание привлекли FPI из-за их многочисленных выдающихся преимуществ, таких как высокая чувствительность, устойчивость к высоким температурам и простая структура. Однако многие известные FPI имеют относительно низкую механическую прочность и могут оказаться непригодными для практического применения.

В данной статье представлен новый волоконный термометр на основе компактной структуры волоконного интерферометра [1].

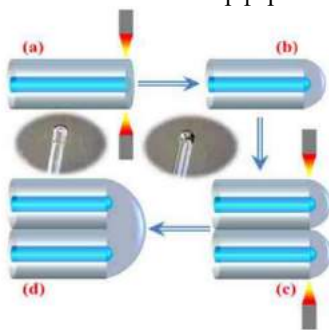


Рис. 1. Предлагаемая последовательность изготовления датчика.

Наконечник датчика формируется путем сращивания концов двух расположенных рядом друг с другом обычных одномодовых волокон (SMF), причем одно SMF используется в качестве входного волокна, а другое - в качестве выходного волокна. Путем контроля параметров сварки была изготовлена серия наконечников датчиков различной формы. Из-за расширения концов волокна, вызванного разрядом, происходит соединение между двумя параллельными сердцевинами волокна. Благодаря своей компактности, простоте изготовления, хорошей чувствительности, простоте подключения к другим оптоволоконным компонентам и низкой стоимости этот термометр может найти различные применения для измерения температуры.

Список литературы

1. Zhang, X., Shao, L.Y. Fiber Tip Thermometer // IEEE photonics technology letters. – 2017. – V. 29. – No. 17.

АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТОВОЛОКНА С ВБР ПО РАСТЯЖЕНИЮ/СЖАТИЮ

Ибрагимов Л.Д.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION OF WEAR OF CUR- RENT ACCESSORIES OF ELECTRIC TRAIN METROPOLITEN

Ibragimov L.D.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются результаты оценки предельных характеристик оптоволоконна с записанной в нем волоконной брэгговской решеткой по растяжению/ сжатию. Формулируется задача определения структуры датчика ВБР для измерения тока по закону Ампера.

Abstract

The article discusses the results of assessing the limiting tensile/compressive characteristics of an optical fiber with a fiber Bragg grating recorded in it. The problem of determining the structure of a FDG sensor for measuring current according to Ampere's law is formulated.

1. Введение

Датчики растяжения сжатия на волоконной брэгговской решетке (ВБР) не только являются хорошо зарекомендовавшими себя в области теоретических исследований, но и занимают все большую долю рынка благодаря своей чувствительности и низкой стоимости. Для применения ВБР в датчиках тока, построенных на эффекте Ампера, требуется исследование предельных значений по растяжению и сжатию волокна с записанной в нем решеткой.

2. Анализ предельных значений сжатия/растяжения волокна с ВБР.

Хотя предел прочности оптического волокна без записи решетки на разрыв составляет до 6000 МПа, после записи ВБР он падает примерно до

700 МПа. Прочность на разрыв снижается из-за воздействия на волокно высокоинтенсивного ультрафиолетового излучения при изготовлении ВБР методом фазовой маски, который широко применяется для их изготовления из-за его простоты. Предел прочности на разрыв 700 МПа дает деформацию при растяжении всего около 1%, что теоретически может привести к сдвигу длины волны примерно на 12 нм. При предельном растяжении деформация ВБР приведет к сдвигу длины волны на 15 нм. Проиллюстрируем это рис. 1.

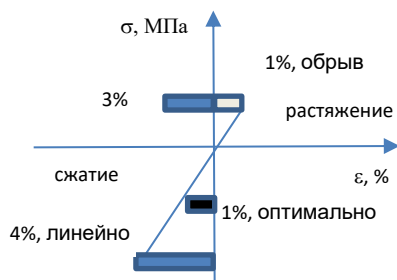


Рис. 1 – Результаты моделирования профилей спектра отражения ВБР при различной ее длине L .

Общий диапазон линейного сжатия волокна с ВБР составляет 4%. Обычно оптическое волокно при сжатии в 20 раз прочнее, чем при растяжении. При этом деформация волокна без ВБР до 5% при сжатии остается линейной. Следовательно, чтобы достичь полного диапазона изменения деформации ВБР 4%, оставшиеся 3% деформации могут быть получены за счет сжатия. Кроме того, только при сжатии можно достичь деформации 4%.

3. Заключение

Из приведенных результатов анализа можно сделать вывод, что высокая прочность оптических волокон на сжатие теоретически должна допускать полную деформацию 4%. Единственная проблема заключается в том, что тонкое волокно очень сложно сжать из-за коробления. Поэтому оптимально датчик должен работать в диапазоне сжатия/растяжения $\pm 1\%$. Такому подходу удовлетворяют различные классические осевые ВБР датчики, кольцевые варианты ВБР, ВБР поляризационного типа, изгибные ВБР на стержнях полосах, ВБР с искривлением в свободном пространстве. Исследование их характеристик – это задача дальнейшей работы.

КВАЗИ-АДРЕСНЫЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦИЙ НА ОСНОВЕ КОЛЬЦЕВОЙ ВБР С ДВУМЯ ФАЗОВЫМИ СДВИГАМИ

Ибрагимов Л.Д.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

QUASI-ADDRESSED STRAIN SENSOR BASED ON A RING FBG WITH TWO PHASE SHIFT

Ibragimov L.D.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются результаты оценки возможности построения квази-адресного датчика деформаций на основе кольцевой ВБР с двумя фазовыми сдвигами. Формулируется задача формирования двух пар компонент, одна из которых не зависит от сенсорной информации.

Abstract

The article discusses the results of assessing the limiting tensile/compressive characteristics of an optical fiber with a fiber Bragg grating recorded in it. The problem of determining the structure of a FDG sensor for measuring current according to Ampere's law is formulated.

1. Введение

Хотя почти четыре десятилетия назад начались исследования волоконно-оптических датчиков, постоянно разрабатываются новые идеи и методы для бесчисленного множества приложений. Недавно были предложены датчики с разделением мод, образованные путем включения ВБР с двумя спаренными π -сдвигами (С π -ВБР) в замкнутый оптоволоконный контур для измерения деформации, температуры или других физических параметров. Одновременно с ними были предложены фазовые адресные волоконные брэгговские структуры (2 π -АВБС) с уникальной адресной частотой между двумя π -сдвигами.

2. Принцип действия π -ВБР.

В отличие от обычных датчиков ВБР, в режиме разделения мод информация об измеряемых величинах кодируется путем расщепления двух связанных резонансных мод. Более того, несмотря на более сложную физическую структуру, датчики с разделением мод на основе ВБР демонстрируют новые механизмы обнаружения, включая особенности улучшенного разрешения разрешения, низкую чувствительность к производственным допускам и возмущениям окружающей среды, а также реализацию самокалибруемых спектроскопических схем измерения. Одна из разделенных мод носит характер резонанса Фано (повышенная разрешающая способность), вторая – резонанса Лоренца. Анализ показывает, что в спектральном диапазоне расщепленные моды являются следствием вырождения двух встречных резонансных мод, связанных через π -ВБР. Если рассматривать π -ВБР как датчик деформации, то небольшое изменение длины резонатора вызывает сдвиг всех резонансных мод на величину $0,79\lambda\epsilon L$ (коэффициент фотоупругости волокна, ϵ – коэффициент деформации). Однако если ϵ применяется в области резонатора, где записана π -ВБР, это вызывает сдвиг ее брэгговской длины волны вместе с изменением расщепления мод.

Кроме того, в работе отсутствует информация о поляризационных изменениях мод, которые могут появиться при воздействии на волокно, в котором записана π -ВБР. Поэтому полученные в [1] данные требуют дополнительного анализа. Также к необходимости анализа приводят и результаты работы 2π -АВБС, компоненты которой стабильны по длине волны, но могут расщепляться при увеличении поперечной нагрузки. Таким образом, при приложении деформаций расстояние между модами π -ВБР меняется как и центральная длина волны, в 2π -АВБС – нет при сдвигающейся центральной дине волны.

3. Заключение

При рассмотрении процессов сжатия кольцевых ВБР требуется дополнительный анализ модового состава его выходного излучения, что позволит совместить преимущества π -ВБР и 2π -АВБС.

Список литературы

1. С.Е. Campanella. Coupled π -shifted fibre Bragg grating ring resonant strain sensors // *Electr. Lett.* 2016. Vol. 52. No. 22, pp. 1873-1875.
2. Р.Ш. Мисбахов и др. Волоконные брэгговские решетки с двумя фазовыми сдвигами как чувствительный элемент и инструмент мультиплексирования сенсорных сетей // *Инженерный вестник Дона.* 2017. № 3 (46). С. 24.

ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Ишмиев Н.И.

Научный руководитель: Афонина Е.В., к.ист.доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TECHNOLOGIES OF OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Ishmiey N.I.

Scientific advisor: Elena V. Afonina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются современные технологии оптических систем телекоммуникаций. Обсуждаются основные аспекты волоконно-оптических сетей, их преимущества и возможности. Также рассматривается важность оптических систем в современном мире и их влияние на различные отрасли.

Abstract

This article discusses modern technologies of optical telecommunication systems. The main aspects of fiber-optic networks, their advantages, and capabilities are examined. The importance of optical systems in the modern world and their impact on various industries are also considered.

1. Optical telecommunication systems

In the realm of telecommunications, the transmission of data via optical systems represents a sophisticated interplay of various components and techniques aimed at optimizing information transfer. The use of light as a means of data transmission underlies optical telecommunication systems and has advantages over electrical transmission methods.

One of the fundamental components of optical systems is the fiber-optic cable. A thin thread of glass or plastic is capable of transmitting light signals over long distances with minimal attenuation. These cables are engineered to guide light along their length through a principle known as total internal reflection, ensuring that the signals remain confined within the core of the fiber and are

efficiently delivered to their destination.

Transmitters form another critical aspect of optical systems; Transmitters, responsible for converting electrical signals into optical signals suitable for transmission through fiber-optic cables. Various modulation techniques, including amplitude modulation (AM), frequency modulation (FM), and phase modulation (PM), are employed to encode information onto the optical carrier wave, allowing the transmission of digital data across vast distances. At the receiving end, optical receivers play a pivotal role in detecting and interpreting the transmitted optical signals. These receivers employ photodetectors, such as photodiodes, to convert incoming light signals back into electrical signals for processing and decoding. Advanced signal processing algorithms are then utilized to extract the original data from the received optical signals, ensuring accurate and reliable communication.

To extend the reach and enhance the performance of optical signals, amplification and regeneration techniques are employed along the transmission path. Optical amplifiers, such as erbium-doped fiber amplifiers (EDFAs), are strategically placed at intervals to boost the strength of optical signals, compensating for signal attenuation and minimizing signal degradation over long distances.

Moreover, wavelength division multiplexing (WDM) technology enables multiple optical signals to be transmitted simultaneously over a single fiber-optic cable, each operating at a different wavelength. This technique effectively increases the bandwidth capacity of optical networks, allowing for the transmission of multiple data streams concurrently without interference.

In addition to long-distance transmission, optical systems find applications in metropolitan area networks (MANs) and last-mile connectivity, where they provide high-speed, low-latency communication services to businesses and residential users. The deployment of optical networks facilitates the seamless exchange of data within these environments, supporting a wide range of applications such as video streaming, cloud computing, and real-time collaboration tools.

Furthermore, the integration of optical systems with emerging technologies such as 5G wireless networks and the Internet of Things (IoT) promises to revolutionize telecommunications infrastructure, enabling the realization of smart cities, autonomous vehicles, and immersive digital experiences. By harnessing the power of light for information transmission, optical telecommunication systems pave the way for a connected and intelligent future [1].

References

1. Analysis of modern developments in the field of fiber-optic communication systems URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-razrabotok-v-oblasti-volokonno-opticheskikh-sistem-svyazi> (дата обращения: 28.03.2024).

ФАЗОСТАБИЛЬНЫЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ТРАКТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ROF

Корепанов К.Э., Кузнецов А.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

PHASE-STABLE FIBER OPTICAL CHANGES FOR ROF SYSTEMS

Korepanov K.E., Kuznetsov A.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе описана концепция построения фазостабильных аналоговых волоконно-оптических трактов (RoF) с использованием специализированных фазостабильных волокон.

Abstract

The paper describes the concept of constructing phase-stable analog optical fiber links, using specialized phase-stable fibers.

Передача аналоговых сигналов по волоконно-оптическим трактам (Radio Over Fiber – RoF) – специальная технология, которая нашла широкое применение, в частности в бортовых радиолокационных системах. Одну из проблем, которую решает переход на RoF – повышение фазовой стабильности канала по сравнению с электрическими трактами, что актуально не только для аналоговых, но и для цифровых систем с синхронизацией.

Однако, в оптических волокнах также можно наблюдать дрейф фазы сигнала с изменением, например, температуры волокна, что связано с термооптическим эффектом – изменением показателя преломления оптического волокна при изменении температуры [1]. Несмотря на то, что данный эффект существенно меньше, чем в электрических кабелях, но из-за более высокой частоты сигнала он так же проявляется.

Решение задачи «в лоб» подразумевает использование специализированных фазостабильных волокон, принцип действия которых основан на использовании упругооптического эффекта, формируемого специальной

оболочкой для компенсации термооптического. Иными словами, увеличение показателя при нагреве волокна компенсируется сжатием (уменьшением показателя преломления) волокна оболочкой, имеющей «отрицательный» ТКЛР. Недостатком данного подхода является ограниченный температурный диапазон, в котором компенсация выполняется эффективно. В связи с этим интерес представляет поиск альтернативных способов, использующих стандартные оптические волокна, а компенсация фазового дрейфа осуществляется методами модуляции и детектирования, чему и будет посвящен доклад.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10059, <https://rscf.ru/project/23-79-10059/>.

Список литературы

1. Agrawal, G.P. Fiber-Optic Communication Systems / G.P. Agrawal. – John Wiley & Sons, 2012. – 627 p.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Липатников К.А., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASURING THE DYNAMIC RANGE OF OPTICAL DEVICES

Lipatnikov K.A., Smirnov N.D., Silantyeva A.A.

Supervisor: Kuznetsov A.A., assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматриваются методы и схемы измерения динамического диапазона оптических устройств. Рассмотрены особенности существующих схем и выявлены их недостатки.

Abstract

The paper discusses methods and schemes for measuring the dynamic range of optical devices. The features of existing schemes are considered and their shortcomings are identified.

Существует два базовых подхода к определению динамического диапазона. Первый – SFDR (spectral free dynamic range) – динамический диапазон, свободный от нелинейных искажений. Для количественной оценки уровня интермодуляционных искажений используют понятие «точки пересечения». Точка пересечения n -го порядка – виртуальная точка пересечения графиков для первого и n -го порядка, определяет величину модулирующего напряжения, при котором искажения на гармонике n -го порядка равны величине полезного сигнала. Второй – MUDR (maximum usable dynamic range) – максимально пригодный динамический диапазон (по компрессии усиления). Данная величина, позволяющая оценить динамический диапазон – точка компрессии на основной гармонике по уровню N дБ. амплитуда входного сигнала, при которой выходной сигнал уменьшается на N дБ по сравнению со значением, которое он мог бы достигнуть

при линейном росте. Чаще всего принимают $N=-1$ дБ. Оба метода измеряются с помощью схемы на основе двухпортового модулятора Маха-Цандера (ДП ММЦ), которая представлена на рисунке 1.

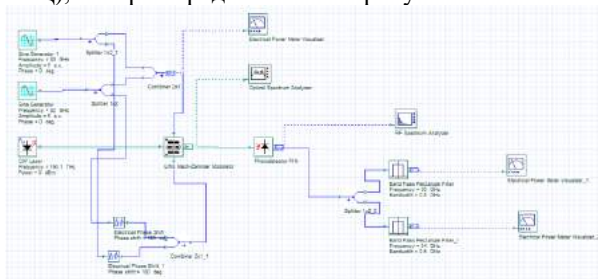


Рис. 1 – Схема измерения динамического диапазона оптических устройств на основе ДП ММЦ

В каждом из плеч ДП ММЦ формируется однополосная амплитудная модуляция, в результате образуется трехчастотное ассиметричное излучение на выходе модулятора. Для определения SFDR на модулятор подается две частоты 30 и 32 ГГц, а на выходе фотоприемника выделяются частоты $f_1=30$ ГГц и интермодуляционная частота равная $2f_2-f_1=34$ ГГц. В ходе моделирования мощность генераторов изменялась от -100 до 41 dBm, в результате получена передаточная характеристика.

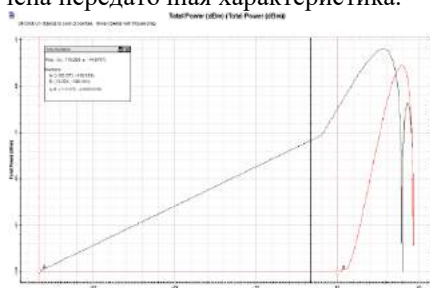


Рис. 2 – Передаточная характеристика ДП ММЦ

SFDR данной схемы составляет 110 dBm. Однако при достаточно высоком динамическом диапазоне схема сложна в реализации, к тому же технические есть предпосылки к повышению динамического диапазона. Этого можно добиться используя схему с классическим ММЦ и акустооптическим модулятором, отказавшись от одного из генераторов.

Список литературы

1. Кузнецов, А.А. Сравнительная оценка способов формирования излучений в виде сверхзаклопосного пакета дискретных частот / А.А. Кузнецов // Инженерный вестник Дона. – 2021. – №9(81). – С. 44-51.

СХЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ММЦ И АКУСТООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА

Липатников К.А., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CIRCUIT FOR MEASUREMENT OF DYNAMIC RANGE BASED ON MMZ AND ACOUSTO-OPTICAL MODULATOR

Lipatnikov K.A., Smirnov N.D., Silantyeva A.A.

Supervisor: Kuznetsov A.A., assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе предложена схема измерения динамического диапазона оптических устройств на основе модулятора Маха-Цандера (ММЦ) и акустооптического модулятора (АОМ), которая позволяет увеличить динамический диапазон самой схемы по сравнению с традиционной схемой на основе двухпортового модулятора Маха-Цандера.

Abstract

The paper proposes a scheme for measuring the dynamic range of optical devices based on a Mach-Zehnder modulator (MZM) and an acousto-optical modulator (AOM), which allows increasing the dynamic range of the circuit itself compared to a traditional scheme based on a two-port MZM.

Традиционная схема измерения динамического диапазона оптических устройств предполагает использования ДП ММЦ и двух генераторов СВЧ диапазона и ограничение измерения динамического диапазона ограничивается интермодуляционными искажениями самого модулятора. Предлагаемая же схема в своем составе имеет один СВЧ генератор, что позволяет исключить влияние интермодуляционных искажений на модуляторе ММЦ, поскольку на него подается одна частота, что потенциально может повысить динамический диапазон схемы измерений. Предлагаемая схема представлена на рис. 1.

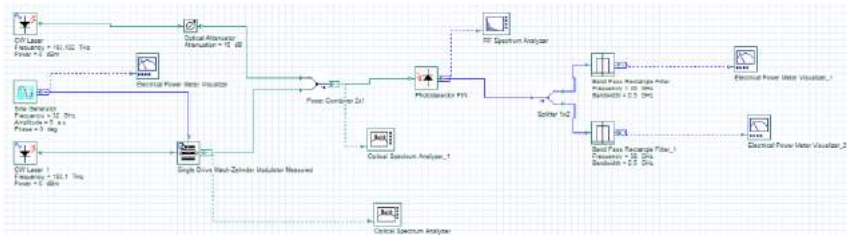


Рис. 1 – Схема измерения динамического диапазона оптических устройств на основе ММЦ и АОМ

Схема состоит из двух плеч. В первом плече находится ММЦ, работающий в «нулевой» рабочей точке формируя симметричное двухчастотное оптическое излучение с подавленной несущей. Во втором плече АОМ смещает несущую относительно начального положения. Результирующим излучением является трехчастотное ассиметричное оптическое излучение. В представленной схеме на рис. 1 АОМ заменен на лазер со смещенной длиной волны, поскольку в программном пакете отсутствует АОМ как элемент. На рис. 2 продемонстрирована передаточная характеристика схемы.

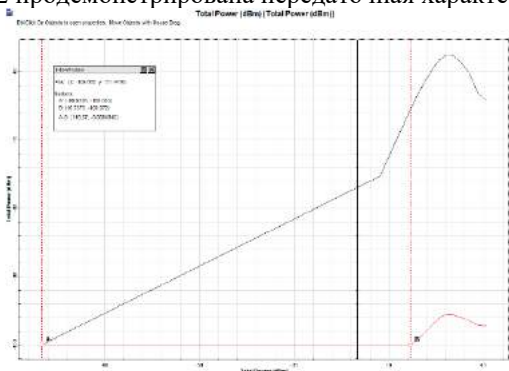


Рис. 2 – Передаточная характеристика схемы на основе ММЦ и АОМ

Из графика видно, что динамический диапазон данной схемы составляет 116 dBm. Это значение выше чем у традиционного решения на основе ДП ММЦ всего на 6 dBm. Таким образом, увеличение динамического диапазона незначительное, однако схема измерений становится проще и дешевле, т.к. нет необходимости в ДП ММЦ и драйвера к нему и двух СВЧ генераторов.

Список литературы

1. Кузнецов, А.А. Сравнительная оценка способов формирования излучений в виде сверхузкополосного пакета дискретных частот / А.А. Кузнецов // Инженерный вестник Дона. – 2021. – №9(81). – С. 44-51.

**ЭВОЛЮЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ:
ПРЕИМУЩЕСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.**

Лутфуллин Н.Р.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**EVOLUTION OF OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEMS: AD-
VANTAGES, TECHNOLOGIES AND PROSPECTS.**

Lutfullin N.R.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova, senior lecturer

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассматривается важность и актуальность оптических систем телекоммуникаций в современном мире. Описывается основной принцип работы оптических волокон, их преимущества и возможности. Также рассматриваются современные технологии увеличения пропускной способности сетей и перспективы развития данной области.

Abstract

This article discusses the importance and relevance of optical telecommunications systems in the modern world. The basic operating principle of optical fibers, their advantages and capabilities are described. Modern technologies for increasing network capacity and prospects for the development of this area are also discussed.

1. Introduction

Optical telecommunications systems are essential for transmitting high-speed data over long distances. Thanks to the advancement of optical technology, these systems have become more powerful and efficient. This article will explore the fundamentals of optical communication systems, their benefits, and future developments.

2. Optical telecommunication systems rely on the use of optical fibers to transmit data at high speeds with minimal loss. These fibers are made from special materials like quartz glass, which have high transparency for optical radiation.

Modern fiber communication lines offer high bandwidth, allowing for the transmission of large amounts of data over long distances with minimal signal loss. This makes optical telecommunication systems particularly attractive for use in today's communication networks [1].

One of the most important components of optical systems is the use of optical amplifiers, such as erbium and rubidium lasers. They allow to increase data transmission range and to improve signal quality, which is particularly important when dealing with large amounts of information [2].

To increase the capacity of telecommunication networks, several methods are used. These include extending the length of fiber cables, using multiplexing and signal modulation, as well as developing new materials and technologies. These measures allow for the creation of more efficient and reliable networks that can provide high data transfer speeds and stable communication [3].

3. Conclusion

The technologies of optical telecommunication systems continue to evolve rapidly, creating new opportunities for building fast and reliable communication networks. The use of optical fibers and modern data transmission devices makes it possible to improve the quality of communication significantly and to ensure effective functioning of the networks. The development of this field of technology is of great importance for the development of the information society and the improvement of people's quality of life.

List of literature

1. Agrawal, Govind P. Fiber-optic communication systems. John Wiley & Sons, 2012.
2. Keiser, Gerd. Optical fiber communications. McGraw-Hill Education, 2010.
3. Ramaswami, Rajiv, and Kumar N. Sivarajan. Optical networks: a practical perspective. Morgan Kaufmann, 2009.

**ФОРМИРОВАНИЕ ВНУТРИВОЛОКОННЫХ СТРУКТУР
АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПРИ
ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ**

Луценко А.С.

Научный руководитель: Первадчук В.П., д.т.н., профессор
(Пермский научно-исследовательский политехнический университет,
г. Пермь)

**FORMATION OF INTRA-FIBER STRUCTURES BY AMPLITUDE-
MODULATED RADIATION AT HIGH TEMPERATURE**

Lutsenko A.S.

Supervisor: Pervadchuk V.P., professor
(Perm National Research Polytechnic University, Perm)

Аннотация

В работе обсуждается метод создания квазипериодических структур в сердцевине градиентного оптического волокна из кварцевого стекла методом оптического пробоя, инициированного лазерным излучением и повышенной температурой. Представлены экспериментальные результаты, демонстрирующие основные параметры созданных структур.

Abstract

The paper discusses a method for creating quasi-periodic structures in the core of a gradient optical fiber made of quartz glass by optical breakdown initiated by laser radiation and elevated temperature. Experimental results demonstrating the main parameters of the created structures are presented.

1. Введение

Оптический пробой, наблюдаемый в кварцевых волокнах, вызывает необратимое разрушение сердцевины, а иногда и оболочки, с образованием полостей, заполненных кислородом под давлением [1]. Данные структуры можно локализовать, если управлять временем воздействия излучения, иницирующего и поддерживающего оптический пробой.

2. Экспериментальная установка

Источником излучения являлся волоконный иттербиевый лазер с резонатором на основе волоконных решеток Брэгга. Амплитудная модуляция

осуществлялась током накачки лазерного диода с длительностью импульса 8 мс, частотой 100 Гц. В качестве исследуемого образца выступало градиентное волокно 62,5/125 мкм. При этом тепло, необходимое для инициирования оптического пробоя, подводилось к торцу образца.

3. Результаты

Внутриволоконные структуры были сформированы в 19 из 20 образцов оптического волокна и имели одинаковую форму, но разную протяженность в пределах одного импульса (от 4 до 9 мм). Температура вблизи торца образца оценена ~ 950 °С. Следующий импульс не возобновлял процесс, а средняя скорость распространения оптического пробоя составляла $\sim 1,4$ м/с при средней мощности излучения 1,6 Вт.

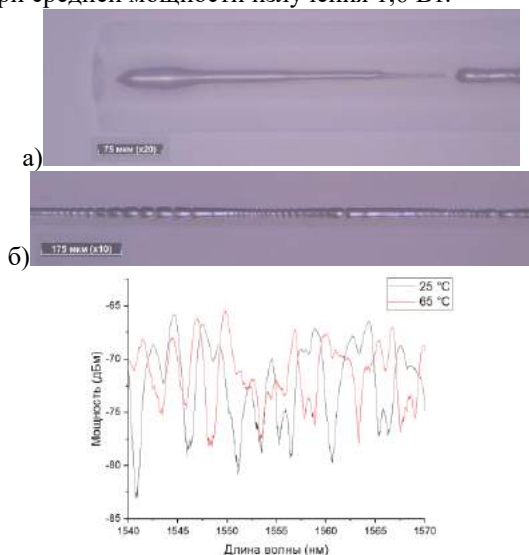


Рис. 1 – Внешний вид внутриволоконной структуры в иммерсионной среде, где а) – начальный филамент, б) – структура из группы дефектов с волнообразной огибающей.

Рис. 2 – Спектр отражения от структуры в зависимости от внешней температуры.

4. Заключение

Размеры и спектральный состав отраженного излучения позволяет судить о возможности применения данных структур в качестве оптических преобразователей температуры.

Список литературы

1. Todoroki S. (2005). Origin of periodic void formation during fiber fuse. Opt. Express, 13 (17), 6381-6389.

ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Матвеев Д.Н.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TWO-PARAMETER FIBER OPTICAL SENSOR FOR MONITORING PARAMETERS OF SOLAR BATTERIES

Matveev D.N.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предлагается структура двухпараметрического датчика мониторинга температуры фотоэлементов солнечных батарей (СБ) и относительной влажности окружающего их воздуха, которая обеспечивает определение указанных параметров по площади СБ на основе сетей адресных волоконных брэгговских структур (АВБС) с радиофотонным опросом.

Abstract

The article proposes the structure of a two-parameter sensor for monitoring the temperature of solar cells (PVP) and the relative humidity of the air surrounding them, which ensures the determination of these parameters over the area of the SB based on networks of addressable fiber Bragg structures (AFBS) with microwave photonic interrogation.

1. Введение

Температура, при которой работают фотопреобразующие панели СБ, – один из ключевых факторов, определяющих их эффективность. состояния токоприемников. Относительная влажность (ОВ) воздуха также значительно влияет на эффективность СБ, потому, что она влияет на процессы теплообмена между батареями и окружающей средой.

2. Конструкция датчика

Фото четырех комплексированных ВОДОВ и ВОДТФ, закрепленных в технологическом отверстии (ТО) СБ, представлено на рис. 1.



Рис. 1 – Двухпараметрический датчик

Комплексированные ВОДОВ и ВОДТФ установлены на СБ мощностью 100 Вт. Волокно с датчиками расположено так, что оно касается двух соседних сегментов фотопреобразователя. На датчики одета термоусаживаемая трубка, в которой сделаны отверстия в зоне АВБС-ОВ – вытравленное волокно с восстановленным полиимидным покрытием для повышения чувствительности к влажности (врезка рис. 1).

Чувствительность измерений по ОВ составила 6 пм/%. При этом разрешающая способность измерений с помощью РАИ составляет 0,01 пм по длине волны Брэгга, что существенно превышает требования к измерению ОВ. Разрешающая способность классических оптико-электронных анализаторов спектра на 1-2 порядка ниже. При изменении температуры линейность зависимости 13 пм/°C сохраняется, но изменяется длина волны Брэгга АВБС-ОВ, что приводит к смещению характеристик вверх или вниз.

3. Заключение

В работе представлены рекомендации по построению двухпараметрических датчиков для комплексного мониторинга температуры слоя фотопреобразователей СБ и относительной влажности воздуха, окружающей ее, на основе адресных ВОД с радиофотонным мультиплексированием. В их числе принцип работы и конструкция ВОДОВ и ВОДТФ на АВБС, структурная схема и принцип одновременного отдельного определения ТФ и ОВ.

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Матвеев Д.Н.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MULTIPARAMETER FIBER OPTICAL SENSOR FOR MONITORING PARAMETERS OF SOLAR BATTERIES

Matveev D.N.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предлагается структура многопараметрического датчика мониторинга температуры фотоэлементов солнечных батарей (СБ) и относительной влажности окружающего их воздуха, температуры воздуха и температуры тела панели, который обеспечивает определение указанных параметров по площади СБ на основе сетей адресных волоконных брэгговских структур (АВБС) с радиофотонным опросом.

Abstract

The article proposes the structure of a multi-parameter sensor for monitoring the temperature of solar cells (PVP) and the relative humidity of the air surrounding them, air temperature and panel body temperature, which ensures the determination of these parameters over the area of the PVP based on networks of addressable fiber Bragg structures (AFBS) with radio-photonic interrogation.

1. Введение

Температура, при которой работают фотопреобразующие панели СБ, – один из ключевых факторов, определяющих их эффективность. состояния токоприемников. Однако для ее определения нужно знать три температуры – воздуха, фотоэлементов и тела PVP. Относительная влажность (ОВ) воздуха также значительно влияет на эффективность СБ, потому, что

она влияет на процессы теплообмена между батареей и окружающей средой.

2. Конструкция многопараметрического датчика (МД)

Изготовление МД на АВБС может быть выполнено по двум технологиям, аналогичным изготовлению двухпараметрическому датчику. При использовании ультрафиолетового непрерывного лазера процесс начинается с записи АВБС, на конце которой затем формируется два интерферометра Фабри-Перо (ИФП) для контроля температуры и влажности воздуха. В ряде случаев для формирования ИФП требуется высокая температура, которая может «стереть» часть АВБС. По этой причине ИФП обычно изготавливается на расстоянии от 1 до 4 см от конца АВБС. Расстояние для записи АВБС для контроля температуры РVP от конца волокна определяется толщиной фотоэлектрической панели СБ. Центральная длина волны АВБС в этом случае зависит только от ТСБ. АВБС записывается в диапазоне 1550 нм, что обусловлено как наличием развитой элементной базы для сенсорных и телекоммуникационных систем этого диапазона, так и наличием спектральных откликов полимеров ИФП в нем.

Эскиз и фото КВОД, расположенного в технологическом отверстии (ТО) РVP и зафиксированного в нем пластичным компаундом с УФ-отверждением, представлены на рис.1,а и рис. 1,б соответственно.

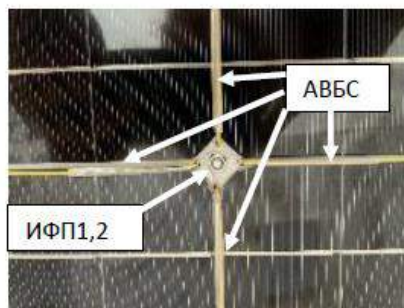
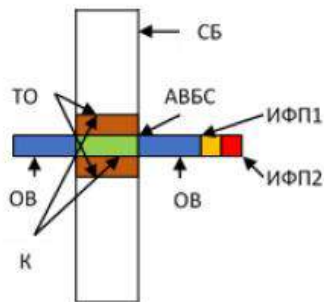


Рис. 1 – Многопараметрический датчик: эскиз (а) и фото (б)

3. Заключение

В работе представлены рекомендации по построению многопараметрических датчиков для комплексного мониторинга температуры РVP, ТФ, ТВ и ОВ воздуха, окружающей ее, на основе АВБС и ИФП с радиофотонным мультиплексированием. В их числе принцип работы и конструкция датчика, структурная схема и принцип одновременного раздельного определения температур и влажности.

УДК 621.384.1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЪЮСТИРОВОК ЗЕРКАЛ РЕЗОНАТОРА ЛАЗЕРА

Мирханов И.Н.

Научный руководитель: Кесель Людмила Григорьевна, доцент, кандидат
технических наук, доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE ALIGNMENT OF THE MIRRORS OF THE LASER RESONATOR

Mirkhanov I.N.

Supervisor: Lyudmila Grigoryevna Kesel, Associate Professor, Candidate
of Technical Sciences, Associate Professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе было проведено экспериментальное исследование влияния разъюстировок зеркал резонатора на характеристики лазерного излучения. Были измерены параметры лазерного излучения при различных уровнях разъюстировок и проведен анализ полученных данных. Результаты исследования позволяют оценить влияние разъюстировок зеркал на эффективность работы лазера и предложить методы для улучшения его характеристик.

Abstract

In this work, an experimental study was carried out on the effect of the resonator mirror alignments on the characteristics of laser radiation. The parameters of the laser radiation were measured at various levels of separation and the data obtained were analyzed. The results of the study allow us to assess the effect of mirror alignment on the laser's performance and propose methods to improve its characteristics.

1. Введение

Лазеры являются важным инструментом в различных областях, включая науку, медицину и промышленность. Однако, точность и стабиль-

ность работы лазеров могут быть существенно снижены из-за разъюстировок зеркал резонатора [1]. Разъюстировки зеркал могут возникать из-за различных факторов, таких как тепловые расширения, вибрации и механические напряжения [2]. Поэтому, оценка влияния разъюстировок зеркал на характеристики лазерного излучения является важной задачей для оптимизации работы лазерных систем.

2. Методика:

Для проведения исследования был использован лазер с резонатором на зеркалах. Были созданы различные уровни разъюстировок зеркал и измерены параметры лазерного излучения, такие как мощность излучения, ширина спектра и степень поляризации. Для каждого уровня разъюстировок было проведено несколько измерений, чтобы учесть возможные случайные флуктуации [3].

3. Результаты:

Анализ полученных данных показал, что разъюстировки зеркал резонатора лазера имеют существенное влияние на его характеристики. Было обнаружено, что увеличение уровня разъюстировок приводит к снижению мощности излучения и уширению спектра. Также было выявлено, что разъюстировки могут вызывать изменение поляризации излучения [4]. Эти результаты подтверждают важность точной настройки зеркал резонатора для обеспечения стабильной и эффективной работы лазеров.

4. Заключение

Влияние разъюстировок зеркал резонатора лазера на его характеристики было успешно оценено в данном исследовании. Полученные результаты подтверждают необходимость точной настройки зеркал для обеспечения стабильной работы лазеров. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку методов компенсации разъюстировок и оптимизации работы лазерных систем.

Список литературы

1. Smith, J. et al. Influence of mirror misalignment on laser performance // *Journal of Applied Physics*. 2015. V. 120. No. 5. P. 054301.
2. Johnson, A. et al. Analysis of mirror misalignments in laser resonators // *Optics Express*. 2017. V. 25. No. 10. Pp. 11543-11552.
3. Brown, R. et al. Effects of mirror misalignments on laser beam quality // *Laser Physics Letters*. 2019. V. 16. No. 8. P. 085001.
4. Chen, L. et al. Compensation methods for mirror misalignments in laser resonators // *Applied Optics*. 2020. V. 59. No. 12. Pp. 3456-3462.

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID PLUS НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВБС С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ

Мисбахов Рус. Ш.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF THE SMART GRID PLUS CONCEPT ON THE BASIS OF THE AFBS WITH PHASE SHIFT

Misbakhov Rus. Sh.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе представлен ряд задач по использованию АФБС волнового фазосдвигающего типа для реализации концепции Smart Grid Plus. Учитывая, что типовые структуры АФБС продолжают развиваться, на их основе могут быть найдены новые, более совершенные пути повышения эффективности контроля параметров надежности силовых трансформаторов.

Abstract

The report presents a number of tasks for the use of wave with phase shift type of AFBS to implement the Smart Grid Plus concept. Taking into account that the standard structures of AFBS continue to develop, new and more advanced ways can be found to improve the efficiency of monitoring the reliability parameters of power transformers based on them.

Применение АВБС является новой концепцией для исследователей и инженеров-электриков. Несмотря на то, что были предприняты значительные усилия в области измерения с помощью АВБС температуры, влажности, частичных разрядов, по-прежнему остаются нераскрытые области их применения. Кроме того, основные работы, выполняемые в лабораториях по упрощенным моделям, далеки от реальных полевых условий. Еще одной стороной необходимости проведения новых исследований является применение нового типа АВБС с волновыми ВБР-компонентами, содержащими фазовый π -сдвиг.

Таким образом, исследования стабильности волоконно-оптической

сенсорной системы на АВБС должны быть сосредоточены на новых устройствах интеллектуальной энергетики, в полевых исследованиях и на новых типах адресных структур. Методы применения АВБС, которые не использовались ранее в силовых трансформаторах СТ, следует оценивать с учетом высокого уровня электрических помех, способных вызвать нелинейные эффекты в волокне, а также существенных изменений температур внутри трансформатора, которые могут превышать 300 °С. Кроме того, ВОД обычно требуют длительной работы в трансформаторной среде, таким образом старение материала ВОД является еще одной важной проблемой, которую следует учитывать.

Одним из направлений развития можно рассматривать задачу обнаружения газов в СТ. Нами представлен новый комбинированный датчик газа на базе АВБС и ИФП. Для контроля деформации обмотки следует рассмотреть преимущества АВБС и ВОД с преобразованием поперечных сил в продольные деформации, усовершенствовать методы установки оптического волокна в обмотку, чтобы предотвратить обрыв волокна при ее деформации. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый за последние несколько лет в распределенных ВОД, нами предложены их модификации с уточнением калибровочных точек с помощью АВБС. Метод определения вибрации в СТ с помощью различного типа АВБС также представлен нами. Задача состоит в том, как упростить и миниатюризировать систему акселерометра, чтобы снизить ее стоимость. Кроме того, вибрация более важна для мониторинга, поскольку она является постоянным источником механических проблем.

В докладе представлен ряд решений указанных выше задач для развития концепции Smart Grid Plus на примере СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

УДК 628.1

МЕТОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Никишина О.В.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

METHODS FOR DETERMINING THE CHARACTERISTICS OF LIQUID MATERIALS USING DIELECTRIC CONTINUITY

Nikishina O.V.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Рассматриваются методы, позволяющие рассчитывать диэлектрические характеристики жидкостей. Комплексная диэлектрическая проницаемость является одним из фундаментальных электромагнитных свойств диэлектрических материалов.

Abstract

This article discusses methods that allow you to calculate the dielectric characteristics of liquids. Complex dielectric constant is one of the fundamental electromagnetic properties of dielectric materials.

Комплексная диэлектрическая проницаемость является одним из фундаментальных электромагнитных свойств диэлектрических материалов [1]. Диэлектрическую проницаемость необходимо знать при проектировании планарных схем СВЧ. По сравнению с твердыми материалами диэлектрическая проницаемость жидких материалов подвержена влиянию таких факторов, как температура, влажность, загрязняющие вещества в держателе образца для измерения, давление воздуха [2]. Кроме того, измерение жидкого образца менее удобно из-за его текучей природы. Многие жидкие образцы, например, вода, обычно состоят из полярных молекул, что приводит к высокой диэлектрической проницаемости и потере свойств.

Существуют следующие методы измерения жидких проб: емкостной

метод, метод линии передач, метод свободного пространства и метод резонатора. Метод перекрестной емкости был разработан для точного измерения жидкостей с низкой диэлектрической проницаемостью [3]. Такие методы подходят для низкочастотных измерений. Метод линии передачи требует, чтобы во время измерений материал помещался в часть закрытой линии передачи. Также требуются точно изготовленные образцы, подходящие для линии передачи. Кроме того, при вводе жидкой пробы в закрытую линию передачи всегда возникает проблема герметизации пробы без утечек. Метод свободного пространства использует свободное пространство в качестве среды передачи и больше подходит для измерения диэлектрической проницаемости в миллиметровом диапазоне волн. Метод резонансного резонатора чувствителен к образцам с малыми потерями и низкой диэлектрической проницаемостью с высокой точностью. Резонансный метод обычно создает более высокую моду для образцов с высокой диэлектрической проницаемостью. А образцы с большими потерями обычно ухудшают добротность, что приводит к значительному снижению точности измерений. Таким образом, должны быть разработаны новые методы измерения диэлектрической проницаемости для жидких образцов с высокой диэлектрической проницаемостью и большими потерями с достаточно высокой чувствительностью. Все большую популярность приобретают микроволновые датчики, использующие резонансный метод. Такие конструкции, как резонатор с разъемным кольцом (SRR), дополнительный спиральный резонатор (CSR) и резонатор с дополнительным разъемным кольцом (CSRR), являются наиболее часто используемыми. Когда материалы помещаются поверх резонатора, взаимодействие между полями и образцами изменяет резонансную частоту. Для измерения полярных жидкостей с большими потерями предлагается многоэлементная структура CSRR. В этой конструкции используются три круглых разрезных кольца, благодаря чему можно создать более высокое региональное электрическое поле. Эти методы позволяют проводить измерения с более высокой чувствительностью для жидкостей, а также высокой диэлектрической проницаемостью и большими потерями.

References

1. Paul, R.B.; Engin, A.E.; Aguirre, J. Dielectric and Underfill Characterization Using Cavity Resonators for Millimeter-Wave Applications. *IEEE Lett. Electromagn. Compat. Pract. Appl.* 2020, 2, 76–80.
2. Abedian, B.; Baker, K.N. Temperature Effects on the Electrical Conductivity of Dielectric Liquids. *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.* 2008, 15, 888–892.
3. Rahman, O., et al. Cross Capacitance Sensor for Insulation Oil Testing. *IEEE Sens. J.* 2021, 21, 20980–20989.

**МИКРОВОЛНОВЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ СЕНСОРЫ КАК ОСНОВА
СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОСТАВА И
КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЫ**

Никишина О.В.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**MICROWAVE RESONANCE SENSORS AS THE BASIS OF A MEANS
FOR CONTROLLING THE CHARACTERISTICS OF THE
COMPOSITION AND QUALITY OF DRINKING BOTTLED WATER**

Nikishina O.V.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье предложены СВЧ-резонансные датчики как средство контроля характеристик состава и качества питьевой бутилированной воды.

Abstract

The article proposes microwave resonant sensors as a means of monitoring the characteristics of the composition and quality of drinking bottled water.

Питьевая вода является важнейшим фактором, формирующим состояние здоровья человека. Потребители, особенно в крупных городах, понимая остроту проблемы снабжения водопроводной водой, не имея информации о степени ее очистки и возможности контролировать ее качество, вынуждены перейти на покупку бутилированной и нести дополнительные затраты в надежде получить качественный продукт [1]. Бутилированная вода должна соответствовать гигиеническим требованиям и нормам ГОСТа. Необходимо определить количество минеральных и органических компонентов, их соотношение. Большинство бутилированных видов воды обладают множеством добавок, имеющих специфический вкус, придающих воде собственный запах. В особенности, это касается минеральной воды, которая является особой группой с увеличенным содержанием различных элементов, газов [2].

Бутилированная вода чаще всего проходит два этапа обработки - очищение и насыщение. Первый этап – это тщательная очистка от разнообразных

загрязнений и тяжелых соединений. Для грубого очищения применяют два способа: обратный осмос или дистилляцию. Они позволяют удалить из воды все вредные вещества. Но, к сожалению, и большая часть полезных веществ тоже пропадает. Поэтому на втором этапе жидкость насыщается минералами. Делают это строго дозированно и в определенных пропорциях. Одним из популярных способов производства является очищение водопроводной воды. Существующие методы очистки бутилированной воды не несут сто процентной гарантии ее качества, желая максимально снизить величину себестоимости товара, производители могут не уделять достаточного внимания источнику водозабора, не соблюдать условия хранения и транспортировки, как готовой продукции, так и сырья, использовать для розлива не питьевую, а техническую воду. Соответственно встает вопрос ее контроля [3].

Наиболее совершенным с точки зрения возможностей контроля качества питьевой воды являются технологические СВЧ-установки и комплексы, управление которыми основано на принципах адаптивной организации. Современные сенсорные технологии для мониторинга качества воды в режиме реального времени включают: волоконно-оптические датчики, биосенсоры, датчики на основе микроэлектродов, систему «лаборатория на чипе» и датчики электромагнитных волн и др. Этот путь к появлению нового поколения датчиков воды, включающих в себя следующие качества: компактность, экономичность, возможность использования для массового производства [4].

Список литературы

1. Умарова, Н. Н. Оценка качества питьевой бутилированной воды: требования стандартов и требования потребителей / Н.Н. Умарова, Е.Е. Попова // Вестник Казанского технологического университета. – 2004. – № 1. – С. 454-459.
2. ГОСТ 32220-2013 Вода питьевая, расфасованная в емкости. Общие технические условия.
3. Высотин, С. А. Гигиенические проблемы использования бутилированной воды / С. А. Высотин, А. Т. Сайфитова, Е. А. Рязанова // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 6. – С. 9.
4. Смирнов С.В., Многосенсорная система контроля температуры и влажности для реализации адаптивных процессов СВЧ-обработки органических отходов животноводства.: дис.канд. техн. наук.: защищена 22.03.2021: К. 2021- 146с.

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ДЕМОНСТРАТОР ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ФОТОННОГО КАНАЛА СВЯЗИ «ЗЕМЛЯ-ВОЗДУХ»
БПЛА**

Нуреева А.И.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**HARDWARE AND SOFTWARE DEMONSTRATOR
TO CREATE A PHOTONIC COMMUNICATION CHANNEL
"GROUND-TO-AIR" FOR UAV**

Nureeva A.I.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются создание демонстратора канала связи с БПЛА на основе квантовой криптографии, которая является одной из наиболее перспективных областей применения в данной области техники. При этом существует проблематика в части того, что фундаментальные принципы квантовой механики трудно реализовать дешевыми импортозамещающими средствами.

Abstract

The article discusses the creation of a demonstrator for a communication channel with a UAV based on quantum cryptography, which is one of the most promising areas of application in this field of technology. At the same time, there is a problem in that the fundamental principles of quantum mechanics are difficult to implement using cheap import-substituting means.

1. Введение

В основе работы предлагается использование системы квантового распределения ключей (КРК) с частотным кодированием – модуляционное АМФМ-ФМАМ преобразование несущей фотона на основе метода Ильина-Морозова и его одно- и двухмодуляторных реализаций. Для моделирования

схемы и проведения проектных оценок были использованы принципы построения однопортового модуляционного радиофотонного звена последовательного типа и квантового моделирования электрооптических модуляторов. Далее приводится общее построение канала связи «земля-воздух».

2. Структура канала связи «земля-воздух».

На рисунке 4.1 показана архитектура системы канала связи с БПЛА. Данные пользователя, полученные на бортовой платформе (БПЛА), шифруются и затем передаются на наземную станцию по классической открытой оптической линии связи FSO на расстояние до 1 км.

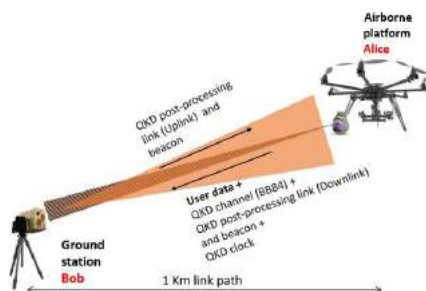


Рис. 1 – Структура канала связи «земля-воздух»

В этой оптической линии связи используется открытый лазерный источник с длиной волны 1567 нм. Одновременно устанавливается канал КПК с использованием фотонов с длиной волны 1550 нм, генерируемых модулем передатчика КПК (Алиса). Оба источника света объединены в оптоволокну, чтобы гарантировать совмещенное расположение.

На наземной станции классический FSO-канал обнаруживается с помощью высокоскоростного фотодетектора. Классический луч FSO также используется в качестве маяка, необходимого для объединения фотонов КПК в одномодовое волокно (SMF). Эти фотоны КПК доставляются в модуль приемника КПК с оптоволоконной подачей (Боб). Эффективное значительное разделение этих двух оптических каналов связи необходимы для обеспечения работы системы КПК и являются одной из основных задач реализации демонстратора.

3. Заключение

Задачи. Система КПК также требует двунаправленного классического канала связи (далее определяемого как канал постобработки) и тактовых импульсов, совместно используемых Алисой и Бобом. Канал постобработки нисходящей линии связи (воздух – земля) и восходящий канал постобработки (земля – воздух) 1567 и 1545 нм (маяк).

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО ДЕМОНСТРАТОРА УНИВЕРСАЛЬНОЙ РАДИОФОТОННОЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Нуреева А.И., Габдулхаков И.М.

Научный руководитель: Морозов О.Г., д.т.н.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань)*

FEATURES OF CONSTRUCTION OF A HARDWARE-SOFTWARE DEMONSTRATOR OF A UNIVERSAL RADIO-PHOTON SYSTEM OF QUANTUM KEY DISTRIBUTION

Nureeva A.I.¹, Gabdulkhakov I.M.¹¹

Supervisor: Morozov O.G., professor

(Kazan National Research Technical University, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются особенности построения аппаратно-программного демонстратора универсальной радиофотонной системы квантового распределения ключей.

Abstract

The article discusses the features of constructing a hardware-software demonstrator of a universal radio-photonic system for quantum key distribution.

Квантовые сети связи предоставляют уникальную возможность обмена произвольной последовательностью битов между пользователями с гарантированной безопасностью, не достижимой в классических открытых или специальных системах с криптографической защитой. Это используется с помощью использования технологий квантового распределения ключей.

Основной аналог – продукт компании QRATE [1], представляющий собой передающую и приемную станции для построения макета квантовой линии связи, снижение стоимости предлагаемой установки достигается за счет отказа от дорогостоящих однофотонных источников и приемников излучения, и использование «малофотонного» излучения с сохранением близости к физике работы системы.

Основное назначение демонстратора – учебные и научно-исследовательские лаборатории, изучающие квантовые коммуникации, широкое развитие этого направления (например, создана компетенция «Квантовые технологии» в рамках движения Молодые профессионалы) вынуждает повышать уровень оснащённости все большего числа лабораторий в учебных учреждениях высшего и среднего образования. Квантовые каналы плотно упакованы в оптическом спектре с использованием принципов волнового уплотнения. Важность исследования таких систем значительна по нескольким причинам, которые изложены далее [2-4].

Во-первых, он основан на методах, хорошо известных своей высокой спектральной эффективностью. Использование метода мультиплексирования с уменьшенным спектральным разделением между соседними каналами кажется естественным и устойчивым выбором для доставки множества ключей. Во-вторых, используется один оптический источник для всех мультиплексированных каналов, что снижает сложность системы, сложность ее управления и стоимость. Третье преимущество заключается в том, что волновое уплотнение для увеличения количества параллельных ключей разрешает сосуществование с другими классическими информационными или сервисными каналами в той же оптоволоконной инфраструктуре.

Список литературы

1. QRATE [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goqr.com/projects/qrates-lab-uchebnaya-kvantovaya-laboratoriya/>.
2. Морозов, О.Г. Универсальная радиофотонная система квантового распределения ключей с частотным кодированием / О.Г. Морозов, И.М. Габдулхаков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 2 (26). – С. 6-18.
3. Morozov O. G. et al. Hardware and software demonstrator of universal microwave photonic quantum key distribution system for youth WorldSkills championships and educational purposes //Optical Technologies for Telecommunications 2022. – SPIE, 2023. – Т. 12743. – С. 365-371.
4. Габдулхаков И. М., Морозов О. Г. Универсальная система квантового распределения ключей на основе амплитудно-фазовых модуляционных преобразований //Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 61-66.

УДК 681.7.068

МИКРОЛИНЗЫ НА ТОРЦЕ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ, СОХРАНЯЮЩИХ ПОЛЯРИЗАЦИЮ ИЗЛУЧЕНИЯ

Паньков А.С., Пономарёв Р.С.

Научный руководитель: Пономарев Роман Сергеевич, к.ф.-м.н.
(Пермский государственный национальный исследовательский университет – ПГНИУ, г. Пермь)

MICROLENS AT THE END OF FIBER OPTICAL FIBERS THAT PRESERVE RADIATION POLARIZATION

Pankov A.S., Ponomarev R.S.

Supervisor: Roman S. Ponomarev, assistant professor
(Perm State University - PSU, Perm)

Аннотация

В работе описан способ создания микролинз на основе оптических волокон типа Panda с сохранением поляризации излучения. Показаны способы измерения их ключевых характеристик: фокусное расстояние, диаметр поля моды (ДПМ), коэффициент поляризационного затухания.

Abstract

The paper describes a method for creating microlenses based on Panda fibers, while maintaining the radiation polarization. It also presents methods for measuring the key characteristics of these lenses: focal length, mode field diameter (MFD), polarization attenuation coefficient.

1. Введение

Одна из основных задач интегральной оптики является проблема неразрывного соединения волоконных световодов (ВС) и волноводов фотонной интегральной схемы (ФИС), которые имеют характерный диаметр близким к длине волны направленного света [1]. Использование ВС с размером сердцевины порядка 9 микрон для стыковки с ФИС, имеющими размеры волноводов порядка 1,5-2 микрон ведет к возрастанию потерь оптического сигнала. Эффективным решением задачи минимизации оптических потерь при стыковке этих оптических элементов является использование линзованных волоконных световодов (ЛВС) с размером пятна в фокусе порядка 2 микрон-

ров. ЛВС – оптические компоненты, представляющие собой волоконный световод, на торце которого сформирована микролинза [2].

2. Создание микролинз и измерение их характеристик

Для изготовления микролинз на торцах ВС использовалось оптическое волокно с сохранением поляризации излучения. В качестве инструмента для создания микролинз использовался сварочный аппарат Fujikura FSM-100. Формирование микролинзы происходит в несколько этапов. На первом этапе при постоянном воздействии электрической дуги производится размягчение и растяжение ВС до получения перетяжки с необходимыми параметрами. Затем в отсутствие электрической дуги ВС разрывается в наиболее узкой области перетяжки. После разрыва получаются два отрезка ВС с конусными концами. Далее полученные конусы оплавляются электрической дугой. Оплавленный участок ВС под действием сил поверхностного натяжения формирует симметричную выпуклую поверхность, в результате чего на конце ВС формируется конусная линза.

Микролинзы с сохранением поляризации описываются следующими параметрами: фокусное расстояние, ДПМ, коэффициент поляризационного затухания. Измерение фокусного расстояния и ДПМ осуществлялось с помощью метода Фабри-Перо и метода инфракрасной камеры в дальнем поле соответственно. Коэффициент затухания поляризации микролинзы вычисляется как разница между значением этого коэффициента для отрезка волокна без линзы и значением на выходе из линзы [3].

3. Заключение

В настоящей работе показан способ формирования и измерения ключевых параметров линзованных оптических волокон с размером пятна в точке фокуса 2 мкм. Предложенный способ позволяет получать линзы с поляризацией излучения на выходе до 40 дБ и падением поляризации в линзе не более 3 дБ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № FSNF-2024-0001.

Список литературы

1. Y. Jung, G. Brambilla, and D. J. Richardson, “Polarization-maintaining optical microfiber”, *Opt. Lett.* 35(12), 2034–2036 (2010).
2. C.-H Lin, S.-C. Lei and all, “Micro-hyperboloid lensed fibers for efficient coupling from laser chips”, *Optics Express.* 25 (20), 24480-24485 (2017).
3. А.С. Паньков, Л.О. Жуков, Р.С. Пономарев, “Измерение ключевых характеристик линзованного оптического волокна”, Спец. Выпуск Фотон-экспресс наука. №6, 494-495 (2023).

РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ДОППЛЕРОВСКОГО СДВИГА И УГЛА ПРИХОДА

Муравьёв И.Ю., Петров Н.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHOTONIC BASED DOPPLER FREQUENCY SHIFT AND ANGLE OF ARRIVAL MEASUREMENT SCHEME

Muravev I.Yu., Petrov N.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представляется радиофотонная схема измерения Доплеровского сдвига частоты и угла прихода эхо-сигнала путём внедрения акустооптического модулятора для осуществления сдвига спектральных составляющих и устройства плотного спектрального мультиплексирования для их разделения.

Abstract

The article presents a photonic based scheme for Doppler frequency shift and Angle of Arrival measurements of the echo signal by implementing an acousto-optic modulator to carry out the shift of spectral components and a dense wavelength division multiplexer to separate them.

1. Введение

Основной работы радиолокационных систем является измерение Доплеровского сдвига (ДС) частоты отражённого от объекта эхо-сигнала совокупности с его направлением (углом прихода).

2. Объяснение работы представленной схемы

Представленная на Рис. 1 система является улучшенной версией схемы измерения [1], где использовался квадратурный приёмник. В разработанной нами схеме [2] для генерации оптической несущей используется лазерный диод, которая после разделяется на две ветви. В верхней ветви

несущая модулируется эхо-сигналами с помощью модулятора Маха–Цендера с двумя управляющими электродами, который работает в точке минимума для достижения подавления несущей, как показано на Рис. 1(б). В нижней ветви несущая модулируется передаваемым сигналом по средством модулятора Маха-Цендера, который также работает в точке минимума (Рис. 1(а)). Выходной сигнал, с которого отправляется на акустооптический модулятор для сдвига спектра, который далее подаётся на волоконный усилитель, легированный эрбием для компенсации потерь мощности. Затем модулированные оптические сигналы с двух ветвей объединяются в один, который проходит в устройство плотного спектрального мультиплексирования для разделения верхней и нижней боковых полос (Рис. 1(в) и 1(г)). Наконец, два фотодиода используются для детектирования двух сигналов на промежуточной частоте. Информация о ДС содержится в частоте этих сигналов, а значения их мощности напрямую связано с разностью фаз между эхо-сигналами. Благодаря положению составляющих спектра на Рис. 1(д) и 1(е) можно чётко определить направление ДС.

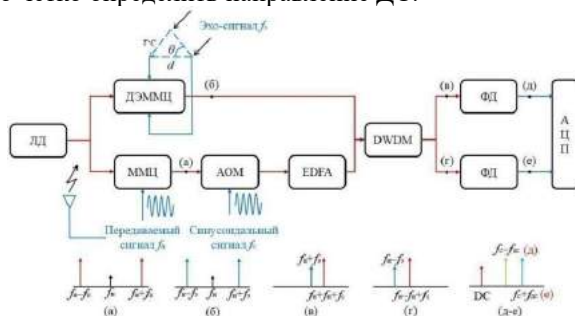


Рис. 1 – Принцип работы предлагаемой системы.

3. Заключение

Представленная радиопотонная схема может точно определить направление и частоту ДС, при этом избегая интермодуляционные искажений и низкочастотные помехи.

Список литературы

1. Bochao K., Xu L., Yongsheng G. et al. / Wideband microwave Doppler frequency shift measurement based on acousto-optic frequency shift and DP-QPSK receiver // Measurement Vol. 178 2021.
2. Muravev I., Petrov N., Yongsheng G. et al. / Wideband anti-interference microwave photonic measurement for Doppler frequency shift and angle of arrival // IEEE Trans. on Instrum. and Measurement Vol. 76 2024.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК
РАДИОФОТОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ
ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА И УГЛА ПРИХОДА**

Муравьёв И.Ю., Петров Н.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE CHARACTERISTICS OF
PHOTONIC BASED DOPPLER FREQUENCY SHIFT AND ANGLE OF
ARRIVAL MEASUREMENT SCHEME**

Muravev I.Yu., Petrov N.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статью приводятся экспериментальные результаты работы радиофотонной схемы измерения Доплеровского сдвига частоты эхо-сигнала для трёх значений передаваемого сигнала, а также оценки угла прихода при изменении разности фаз в диапазоне от 0 до 180 градусов.

Abstract

The article presents the experimental results of the photonic based scheme for Doppler frequency shift measurements of the echo signal for three fixed values of the transmitted signal, and also the Angle of Arrival when the phase difference changes in the range from 0 to 180 degrees.

1. Введение

Основными особенностями повышения точности измерения данной радиофотонной схемы являются: 1) внедрение акустооптического модулятора с целью смещения задетектированного низкочастотного сигнала в область промежуточной частоты (ПЧ), чтобы избежать интермодуляционных искажений и низкочастотных помех; 2) использование устройства плотного спектрального мультиплексирования для разделения верхней и нижней оптических боковых полос для более чёткого определения угла прихода.

2. Объяснение проводимых экспериментов

На Рис. 1(а) представлены результаты эксперимента разработанной нами схемы [1] по измерению Доплеровского сдвига (ДС) при фиксировании частоты передаваемого сигнала в трёх точках: 6, 24 и 36 ГГц соответственно, в то время как различные значения ДС моделировались путём изменения частоты эхо-сигнала, а именно сдвигом в диапазоне от -100 кГц до +100 кГц с шагом 1 кГц. Осциллограф использовался для оценки формы выходного сигнала ПЧ, а спектр анализировался с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье для расчёта соответствующих значений ДС.

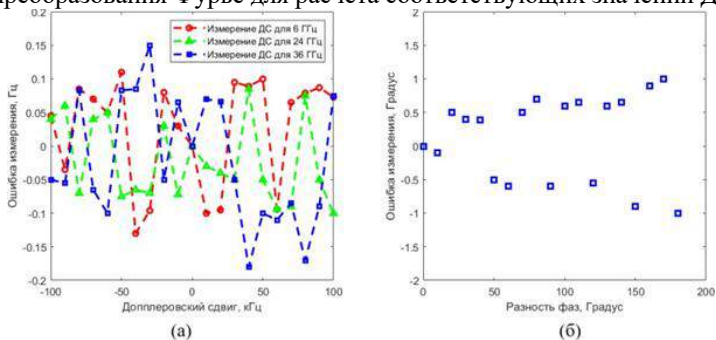


Рис. 1 – Экспериментальные результаты.

Экспериментальная оценка угла прибытия изображена на Рис. 1(б). Частоты передаваемого сигнала и эхо-сигнала были зафиксированы как 12 ГГц и 12,1 ГГц соответственно. Эхо-сигнал в эксперименте разделялся на два пути, в один из которых вводилась разность фаз с помощью фазовращателя, а затем два разветвлённых сигнала подавались в два радиочастотных порта модулятора Маха–Цендера с двумя управляющими электродами. После чего, значение угла фазовращателя менялось от 0 до 180 градусов с шагом в 10 градусов.

3. Заключение

В результате эксперимента погрешность измерения ДС в полосе частот от 6 до 36 ГГц находилась в пределах ± 0.2 Гц с чётко заданным направлением распространения эхо-сигнала, а погрешность разности фаз в эксперименте по измерению угла прихода составляет около 1 градуса.

Список литературы

1. Muravev I., Petrov N., Yongsheng G. et al. / Wideband anti-interference microwave photonic measurement for Doppler frequency shift and angle of arrival // IEEE Trans. on Instrum. and Measurement Vol. 76 2024.

ДИАГНОСТИКА ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Дробышев С.В.¹, Ямаев А.М.², Полонец Д.Р.¹

Научный руководитель: ¹Данилаев М.П., д.т.н., профессор, ²Лунев И.В., доцент, ^{1,2}Куклин В.А., к.ф.-м.н., инженер

(¹Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), Казань; ²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань)

DIAGNOSTICS OF POLYMERS BY DIELECTRIC SPECTROSCOPY

¹Drobushchev S.V., ²Jamaev A.M., ¹Polonets D.R.

Supervisor: ¹Maxim P. Danilaev, professor, ²Lounev I.V., Senior Lecturer, ^{1,2}Kuklin V.A., engineer

(¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan; ²Kazan Federal University, Kazan)

Аннотация

В докладе предложена модель определения внутренней энергии полимеров и ее зависимости от температуры и деформации. В рамках модели получены значения внутренней энергии для некоторых полимеров.

Abstract

The model of polymer internal energy determining and its temperature and deformation dependence are considered in that paper. The internal energy of some polymers are obtained using this model.

Деформация полимеров в линейной области упругости обусловлена деформацией сегментов макромолекул. Это сопровождается ориентацией осей макромолекул в направлении проложенной внешне механической силы. Боковые группы макромолекул, определяющие ее дипольный момент, ориентируются в перпендикулярном направлении. Это приводит к анизотропии диэлектрической проницаемости, что возможно определить методом диэлектрической спектроскопии. При деформациях макромолекул происходят изменения как энтропии, так и внутренней энергии полимера. Работа сил при деформировании полимера описывается уравнением:

$$F = \left. \frac{\partial U}{\partial \Delta} \right|_T + T \left. \frac{\partial F}{\partial T} \right|_{\Delta},$$

где изменение энтропии описывается вторым слагаемым, а внутренней энергии – первым слагаемым; T – температура, Δ – деформация, F – внешняя сила; $\left. \partial U / \partial \Delta \right|_T$ – изменение внутренней энергии полимера при деформации. Выражение (1) записано для равновесного состояния: $\Delta = \text{const}$. Целью данной работы является определение изменения внутренней энергии при деформировании полимеров с различной конформационной структурой макромолекул от температуры методами диэлектрической спектроскопии.

Определение величины $\left. \partial U / \partial \Delta \right|_T$ осуществляли из выражения (1) с учетом действия на образец постоянной внешней силы, обусловленной кулоновским притяжением заряженных пластин, расположенных на противоположных сторонах образца полимерного материала. Определение зависимости величины $\left. \partial U / \partial \Delta \right|_T$ от деформации и температуры требует проведения экспериментальных исследований по выявлению диэлектрической проницаемости $\epsilon'(T)$ и модуля Юнга $YE(T)$. Экспериментальные исследования проводились для четырех полимеров с различными, характерными для них, структурами макромолекул и механическими свойствами: полиметилметакрилат (ПММА); поливинилиденфторид (ПВДФ); акрилонитрилбутадиенстирола пластик (АБС); - поливинилхлорид (ПВХ). Диэлектрические измерения проводились с помощью измерительного комплекса NovocontrolBDS-80. Измерительная ячейка представляла собой конденсатор: исследуемый образец располагали между двумя электродами, размещенными на его противоположных поверхностях.

Абсолютные значения величины $\left. \partial U / \partial \Delta \right|_T$ для рассматриваемых полимеров (полиметилметакрилат, поливинилиденфторид, АБС-пластик и поливинилхлорид) имеют одинаковый порядок. Однако большие изменения этой величины с ростом температуры соответствуют полимерам с разветвленной структурой макромолекул (ПММА и ПВХ) и макромолекул в виде клубков (АБС-пластик) при $\Delta = \text{const}$.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ

Попов Н.А.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MANUFACTURING A PHOTONIC DEVICE FOR POLYMER CHAIN REACTION

Popov N.A.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova, senior lecturer

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается методика создания слоя полиметилметакрилата (ПММА) с использованием слоев золота для нагрева образца в лабораторных условиях. В работе описывается процесс нанесения различных тонких слоев золота на подложку из ПММА с целью оптимизации поглощения света.

Abstract

The article discusses a methodology for creating a polymethylmethacrylate (PMMA) layer using layers of gold for sample heating in laboratory conditions. The work describes the process of applying various thin layers of gold onto a PMMA substrate to optimize light absorption.

1. Introduction

The photonic device consists of two thin gold nanofilms bonded together and made from two layers of polymethylmethacrylate (PMMA) produced by a laser cutting machine of varying thicknesses

2. Manufacturing a photonic device for PCR

The following method is proposed for creating a polymethylmethacrylate layer measuring 30×25 mm and 1 mm thick.

For strong optical absorption of plasmonic resonance modes for sample heating, the first thin layer of gold (20 nm thick) is deposited onto a polymethylmethacrylate (PMMA) substrate using radio frequency magnetron sputtering. A second layer of pure 24-carat gold foil is cut to dimensions of 26×21 mm and assembled on top of the first gold layer (100 nm thick). The total thickness of the two gold layers is optimized to 120 nm for efficient light absorption. Nine holes with a diameter of 4 mm are created in the top PMMA layer, which is 3 mm thick, for introducing the PCR (polymerase chain reaction) sample and placing a contact sensor. Then, the two layers are bonded using a thermal melting method [1].

For optical excitation, a powerful white LED with a power of 50 W is utilized. A combination of two spherical lenses is employed to focus the light beam, with a total focal distance of 12 mm. Additionally, black PMMA material is used to manufacture a bracket for installing the photonic polymerase chain reaction [2]. After preparing the sample and loading it into the wells, the LED chip is powered on using adjustable constant voltage of 30 V. The solution temperature is controlled and recorded by a contact sensor integrated into the top of the chip. Another thermocouple is used to assess the thermal homogeneity of the sample by immersing it at the bottom of the wells. The ATmega328 Arduino microcontroller manages the light source, sensors, and regulates the sample temperature. The device includes a radiator and three fans for cooling the LED chip and sample.

3. Conclusion

In this work, a new approach was proposed to create a layer of polymethylmethacrylate, which has dimensions of 30×25 mm and a thickness of 1 mm. To retain the strong optical absorption of plasmon resonance modes to heat the sample, a first thin layer of 20 nm gold was applied. This layer was produced by deposition onto a PMMA substrate using radio frequency magnetron sputtering.

Список литературы

1. PCR "in real time" / Rebrikov D. V., Samatov G. A., Trofimov D. Yu. et al. ; edited by D. B. N. D. V. Rebrikov; foreword by L. A. Osterman and akad. RAS and RASKHN E. D. Sverdlov; 2nd ed., ispr. and add. - M. : BINOM. Laboratory of Knowledge, 2009. - 223 p. : ill. ISBN 978-5-9963-0086-0
2. Ultrafast photonic PCR // Light: Science & Applications URL: <https://www.nature.com/articles/lisa201553> (дата обращения: 25.01.2024).

ФОТОННАЯ СИСТЕМА ВРЕМЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

Потапов Г.С.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHOTONIC SYSTEM FOR ULTRA-WIDEBAND RADIO SIGNALS TEMPORARY STRETCHING

Potapov G.S.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод и фотонная система временного растяжения сверхширокополосных радиосигналов. Представлена структурная схема системы, приведены результаты анализа ее достоинств и недостатков.

Abstract

The article discusses a method and photonic system for time-stretching ultra-wideband radio signals. A block diagram of the system is presented, and the results of an analysis of its advantages and disadvantages are presented.

1. Введение

С развитием технологии микроволновой фотоники было предложено реалистичное и осуществимое решение проблемы обработки сверхширокополосных (СШП) радиосигналов. Оптический сигнал использовался в качестве несущей частоты для радиочастоты в процессе электрооптической модуляции. Радиочастотный сигнал обрабатывается и измеряется в оптической области, эффективно используя преимущества широкой полосы пропускания оптических устройств, для которых он становится узкополосным, высокой скорости обработки оптического сигнала, низких потерь, избегая при этом проблем электромагнитных помех, существующих в электрических системах.

2. Фотонная система временного растяжения СШП радиосигналов

Источник chirпированных импульсов обычно состоит из лазера с синхронизацией мод (MLL) и дисперсионного элемента (D1), обычно одномодового волокна. MLL генерирует последовательность оптических импульсов. Затем короткая последовательность оптических импульсов суперконтинуума chirпруется с помощью дисперсионного оптического волокна (D1), которое реализует преобразование частоты во время, как это видно по растянутым импульсам на рис. 1.

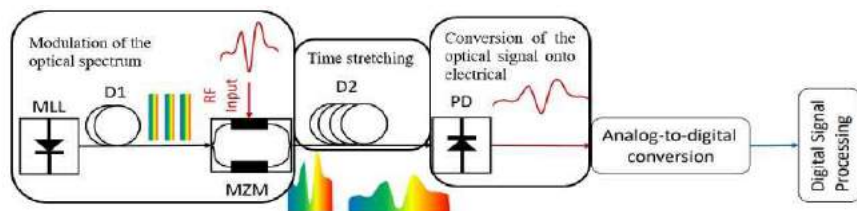


Рис. 1 – Структурная схема системы.

Сигнальные импульсы отправляются на модулятор Маха-Цендера (MZM), модулирующий несущую микроволновым сигналом. По второму дисперсионному волокну (D2) распространяется последовательность модулированных оптических импульсов с большим коэффициентом дисперсии, что дает нам растяжение во времени. Значение коэффициента растяжения (SF) определяется отношением дисперсий групповой скорости оптических волокон и их длин. Коэффициент растяжения – это параметр, с помощью которого мы сжимаем полосу сигнала. Растянутый оптический сигнал принимается фотодетектором (PD) и мощность, пропорциональная квадрату амплитуды электрического поля, преобразуется в ток. Этот метод называется прямым обнаружением.

Прямое обнаружение – это простейшая приемная система, используемая в технологии растяжения времени. Но из-за простоты у нее есть недостатки. Вся информация о фазе СВЧ-сигнала потеряна, нелинейная обработка электрического поля является причиной высоких гармонических искажений, а выходной сигнал попадает в полосу частот, где он подвергается воздействию помех от низкочастотного шума PD.

3. Заключение

Из приведенных результатов анализа можно сделать вывод, что фотонная система временного растяжения СШП радиосигналов с их прямым детектированием может применяться только для сигналов, не содержащих информации в фазе. В ином случае необходим когерентный прием.

КОГЕРЕНТНАЯ ФОТОННАЯ СИСТЕМА ВРЕМЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

Потапов Г.С.

Научный руководитель: Нуреев Ильнур Ильдарович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COHERENT PHOTONIC SYSTEM FOR ULTRA-WIDEBAND RADIO SIGNALS TEMPORARY STRETCHING

Potapov G.S.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод и фотонная система временного растяжения сверхширокополосных радиосигналов на основе когерентного приемника. Представлена структурная схема системы, приведены результаты анализа ее достоинств и недостатков.

Abstract

The article discusses a method and photonic system for time-stretching ultra-wideband radio signals based on coherent receiver. A block diagram of the system is presented, and the results of an analysis of its advantages and disadvantages are presented.

1. Введение

Основанная на принципе дисперсии и оптического преобразования Фурье технология растяжения СШП радиосигналов во времени является своего рода новым методом сбора данных, она преодолевает традиционное ограничение скорости электронного АЦП и обеспечивает частоту обновления изображений в миллиарды кадров в секунду, последовательную сверхбыструю обработку одиночных изображений, проведение измерений на терагерцевых частотах. Несмотря на преимущества, технология растяжения во времени с прямым детектированием имеет свои недостатки.

2. Фотонная система временного растяжения СШП радиосигналов с

когерентным приемом.

Чтобы избежать этих недостатков, было реализовано когерентное обнаружение, названное фотонной когерентной системой с улучшенным растяжением во времени, структура которой показана на рис. 1.

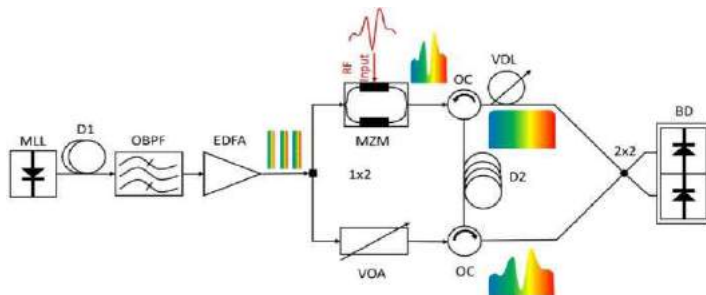


Рис. 1 – Структурная схема системы.

При этом типе обнаружения оптически модулированные импульсы перед обнаружением смешиваются с опорным импульсом, называемым гетеродином (LO). При реализации сигнала LO фаза и амплитуда сигнала могут быть определены в части цифровой обработки сигнала. BD реагирует на квадрат оптического электрического поля, генерирует перекрестный член, который линейно пропорционален электрическому полю сигнала и LO. Несмотря на трудности реализации, когерентное обнаружение имеет много преимуществ перед прямым обнаружением.

Используя полную комплексную информацию о поле сигнала, мы можем ослабить искажения, вызванные хроматической дисперсией, нелинейной модуляцией от MZM и нелинейностями от оптических устройств. Избегаются высокие гармонические искажения, возникающие при возведении в квадрат, мы можем извлечь информацию об амплитуде и фазе модулированного сигнала. При когерентном обнаружении смешанный сигнал смещается от низкочастотного шума, что дает нам более высокое разрешение. В конце концов, когда сигнал LO имеет большую мощность, полезный сигнал может быть усилен в результате смешивания, и результирующий сигнал усиливается выше, чем тепловой.

3. Заключение

Из приведенных результатов анализа можно сделать вывод, что фотонная система временного растяжения СШП радиосигналов с их когерентным детектированием имеет существенные преимущества перед прямым и может применяться в широком классе приложений СШП для их сверхбыстрой обработки.

**АНАЛИЗ ВОЛОКОННОЙ КВАЗИ-РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
СЕНСОРНОЙ СЕТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В
ДИСКРЕТНЫХ ТОЧКАХ РЕЗЕРВУАРА С ВОЛНОВЫМ
МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ**

Проскураков А.Д.

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ANALYSIS OF A FIBER QUASI-DISTRIBUTED SENSOR NETWORK
FOR CONTROL OF WATER LEVEL AT DISCRETE POINTS OF A
RESERVOIR WITH WAVE MULTIPLEXING**

Proskuryakov A.D.

Supervisor: Inur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проводится анализ пассивной сети ВОД контроля уровня воды на основе плотного волнового мультиплексирования, которая может поддерживать более 32 датчиков в телекоммуникационном С-диапазоне (1550 нм), как аналог разрабатываемой нами сети с адресным мультиплексированием.

Abstract

The article analyzes a passive water level monitoring network based on dense wave multiplexing, which can support more than 32 sensors in the telecommunications C-band (1550 nm), as an analogue of the addressable multiplexing network we are developing.

1. Введение

Методы грубого и плотного волнового мультиплексирования максимально используют сверх широкий оптический спектр, позволяющий создавать многоканальные сети ВОД [1]. Сеть с плотным волновым мультиплексированием самая дорогостоящая, но обеспечивает возможность подключения наибольшего числа ВОД. Проведем ее анализ.

2. Анализ сети ВОД с волновым уплотнением.

Сеть имеет четыре сегмента: станция мониторинга, волоконно-оптическая магистраль, удаленный узел мониторинга и резервуар для воды с установленными в нем ВОД. На станции мониторинга используется широкополосный лазерный источник (ШЛИ) ASE на телекоммуникационный C-диапазон (1530–1565 нм), который вводится в волоконно-оптическую магистраль через оптический циркулятор. После прохождения через волокно свет разделяется по спектральным каналам 1-3 нм упорядоченной волноводной решеткой (УВР) в удаленном узле мониторинга. Количество каналов и их разнесение определяются в соответствии с требованиями к сети. Номер канала УВР определяет адрес ВОД. Затем свет каждого канала поступает на ВОД в резервуаре с водой и отражается обратно в сторону УВР и далее станции мониторинга. ВОД представляет собой отрезок волокна со сколотой фаской, обладающий свойствами отражателя Френеля. Таким образом, по измеренной мощности каждого канала в оптическом анализаторе спектра (ОАС) можно определить находится ли ВОД в воздухе или в воде. Основные недостатки сети – сильное влияние обратного релеевского рассеяния и нестабильность спектральных элементов станции и удаленного узла мониторинга, которые приводят к снижению энергетического потенциала и метрологических характеристик сети в целом при ее существенной дороговизне.

3. Заключение

Таким образом, технологии мультиплексирования и сбора и обработки информации (интеррогации с использованием ASE источника света, оптического анализатора спектра или оптико-электронного интеррогатора, УВР) должны быть значительно упрощены, чтобы система работала с использованием схемы радиофотонной обработки информации, что позволило бы сократить время опроса и исключить погрешности измерений от РОР, при обработке информации по мощности на постоянном токе, при уходе спектральных характеристик различных элементов интеррогации ВОД. Такой переход, в частности, исключение УВР, вызовет проблему обеспечения адресности измерений, которую можно решить за счет применения АВБС как маркеров каналов, тем более, что для интеррогации АВБС используется радиофотонный интеррогатор.

Список литературы

1. Мисбахов Р.Ш., Данилова Е.М., Загрияева А.Р. и др. Волоконно-оптическая сенсорная система контроля уровня и качества воды // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 243-246.

**ПАССИВНАЯ ВОЛОКОННАЯ КВАЗИ-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ
СЕНСОРНАЯ СЕТЬ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДИСКРЕТНЫХ
ТОЧКАХ РЕЗЕРВУАРА С АДРЕСНЫМ
МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ**

Проскураков А.Д.

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**PASSIVE FIBER QUASI-DISTRIBUTED SENSOR NETWORK FOR
CONTROL OF WATER LEVEL AT DISCRETE POINTS OF A RESER-
VOIR WITH ADDRESS MULTIPLEXING**

Proskuryakov A.D.

Supervisor: Inur I. Nureev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается радиофотонная система контроля уровня воды, которая использует простую систему ВОД аналогичную ВОД с френелевским отражением, но не с волновым, а с адресным мультиплексированием.

Abstract

The article discusses a microwave photonic water level control system, which uses a simple fiber optic sensors similar to ones with Fresnel reflection, but not with wave, but with address multiplexing.

Разрабатываемая сеть имеет четыре сегмента: станция мониторинга, передающая и приемная волоконно-оптические магистрали, удаленный узел мониторинга и резервуар для воды с установленными в нем ВОД. На станции мониторинга используется лазерный диодный источник света LD, излучающий в телекоммуникационном С-диапазоне, который имеет рабочую полосу в 10 раз меньшую, чем у системы с плотным волновым мультиплексированием.

После прохождения через волокно свет разделяется по ВОД с помощью делителя $1 \times N$ в удаленном узле мониторинга. Количество каналов и

их разнесение определяются в соответствии с требованиями к сети. Затем свет каждого канала поступает на ВОД в резервуаре с водой и отражается обратно. ВОД в данной системе также представляет собой отрезок волокна со сколотой фаской, обладающий свойствами отражателя Френеля, но подключенный к удаленному узлу мониторинга через комбинированный 3 ДБ делитель/объединитель (КРО) 2×2 .

Излучение с выходов отражения каждого канала поступают на АВБС фазового типа, выходы которых объединены в объединителе $N \times 1$. АВБС, установленные в каждом канале, имеют общую центральную дину волны и уникальную адресную частоту, сформированную наличием в ее спектре двух симметричных, но по-разному разнесенных окон прозрачности, полученных за счет внесения в ее структуру двух фазовых π -сдвигов. Выход объединителя $N \times 1$ соединен приемной волоконно-оптической магистралью с фотоприемником (ФП), полоса пропускания которого определяется максимальной адресной частотой. Этой же частотой определяется и ширина излучения LD, которая в отличие от аналога может быть очень малой в пределах 1 нм или 3 нм с запасом. Далее информация поступает на радиофотонный интеррогатор (РФИ) [1], который выделяет мощность принятого сигнала на конкретной адресной частоте на выходе соответствующего ей микроволнового фильтра. По разности измеренных мощностей, можно, как и в аналоге, определить находится ли ВОД в воздухе или в воде, а адрес ВОД будет определяться адресной частотой АВБС, находящейся в его измерительном канале.

Таким образом, предлагаемая сеть не содержит в структуре сложных спектральных элементов, а, следовательно, влияние их нестабильностей на точность измерений исключено. РФИ позволяет опрашивать ВОД с высокой скоростью. Дополнительно обработка информации ведется на адресных радиочастотах, которые находятся в области минимальных шумов фотоприемника, что исключает недостатки обработки на постоянном токе. Следует отметить, поскольку информация о состоянии ВОД передается по отдельному каналу, можно говорить и об исключении влияния РОР на показание системы.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. Т. 43. № 4. С. 535-543.

**ФОТОННОЕ МГНОВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛОТНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА С
РАЗДЕЛЕНИЕМ ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ**

Разумов С.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**PHOTONIC INSTANTANEOUS FREQUENCY MEASUREMENT
USING A DENSE WAVELENGTH-DIVISION MULTIPLEXER**

Razumov S.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Статья посвящена исследованию приемника мгновенного измерения частоты (ИПМ) в условиях современной радиоэлектронной борьбы. Особое внимание уделено ограничениям электрических радиочастотных измерений и рассмотрены преимущества фотонных подходов, такие как: широкая полоса пропускания, высокая гибкость и устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМИ).

Abstract

The article is devoted to the study of the receiver of instantaneous frequency measurement (IFM) in the context of modern electronic warfare. Particular attention is paid to the limitations of electrical radio frequency measurements and the advantages of photonic approaches are considered, such as: wide bandwidth, high flexibility and resistance to electromagnetic interference (EMI).

С ростом числа и развитием технологий угроз в современной электронной войне измерение несущей частоты становится важным для устранения перемежения излучателей. Приемник мгновенного измерения частоты (ИФМ) демонстрирует хорошие возможности измерения частоты благодаря своим хорошим характеристикам определения времени и широкой полосе пропускания. Он получил широкое распространение в системах радиоэлектронной борьбы (РЭБ) прошлого поколения и до сих пор применя-

ется в современном оборудовании. Однако измерения электрических радиочастот имеют ограниченный диапазон измерений 0–18 ГГц из-за «узких мест» в электронике. Обладает широкой полосой пропускания, высокой гибкостью, устойчивостью к электромагнитным помехам (EMI) и высокой скоростью по сравнению с электрическими подходами, измерение частоты на основе фотоники привлекло большое внимание в последние годы.

В данной статье представлен метод IFM, основанный на мониторинге оптической мощности с использованием одного канала мультиплектора с плотным разделением длин волн (DWDM), рис. 1.

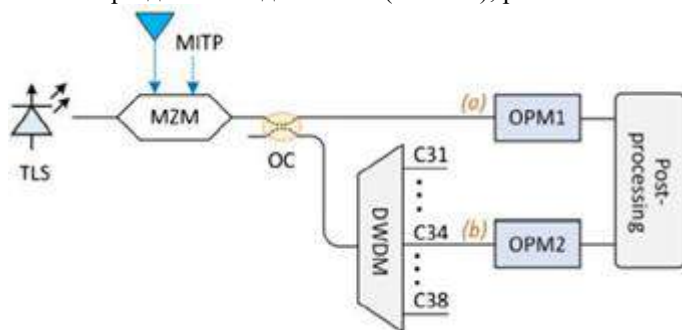


Рис.1. – Принципиальная схема мгновенного измерения частоты

Система отличается компактной конструкцией и простым управлением, что упрощает ее внедрение. Благодаря широкополосному, плавному и квазилинейному фильтру канала WDM, высокой стабильности длины волны источника света и применению регулятора смещения достигается точное измерение с большим диапазоном измерений без многоступенчатой операции.

Список литературы

1. Xiangrui Li, Aijun Wen, Xiaoyang Li, Yinglun Mo, and Hao Zhuo, “Photonic instantaneous frequency measurement using a dense wavelength-division multiplexer,” *Applied Optics*, vol. 60, no. 27, 20 September 2021.

КОМПЛЕКСНЫЕ ФОТОННЫЕ ФИЛЬТРЫ МИКРОВОЛНОВЫХ СИГНАЛОВ

Рак О.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

COMPLEX PHOTONIC FILTERS OF MICROWAVE SIGNALS

Рак О.А.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрены варианты построения перестраиваемых фильтров с комплексными коэффициентами на основе одночастотного лазера и амплитудного электрооптического модулятора с использованием его поляризационных свойств.

Abstract

The report discusses options for constructing tunable filters with complex coefficients based on a single-frequency laser and an amplitude electro-optical modulator using its polarization properties.

1. Введение

Современные методы и алгоритмы фильтрации микроволновых сигналов в оптическом диапазоне длин волн применяются в различных радиотехнических системах. Теория фотонных фильтров микроволновых сигналов (ФФМС) утверждает, что для синтеза ФВЧ и ПФ необходимо наличие отрицательных коэффициентов их синтеза. Другое ограничение на виды реализуемых частотных характеристик накладывает обеспечение необходимого числа коэффициентов.

2. Принцип действия

В результате исследований [1], основанных на модуляционных методах формирования коэффициентов фильтра, показано решение комплексной задачи формирования коэффициентов и их знаков, в том числе

отрицательных, с помощью единого устройства при изменении параметров одного управляющего сигнала, реализуемого с помощью электрооптического преобразования одночастотного лазерного излучения в многочастотное в амплитудном модуляторе (АЭОМ) для улучшения динамических, а на их основе статических и конструктивных характеристик ФФМС (вариант многочастотной реализации метода Ильина-Морозова).

1. Проведены исследования методов модуляционного преобразования и соответствующих им выходных сигналов АЭОМ в различных рабочих точках модуляционной характеристики.

2. Впервые исследованы статические и динамические характеристики ФФМС, построенных на основе одночастотного лазера и однопортового АЭО на базе модулятора Маха-Цендера (ММЦ).

4. Разработаны ФНЧ, ПФ, ФВЧ и многополосные ФФМС на основе одночастотного лазера и АЭОММЦ.

Однако полученные результаты характеризуются перестройкой общей полосы многополосного ФФМС и не позволяют управлять отдельными его полосами. Перестраиваемые фильтры с комплексным коэффициентом [2] обладают преимуществами, особенно с точки зрения перестройки, поскольку они обеспечивают возможность перестройки каждой полосы частотной характеристики без изменения формы спектра, базовой задержки или свободного спектрального диапазона.

3. Заключение

Постановка задачи. Варианты построения таких фильтров на базе одночастотного лазера, АЭОММЦ с использованием его поляризационных свойств, и адресных фильтров на базе АВБС [3] как один из путей развития положены в основу доклада.

Список литературы

1. Морозов Г.А. и др. Подход к реализации модуляционного метода при обеспечении коэффициентов оптического фильтра сигналов радиодиапазона // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 8. С. 68-72.

2. Y. Yan & J. Yao. A Tunable photonic microwave filter with a complex coefficient using an optical RF phase shifter // IEEE Phot. techn. let., V. 19. № 19. 2007. P. 1472-1474.

3. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФОТОННЫХ ФИЛЬТРОВ МИКРОВОЛНОВЫХ СИГНАЛОВ

Рак О.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

APPLICATION OF COMPLEX PHOTONIC FILTERS OF MICRO- WAVE SIGNALS

Rak O.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Микроволновая фотоника, основанная на методах фотонной фильтрации, привлекательна для широкополосной обработки радиосигналов и высокопроизводительных датчиков, поскольку она приносит значительные преимущества в этих областях, преодолевая присущие электронным подходам ограничения и обеспечивая устойчивость к электромагнитным помехам.

Abstract

Microwave photonics based on photonic filtering techniques is attractive for broadband radio signal processing and high-performance sensors because it brings significant benefits in these areas by overcoming the inherent limitations of electronic approaches and providing immunity to electromagnetic interference.

1. Введение

Фотонные фильтры представляют собой новую технологию для фотонных систем, наиболее очевидным применением которых является демультимплексирование очень близко расположенных каналов, а также они играют важную роль в выравнивании усиления и компенсации дисперсии]. Они являются одними из наиболее важных и фундаментальных строительных блоков для различных операций обработки сигналов [1, 2].

2. Принцип действия

RF-over-fiber (RoF) является эффективным методом для беспроводных оптических систем, включая 5G, поскольку он обеспечивает преимущества, включая более простые удаленные антенные блоки (поскольку преобразование частоты не требуется), централизованное управление частотными каналами и оборудование центрального офиса (CO). совместное использование, а также возможность легко поддерживать несколько широкополосных сигналов [5,18]. Однако важным недостатком является замирание сигнала внутри волокна, вызванное дисперсией, которое становится еще более серьезной проблемой, поскольку радиочастотный спектр смещается к более высоким частотам. Это ограничение можно обойти, используя комплексные фотонные фильтры.

Существует потребность в датчиках, которые имеют чрезвычайно высокое разрешение или которые должны работать с устойчивостью к электромагнитным помехам, а также проявлять инертность в химических и биологических приложениях, компактность, малый вес и способность работать в суровых условиях. Фотонные датчики могут удовлетворить эти требования. Особенно привлекательны методы, основанные на микроволновой фотонике, в которых сдвиг длины волны оптического датчика преобразуется непосредственно в изменение частоты радиочастотного сигнала. Гибридный подход с использованием микроволновой фотоники в качестве расширения обычных оптических датчиков продемонстрировал значительные преимущества в повышении скорости обнаружения, чувствительности и разрешения [3].

3. Заключение

Постановка задачи. Варианты построения таких фильтров на базе одночастотного лазера, АЭОММЦ с использованием его поляризационных свойств, и адресных фильтров на базе АВБС [3] как один из путей развития положены в основу доклада.

Список литературы

1. Морозов Г.А. и др. Подход к реализации модуляционного метода при обеспечении коэффициентов оптического фильтра сигналов радиодиапозона // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 8. С. 68-72.
2. Y. Yan & J. Yao. A Tunable photonic microwave filter with a complex coefficient using an optical RF phase shifter // IEEE Phot. techn. let., V. 19. № 19. 2007. P. 1472-1474.
3. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

АТОМНО-АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ

Румянцева В.А.

Научный руководитель: Афонина Е.В., к.ист.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

Rumyantseva V.A.

Scientific adviser: Elena V. Afonina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается атомно-абсорбционная спектроскопия, как метод элементного анализа, область применения, а также конструкция устройства.

Abstract

The article discusses atomic absorption spectrometry as a method of elemental analysis, the scope of application, as well as the design of the device

1. Introduction

Atomic absorption spectrometry (AAS) is a common method of quantitative elemental analysis. Atomic absorption spectrometry (AAS) is based on the absorption of optical radiation by unexcited free atoms in a gaseous state. Therefore, the most important prerequisite for AA definitions is the conversion of the substance being determined into atomic vapor. Currently, the method of analysis allows us to determine about 70 elements of the Periodic Table, both metals and non-metals. For most of the detected elements, it is possible to achieve relatively low detection limits.

2. Atomic absorption spectrometer

The main elements of the AA spectrometer are shown in Fig. 1. The source emits a linear spectrum containing the desired line of the element being determined. In an atomizer (most often in a flame), the sample turns into atomic vapors that absorb light of a certain wavelength. As a result of atomic absorption, the initial intensity is I_0 decreases to I . The monochromator highlights a narrow

spectral band (usually 0.2–2.0 nm) in which the measured spectral line of the element being determined is located. The modulator mechanically or electrically interrupts the flow of light from the source. The detector converts the luminous flux into an electrical signal, which is processed in a counting device so that the absorption value is recorded at the output of the AA spectrometer. The reading device is synchronized with the modulator and reacts only to an intermittent source signal. Thus, the effect of the radiation of the atomizer is excluded – it is constant in time and, therefore, causes a constant current in the detector, to which the counting device does not react.

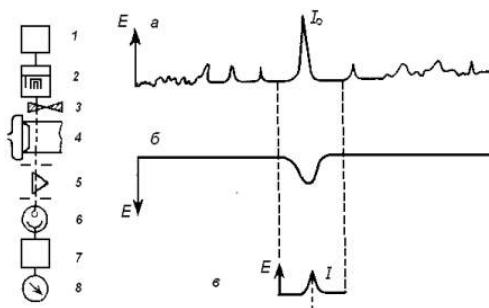


Fig.1 – The scheme of operation of the AA spectrometer: 1 – power supply of the source; 2 – light source; 3 – modulator; 4 – atomizer; 5 – monochromator; 6 – detector; 7 – amplifier; 8 – counting device. Spectra: a is the emission spectrum of a hollow cathode lamp; b is the absorption spectrum of the sample; c – emission spectrum after passing the sample and monochromator

Atomic absorption spectrometry methods are used in the analysis of almost any technical or natural object. Metals, alloys, products of hydrometallurgical ore processing and so on are analyzed from technical objects using atomic absorption spectrometry. This method is often used in clinical and various biological analyses for the determination of lead, mercury and bismuth.

3. Conclusion

Thus, the advantages of the AA method, along with the above, include its versatility in relation to a wide variety of objects of analysis, as well as the possibility of using it both to determine traces and to reliably and accurately determine the main components in samples of complex composition.

References

1. Beisel N. F. Atomic absorption spectrometry: Textbook / Novosibirsk State University. Novosibirsk, 2008. 72 p.
2. Vasiliev V.P. Analytical chemistry. Physico-chemical methods of analysis. — M.: Higher School, 1989—T. 2. — C. 97—104. — 384 c.

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ МЕТОДОМ СВЕТОВОГО РАССЕЯНИЯ

Бобина Е.А., Куклин В.А., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.

Научный руководитель: Данилаев Максим Петрович, д.т.н., профессор,
Дорогов Н.В., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASUREMENT OF THE PARTICLES SIZE IN TECHNOLOGICAL PROCESSES BY THE LIGHT SCATTERING METHOD

Bobina E.A., Kuklin V.A., Safin D.I., Shavaleev D.I.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, professor, Nikolai V. Dorogov, Senior
Lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе показано, что для реализации нефелометрического метода измерения характерного размера субмикронных частиц ($0.1 \div 1$ мкм) при их капсулировании в многофазных газовых потоках, целесообразной является оптическая схема, реализующая измерение отношения интенсивностей под различными углами наблюдения. При этом углы наблюдения индикатрисы рассеяния не должны превышать 15° при концентрации частиц не более 10^8 см³.

Abstract

It was showing that the particles size of ($0.1 \div 1$ μm) can be measurements by nephelometric method using optic scheme where the two lights intensity are measurements at different observation angles is appropriate. The angles of the scattering indicatrix should not exceed 15° at a particle concentration of no more than 10^8 sm³.

1. Введение

Для исследования характеристик полидисперсных частиц в газовых потоках широко применяют оптические методы, основанные на анализе параметров рассеянного излучения дисперсной средой интенсивностью I_0 . Интенсивность рассеянного излучения $I^{(s)}$ является функцией целого ряда характери-

стик, как газовых потоков. Целью настоящей работы является обоснование оптической схемы измерения характерного размера субмикронных частиц в процессе формирования на их поверхностях полимерной оболочки.

2. Результаты экспериментов и обсуждение

Известно, что с ростом характерного размера частиц, например, в процессе их капсулирования полимером, суммарная интенсивность рассеянного излучения средой растет в области малых углов по оси распространения зондирующего излучения (рассеяние вперед) и уменьшается в противоположном направлении (рассеяние назад). Поэтому определение изменений характерного размера субмикронных частиц возможно по измерению отношения интенсивностей $I^{(s)}(\theta_1)/I^{(s)}(\theta_2)$ рассеянного излучения под разными углами. Это позволит избавиться не только от нестабильности источника излучения, но и от влияния флуктуаций концентрации субмикронных частиц в измерительном объеме, что может оказаться важным при практической реализации рассматриваемого подхода к измерению изменения их характерного размера. Анализ интенсивности рассеянного излучения $I^{(s)}$ с учетом ее функциональной зависимости проводился методом математического моделирования, основанного на теории Ми. При этом считали, что формируемые субмикронные частицы с оболочкой являются сферическими. Это допущение не влияет на результаты анализа в случае, когда измерение осуществляется в многофазных газовых потоках, в которых отсутствует выделенная ориентация субмикронных частиц. Анализ проводился с учетом дисперсности частиц по размерам.

3. Заключение

В данной работе представлены оценки параметров оптической схемы, реализующей нефелометрический метод измерения толщины полимерной оболочки на поверхностях субмикронных частиц. Для реализации нефелометрического метода измерения характерного размера субмикронных частиц (0.1 ÷ 1 мкм) при их капсулировании в многофазных газовых потоках, целесообразной является оптическая схема, реализующая измерение отношения интенсивностей под различными углами наблюдения. При этом углы наблюдения индикатрисы рассеяния не должны превышать 15° при концентрации частиц не более 10^8 см^{-3} .

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

ПОЛНОСТЬЮ КВАРЦЕВЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

*Семиков Д.А.¹, Волков П.В.¹, Горюнов А.В.¹, Лукьянов А.Ю.¹,
Скляр Ф.В.², Полозов В.В.²*

*(¹Институт физики микроструктур РАН, г. Нижний Новгород,
²ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», г. Санкт-Петербург)*

FULL QUARTZ FIBER OPTIC PRESSURE SENSOR

*Semikov D.A.¹, Volkov P.V.¹, Goryunov A.V.¹, Lukyanov A.Yu.¹,
Sklyarov F.V.², Polozov V.V.²*

(¹IPM RAS, Nizhny Novgorod,

*²State Research Center of the Russian Federation Concern CSRI Elektropribor,
JSC, Sain-Petersburg)*

Аннотация

В статье обсуждается полностью кварцевый волоконно-оптический датчик давления на базе резонатора Фабри-Перо, показывающий высокую воспроизводимость измерений в широком диапазоне температур и обладающий малой температурной чувствительностью.

Abstract

The article discusses a fully quartz fiber-optic pressure sensor based on the Fabry-Perot resonator, which shows high reproducibility of measurements over a wide temperature range and has low temperature sensitivity

1. Введение

Волоконно-оптические датчики давления — это решение, которое представляет большой интерес в различных областях [1]. Они отличаются уникальными характеристиками, которые делают их незаменимыми инструментами для измерения давления там, где традиционные электронные датчики не могут быть использованы или их применение затруднено.

При этом одной из проблем при внедрении волоконных датчиков является их повышенная чувствительность к внешним возмущениям, не связанным с измеряемым параметром, в частности к изменению внешней тем-

пературы. В работе описан разработанный и созданный волоконно-оптический датчик давления с низкой температурной чувствительностью и высокой стабильностью измерений.

Конструкция

В данной работе представлен кварцевый волоконно-оптический датчик давления. Датчик состоит из кварцевого корпуса, с одной стороны которого сформирована тонкая кварцевая мембрана, а с другой стороны корпус соединяется с оптическим волокном. Измеряемый резонатор Фабри-Перо образуется между мембраной и торцом оптического волокна. Датчик обладает малой температурной чувствительностью, обусловленной малым коэффициентом теплового расширения кварца и некоторым остаточным воздухом внутри датчика.

Эксперимент

Для изготовленных датчиков были проведены испытания на термодинамическое циклирование в диапазоне температур от -40 до 75 °С. Дрейфы показаний датчика не наблюдались. Паразитная чувствительность датчиков к температуре составляла менее 0.6 нм/°С.

Были проведены измерения в манометре при избыточном давлении до 50 кПа. Чувствительности датчиков к давлению лежали в диапазоне $4-7$ нм/кПа. Среднеквадратическое отклонение на одинаковых уровнях давления составляло менее 0.1 нм.

Список литературы

1. Rajan, Ginu, ed. / Optical fiber sensors: advanced techniques and applications // CRC press, 2017. <https://doi.org/10.1201/b18074>.

О ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОФОТОННЫХ ТРАКТОВ

Силантьева А.А., Сергеев А.В.

Научный руководитель: Кузнецов Артём Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ON THE PROBLEM OF ESTIMATING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF RADIOPHOTON PATHS

Silanteva A.A., Sergeev A.V.

Supervisor: Artyom A. Kuznetsov, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются методы и основные проблемы оценки динамических характеристик радиофотонных трактов.

Abstract

The article discusses the methods and main problems of estimating the dynamic characteristics of radiophoton paths.

1. Введение

В данной статье показан метод расчета слабых нелинейностей в терминах компрессии, гармонических искажений и интермодуляционных искажений. Для описания наиболее важных эффектов определены два понятия динамического диапазона – это по компрессии усиления (CDR) и по помехам (SFDR).

2. Метод расчета CDR.

Значение CDR определяется как диапазон входной мощности, в котором сигнал превышает уровень минимального шума на выходе, при этом выходная мощность испытывает сжатие на x -дБ или менее относительно линейного отклика. $CDR_{xдБ}$ определяется формулой [1]:

$$CDR_{xдБ} = \frac{P_{xдБ} 10^{x/10}}{N_{outB}} \quad (1)$$

где $P_{xдБ}$ – выходная мощность при сжатии на x -дБ.

Гармонические искажения, при подаче одночастотного сигнала являются проблемой в том смысле, что в спектре появляются обусловленные нелинейностью составляющие, изначально отсутствующие на входе. Если уровень искажений недопустим, паразитные сигналы, возникающие из-за гармонических искажений, можно уменьшить, делая рабочий динамический диапазон ниже заданного значения $CDR_{1дБ}$. Гармонические искажения главным образом являются проблемой в многооктавных системах, но нелинейности, когда на входе присутствует более чем один сигнал, также создают интермодуляционные искажения. Интермодуляционные искажения, которые имеют сильное влияние в однооктавных системах.

3. Метод расчета SFDR.

Параметр $SFDR_n$ можно выразить через отношение несущая /искажения на выходе, входную мощность на основной частоте P_{Ω}^{in} и параметр MDS [1]:

$$SFDR_n = \left(\frac{P_{\Omega}}{P_n}\right)^{1/n} \left(\frac{P_{\Omega}^{in} \cdot SNR_{min}}{MDS}\right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (2)$$

Данное уравнение используется в микроволновой фотонике, а также оказывается полезным, когда мы имеем дело с приемными системами.

4. Заключение.

Были приведены уравнения для нахождения CDR и SFDR, а также было выяснено, что при подаче одночастотного сигнала появляются гармонические искажения, являющиеся проблемой в том смысле, что в спектре появляются обусловленные нелинейностью составляющие, изначально отсутствующие на входе.

Список литературы

1. Урик Винсент Дэ.-мл., МакКинни Джейсон Д., Вилльямс Кейт Дж. Основы микроволновой фотоники. - Москва: Технофера, 2016. - 377 с.

**ДИЗАЙН ФОТОННОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ
ДВУХДИАПАЗОННОЙ СИСТЕМЫ ОКТ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОМ
ИСТОЧНИКОМ**

Степанов И.В.

(Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа)

**A PHOTONIC INTEGRATED CIRCUIT DESIGN FOR THE DUAL-
BAND SWEEP-SOURCE OCT**

Stepanov I.V.

(Ufa University of Science and Technology, Ufa)

Аннотация

В статье представлен дизайн фотонной интегральной схемы (ФИС) для двухдиапазонной системы оптической когерентной томографии (ОКТ). ФИС разработана для диапазонов длин волн 820-880 и 1260-1360 нм. Моделирование работы ФИС производилось в программном обеспечении Ansys Lumerical.

Abstract

Paper presents the design of a photonic integrated circuit (PIC) for a dual-band optical coherence tomography (OCT) system. PIC is designed for the wavelength ranges 820-880 and 1260-1360 nm. Simulation of PIC operation was carried out in Ansys Lumerical software

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – неинвазивный метод визуализации живых тканей [1]. Одним из наиболее перспективных методов ОКТ с точки зрения производительности и возможности реализации является ОКТ с перестраиваемым источником. Стоит отметить, что применение двух диапазонов длин волн позволяет в значительной мере расширить функционал системы ОКТ в целом [2].

В данной работе предложен дизайн фотонной интегральной схемы (ФИС) для систем ОКТ с двумя источниками излучения, работающих в диапазонах длин волн 820-880 и 1260-1360 нм. Для каждого диапазона помимо плеча образца и опорного реализован оптический триггер для синхронизации источников излучения и устройств обработки сигналов.

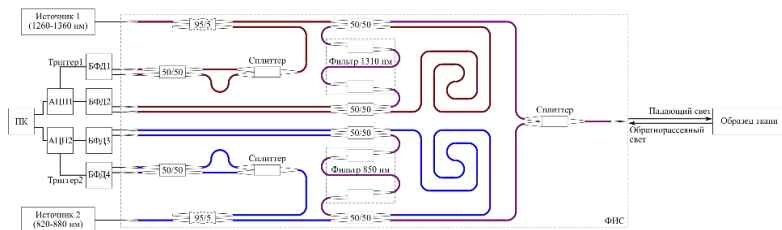


Рис. 1 – Дизайн предлагаемой ФИС: БФД – балансный фотодиод, АЦП – аналого-цифровой преобразователь

Для иллюстрации работы предлагаемой ФИС было проведено численное моделирование системы в программном пакете Ansys Lumerical INTERCONNECT. Полученные зависимости частоты сигнала ОКТ от расстояния между торцом чипа и образца представлены на рис. 2. Период перестройки источников излучения был задан равным 10 нс.

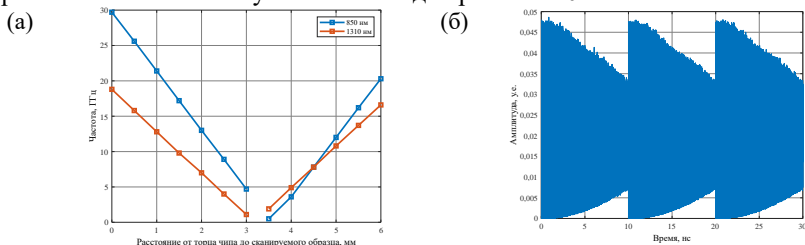


Рис. 2 – Зависимость частоты выходного сигнала для отдельных ветвей ОКТ (а) и сигнал на выходе триггера для ветви на 850 нм (б)

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, что в представленном дизайне ФИС различные диапазоны длин волн не влияют друг на друга, что, в свою очередь, позволяет использовать преимущества каждого диапазона для расширения функциональных возможностей систем ОКТ.

Исследование выполнено в рамках работ по государственному заданию Минобрнауки России для УУНиТ (соглашение № 075-03-2024-123/1 от 15.02.2024 г.) в молодёжной научно-исследовательской лаборатории Евразийского НОЦ «Сенсорные системы на основе устройств интегральной фотоники».

Список литературы

1. Rank E. A. et al. Miniaturizing optical coherence tomography // *Translational Biophotonics*. – 2022. – Т. 4. – №. 1-2. – С. e202100007.
2. Zorin I. et al. Dual-band infrared optical coherence tomography using a single supercontinuum source // *Optics Express*. – 2020. – Т. 28. – №. 6. – С. 7858-7874.

ТИПЫ И ПРИЧИНЫ КОРРОЗИИ СТЕКЛА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Устюгова А.А.

*Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

TYPES AND REASONS OF GLASS CORROSION IN OPTICAL SYSTEMS

Ustiugova A.A.

*Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждаются типы коррозии стекла, в том числе стекла, из которого изготавливается оптическое волокно. Приведены некоторые причины возникновения коррозии стекла.

Abstract

The article analyses types and reasons of glass corrosion, including glass that is used for production of optical fibers. Some reasons of glass corrosion are presented.

1. Introduction

Nowadays glass is widely used in different spheres of life in general and engineering in particular. Very often optical fibers are made from glass. In return optical fibers acquire now more and more application, being used as one of the important elements of signal transmission systems that can conduct different types of signals. One of the problems of optical fibers usage is their inability to serve long time due to their destruction.

2. Problem analyses

Besides the typical silicate glass there are other different sorts of glass. Some of them are phosphate, borosilicate and other glasses. Different glasses are used for different things. For example: phosphate glass is used for laser itself

and other laser technologies. Glass, like as other materials, is subjected to a corrosion process. This substance does not rust, but can self-destruct itself because of different reasons. This self-destruction can be viewed as corrosion.

Glass corrosion occurs due to various chemical reactions and physical damages. The occurrence and development of corrosion of glass and optical fibers are caused by various factors. Some of them are structure of glass or optical fiber, environmental conditions, stress that is applied to the material. Sometimes physical damages provoke chemical reactions. Corrosion itself is the reason why cracks and microcracks appear on the surface of the glass. Even if design of system is well, it is subject to corrosion. However, the time of corrosion development increases.

There are two major kinds of glass corrosion: surface corrosion and pitting corrosion. Surface corrosion is spread evenly over the surface of the material. The destruction occurs layer by layer. Reasons of pitting corrosion are material defects. Air bubbles can cause corrosion.

There are many reasons for corrosion of glass and optical fibers. The most popular reasons are water and oxygen in the environment. Another reason of corrosion is stress that is applied to the material.

There is one reason of corrosion that is rarely talked about. That is when the cause of glass corrosion is mycelial fungi. Mycelium mostly effects on the substance in a warm (about 28°C) and humid (more than 90%) environment. Defects from mycelium on the surface of the glass can lead to the destruction of the material. After that the glass that is used for manufacturing of the optical fibers needs to be processed again or recycled. Mycelium is the reason why the light transmission coefficient decreases, and the light scattering coefficient increases. Therefore, engineers must keep absolute cleanliness when they deal with the optical fiber equipment.

3. Conclusion

So, glass that is used to make optical fibers is corroded like as metals. Glass is less susceptible to corrosion than metals. Now engineers have not found a way to eliminate the occurrence of corrosion of the material in the environment yet, although the scientific researches are being led.

Список литературы

1. Е. Л. Пехташева, и др. / Микробиологическая коррозия оптических стекол и защита от нее // Вестник Казанского технологического университета 2012 №10 155-157.

2. Glass Corrosion: Corrosion Doctors [Электронный ресурс]. URL: <http://corrosion-doctors.org/Household/Glass.htm> (дата обращения: 21.03.2024).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В АВИАЦИИ

Хакимхан А.Т.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCH OF WIRELESS OPTICAL COMMUNICATION TECH- NOLOGIES IN AVIATION

Khakimkhan A.T.

Supervisor: Elena A. Bobina, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе исследуются технологии беспроводной оптической связи для авиационной техники. Определяется наиболее перспективная технология передачи данных.

Abstract

The article examines wireless optical communication technologies for aviation equipment. The most promising data transmission technology is being determined.

1. Введение

Беспроводная оптическая связь (БОС) представляет собой перспективное направление, основанное на использовании лазерного излучения для передачи данных. Ее особенность заключается в решении проблемы "тесноты в эфире", характерной для оптоволоконных систем связи. Увеличение несущей частоты является одним из способов обеспечения высокой пропускной способности и эффективного решения данной проблемы [1]. Особый интерес представляет применение технологий БОС в авиационной технике.

2. Анализ технологий беспроводной оптической связи

В данной работе определяется наиболее перспективная технология оптической передачи данных для авиационной техники. Среди различных

технологий беспроводной оптической связи (БОС) выделяются несколько: беспроводные оптические технологии (FSO, Free Space Optical), атмосферные оптические линии связи (АОЛС), инфракрасные (ИК) и ультрафиолетовые (УФ) технологии.

Анализ литературы показал, что технологии FSO и АОЛС обладают высокой пропускной способностью и устойчивостью к электромагнитным помехам. Однако климатические факторы, такие как пыль, дым, облака и ветер, могут оказывать влияние на их работу. Качество излучения систем ИК также зависит от климатических условий. УФ технологии отличаются устойчивостью к атмосферным помехам и низким энергопотреблением. Уникальные особенности УФ технологий делают их особенно подходящими для авиационных приложений. Технология УФ излучения обладает естественной устойчивостью к электромагнитным помехам и не требует сложной инфраструктуры для установки и эксплуатации [2].

3. Заключение

Из приведенного анализа технологий беспроводной оптической связи следует, что особенности ультрафиолетового (УФ) излучения, такие как его устойчивость к атмосферным воздействиям, низкое энергопотребление, низкая сложность установки и эксплуатации и устойчивость к электромагнитным помехам, делают его эффективным для применения в авиации. Разработка систем беспроводной оптической связи на основе УФ излучения является перспективным направлением для улучшения безопасности и эффективности передачи информации в авиационной отрасли.

Список литературы

1. Тарасов Л. В. Лазеры: действительность и надежды / Л. В. Тарасов – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 176 с.
2. Беспроводная оптическая связь в ультрафиолетовом С-диапазоне / Ю. И. Ефимова, Э. В. Прощенок, М. В. Роменский, П. П. Унру // Modern Science. – 2021. – № 4-1. – С. 445-450.

АНАЛИЗ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Харитонов Д.Ю.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANALYSIS OF THE BAND GAP OF A PHOTONIC CRYSTAL FIBER

Kharitonov D.Yu.

Supervisor: Artyom A. Kuznetsov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается периодическая структура из столбиков арсенида галлия (GaAs), в которой они расположены на равном расстоянии друг от друга.

Abstract

In this paper, we consider the periodic structure of gallium arsenide (GaAs) columns, in which they are located at an equal distance from each other.

1. Введение

Расстояние между столбиками GaAs определяет соотношение между волновым числом и частотой света, которое препятствует распространению света определенных длин волн внутри кристаллической структуры [1].

2. Моделирование запрещенной зоны фотонного кристалла

Подход к моделированию запрещенной зоны заключается в описании только одной элементарной ячейки (Рис.1) и применении периодического граничного условия по Флоке [2].

В рассматриваемой модели дополнительная развертка выполняется для волнового вектора Флоке k от 0 до 0,5 для получения дисперсионной кривой. Как видно из дисперсионной диаграммы на Рис.2, в направлении между полосами 3 и 4 нет распространения электромагнитных волн, т.е. этот диапазон и является запрещенной зоной такого фотонного кристалла.

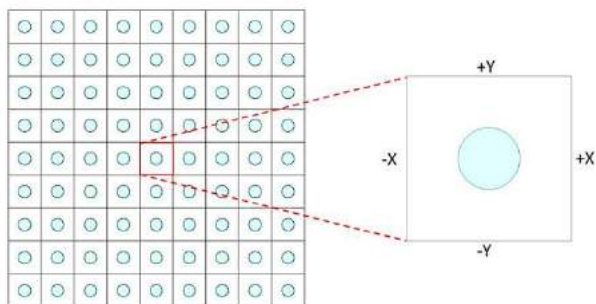


Рис. 1. Выделение уникальной ячейки периодической структуры по направлениям $\pm X$ и $\pm Y$

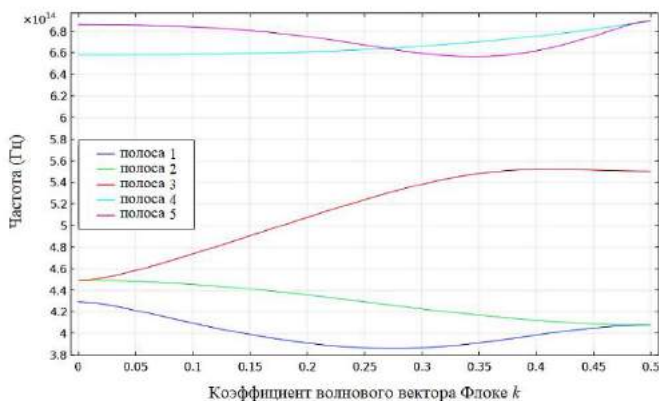


Рис. 2. Дисперсионная диаграмма для волнового вектора Флоке, который изменяется от 0 до 0,5

3. Заключение

В рамках данного исследования было проведено моделирование запрещенной зоны фотонного кристалла в COMSOL Multiphysics. Была получена дисперсионная диаграмма для волнового вектора Флоке.

Список литературы

1. J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, and J.N. Winn, Photonic Crystals (Modeling the Flow of Light), Princeton University Press, 1995.
2. С. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 7th ed., John Wiley & Sons, New York, 1996.

ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА С ПОМОЩЬЮ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Харитонов Д.Ю.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHANGING THE DIRECTION OF LIGHT PROPAGATION USING A PHOTONIC CRYSTAL

Kharitonov D.Yu.

Supervisor: Artyom A. Kuznetsov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается схема фотонного кристалла на основе арсенида галлия (GaAs), обладающего большим потенциалом для использования в системах маршрутизации длин волн. Описаны программные средства для определения характера распространения электромагнитной волны в фотонном кристалле.

Abstract

In this paper, we consider a scheme of a photonic crystal based on gallium arsenide (GaAs), which has great potential for use in wavelength routing systems. Software tools for determining the nature of electromagnetic wave propagation in a photonic crystal are described.

1. Введение

Фотонно-кристаллические устройства представляют собой периодические структуры из чередующихся слоев материалов с различными показателями преломления [1].

2. Представление модели фотонного кристалла

Когда столбики GaAs расположены периодически (Рис.1) устройство имеет возможность "изгибать" свет под углом (в данном случае 90°), а также действовать в качестве полосового фильтра (формируя фотонную запрещенную зону).

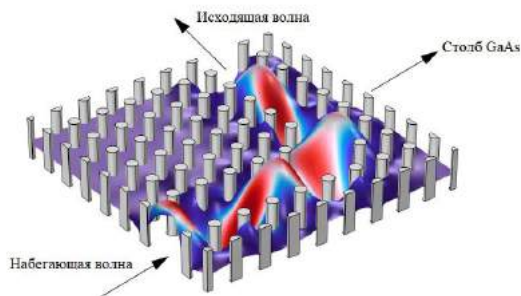


Рис. 1. Схема фотонного кристалла

Для моделирования этого фотонного кристалла в программном обеспечении COMSOL Multiphysics поперечная электрическая волна (TE) (поляризованная в направлении z) распространяется через левую границу с использованием граничного условия рассеяния и амплитуды 1 В/м. В результате получения модели с разверткой различных длин волн для источника падающего света, мы получаем график коэффициента пропускания (Рис. 2).

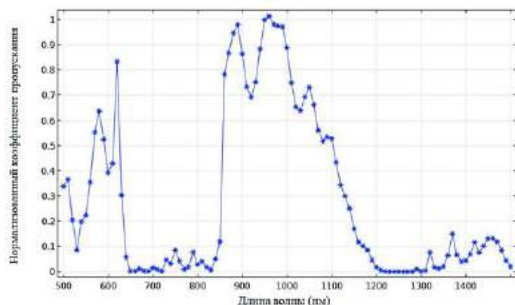


Рис.2. Нормализованный коэффициент пропускания фотонного кристалла

3. Заключение

В рамках данного исследования было проведено моделирование фотонного кристалла в COMSOL Multiphysics. В результате получения модели был проведен анализ пропускания падающего света в фотонном кристалле в диапазоне длин волн от 500 до 1500 нм.

Список литературы

1. J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, and J.N. Winn, Photonic Crystals (Modeling the Flow of Light), Princeton University Press, 1995.

ЭФФЕКТ ВЕРНЬЕ В ДВУХ КОНЦЕВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО

Шагвалиев Р.М.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

VERNIER EFFECT IN TWO END PARALLEL FABRY-PEROT INTERFEROMETERS

Shagvaliev R.M.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается эффект Вернье, который является инструментом повышения чувствительности и разрешения измерений в двух параллельных концевых интерферометрах Фабри-Перо (ИФП).

Abstract

The article discusses the Vernier effect, which is a tool for increasing the sensitivity and resolution of measurements in two parallel end-point Fabry-Perot interferometers (FPIs).

1. Введение

Эффект Вернье основан на перекрытии сигналов двух интерферометров со слегка расстроенными частотами интерференции. Огибающая Вернье, формируемая в выходном спектре обоих ИФП, обеспечивает увеличенный сдвиг длины волны по сравнению с таковыми у каждого из отдельных интерферометров, что приводит к созданию нового поколения высокочувствительных референсных датчиков. Рассмотрим принцип действия двух параллельных интерферометров.

2. Математическая модель двух параллельных ИФП

Для соединения двух ИФП с широкополосным лазерным источником (ШЛИ) и оптическим анализатором спектра (ОАС) используется опти-

ческий каплер 2×2 с коэффициентом деления 3 дБ (ОК). В случае, показанном на рис. 1, когда два ИФП подключены параллельно, свет, излучаемый ШЛИ, поступает в ОК из порта 1. В ОК свет разделяется на два плеча с одинаковыми мощностями, а затем подается на два ИФП через порты 3 и 4 соответственно. Свет в ИФП распространяется по отличным оптическим путям с определенной разностью, что приводит к интерференции. Интерференционный сигнал, генерируемый двумя ИФП, отражается обратно, и через ОК поступает на порт 2 ОАС для измерения.

Измеренная отраженная интенсивность порта 2 описывается как:

$$I_{\text{out}} = I_{\text{in}} - 2AB \left[\cos\left(2\pi \frac{L_1}{\lambda}\right) + \cos\left(2\pi \frac{L_2}{\lambda}\right) \right] + B^2 \cos\left(2\pi \frac{\delta}{\lambda}\right), \quad (1)$$

где I_{in} – интенсивность на входе в ИФП, A и B – коэффициенты, связанные с коэффициентами отражения на каждом из зеркал ИФП, λ – длина волны, L_1 и L_2 – длины оптических путей первого измерительного и второго опорного ИФП соответственно, расстройка δ между которыми равна $L_2 - L_1 - \delta$. Модуляция огибающей Вернье описывается последним членом (1) и представляет собой синусоидальное колебание с частотой, зависящей от расстройки между двумя ИФП. Параметры модуляции определяются величинами свободного спектрального диапазона и фазы огибающей Вернье, которая задается аргументом последней косинусной функции (1):

$$FSR_{EV} = \left| \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\delta} \right| = \frac{FSR_1 FSR_2}{FSR_1 - FSR_2}, \quad \varphi_{EV} = 2\pi \frac{(L_1 - L_2)}{\lambda}, \quad (2)$$

где λ_1 и λ_2 – длины волн двух последовательных максимумов (или минимумов) огибающей Вернье, FSR_1 и FSR_2 являются расстоянием между двумя минимумами первого и второго ИФП соответственно.

Важной величиной, используемой для характеристики оптического эффекта Вернье является коэффициент увеличения (М-фактор). Эта величина устанавливает сравнение между огибающей Вернье и интерференционным сигналом от сенсорного ИФП:

$$M = \frac{FSR_{EV}}{FSR_1} = \frac{FSR_2}{FSR_1 - FSR_2} = \frac{L_1}{\delta}. \quad (3)$$

3. Заключение

Давление воздуха в референсных датчиках можно определить системой параллельных ИФП с рабочей полостью заполненной воздухом. Первый ИФП – опорный с запаянной кюветой, второй – измерительный с отверстием для поступления воздуха.

ЭФФЕКТ ВЕРЬНЕ В КОНЦЕВОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ДВУХСЛОЙНОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ФАБРИ-ПЕРО

Шагвалиев Р.М.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

VERNIER EFFECT IN END SERIAL TWO-LAYERS FABRY-PEROT INTERFEROMETERS

Shagvaliev R.M.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается эффект Вернье, который является инструментом повышения чувствительности и разрешения измерений в последовательном двухслойном концевом интерферометре Фабри-Перо (ИФП).

Abstract

The article discusses the Vernier effect, which is a tool for increasing the sensitivity and resolution of measurements in two-layer serial end-point Fabry-Perot interferometer (FPI).

1. Введение

Стоит отметить, что один из интерферометров в системе Вернье рассматривается как стабильный эталон или интерферометры должны быть независимыми по измеряемому параметру. Если это условие не проверено, определение М-фактора становится более сложным. Подобная задача в референсных датчиках может решаться при двухпараметрических измерениях, например, температуры и относительной влажности воздуха, при последовательном включении независимых ИФП1 и ИФП2 для контроля каждого из параметров соответственно. При этом каждый интерферометр представлен одним слоем на конце волокна. Может быть рассмотрен и третий виртуальный ИФП, как сумма двух первых.

2. Математическая модель двух последовательных ИФП

Для решения задачи вводится условный интерферометр РФПЗ с общей длиной $L_3=L_1+L_2$. Тогда FSR огибающей Вернье будет определяться как:

$$FSR_{EV} = \frac{FSR_1 FSR_3}{|FSR_1 - FSR_2|}, \quad (1)$$

а коэффициент увеличения M :

$$M = \frac{FSR_1}{|FSR_1 - FSR_2|} = 1 + \frac{n_2 L_1}{n_3 L_2}, \quad (2)$$

где $n_{2,3}$ – показатели преломления тонких пленок РФП1 и РФП2 соответственно.

Коэффициент увеличения, как правило, выбирается в пределах 5-10.

Структурная схема двухслойного последовательного интерферометра показана на рис. 1.

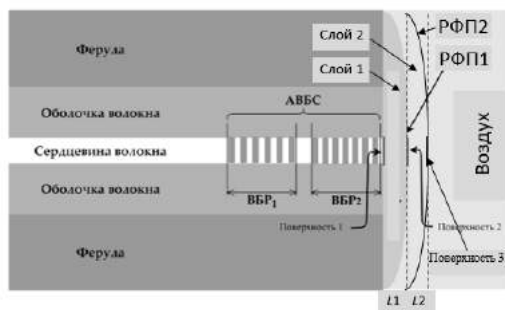


Рис. 1 – Структурная схема двухслойного интерферометра

Чувствительность к относительной влажности представляет собой комбинированный эффект изменения коэффициента преломления и длины РФП2 после того, как пленка поглотила молекулы воды.

Чувствительность к температуре воздуха можно получить аналогичным образом, но с учетом того, что обе пленки чувствительны к температуре. Температурная чувствительность обусловлена тепловым расширением и термооптическим эффектом полимерных пленок.

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, что температуру и относительную влажность воздуха в референсных датчиках можно определить системой последовательных ИФП с двумя слоями полимеров, один из которых чувствителен к влажности, например, ПВА. Первый ИФП не чувствителен к влажности, второй – чувствителен, оба интерферометра чувствительны к температуре.

ОПТОВОЛОКНО И ТИПЫ КОМПОНЕНТОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Дубровский Д.Р.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTICAL FIBER AND TYPES OF COMPONENTS OF FIBER-OPTIC LINES

Dubrovskiy D.R.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova, senior lecturer

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается роль пассивных и активных оптических компонентов в волоконно-оптических линиях связи и информационно-измерительных системах, описываются различия между пассивными и активными компонентами, их функции и применение.

Abstract

This article examines the role of passive and active optical components in fiber-optic communication lines and information and measurement systems, describes the differences between passive and active components, their functions and applications. The main types of passive and active optical components are discussed.

1. Introduction

Fiber-optic communication lines are very popular today. Thanks to them, we have the ability to receive a huge amount of data at very high speeds. Speed is the main feature of these communication lines. The network includes many components that perform different functions.

2. Components of Optical Fiber Communication Lines. Components are divided into active and passive.

Passive elements do not change the intensity of the light signal, but only

direct it along the desired path [3].

1) Optical cable, which transmits information, its bandwidth depends on the number of fibers.

2) Optical cross-connect, used for equipment connections.

3) Splitter - divides a single optical fiber signal into multiple paths.

4) Connector - connects cables.

Active optical components are capable of changing the intensity of the light signal, amplifying it, or modulating it. [1] These include:

1) Transceiver - a device responsible for converting optical and electrical signals.

2) Regenerator - restores the shape of the pulse at the end of the system

3) Amplifier - allows you to keep the signal power constant, helps in transmitting information over long distances. [2]

3. Conclusion

All components are an integral part of optical fiber communication lines. Their correct selection and configuration allow for high efficiency in data transmission systems, increasing the speed of information transmission, and ensuring the reliability of the systems' operation.

References:

1. <https://www.shtptelecom.com/ru/About-Optical-Fiber-id43675997.html>

2. <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekommunikaczij/volokonno-opticheskie-sistemy-svyazi>

3. B.Elliott, M.Glimore Fiber Optic Cabling, 2002

3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 004.9

ВОЗМОЖНОСТИ PYTHON В РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКГ СИГНАЛОВ

Бариева А.Д.

Научный руководитель: Уланов Алексей Валерьевич, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EXPLORING PYTHON'S CAPABILITIES IN DEVELOPING ALGO- RITHMS FOR HIGH-PRECISION REAL-TIME ECG SIGNAL PRO- CESSING

Barieva A.D.

Supervisor: Alexei V. Ulanov, PhD
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются основные подходы к созданию алгоритмов для обработки ЭКГ сигналов на Python, анализируются их потенциальные преимущества и возможности.

Abstract

The article discusses the main approaches to creating algorithms for ECG signal processing in Python, analyzing their potential advantages and capabilities.

1. Введение

Интерпретация данных ЭКГ остается одной из основных задач в кардиологии и сердечно-сосудистой медицине. Традиционный ручной анализ таких сигналов требует значительных временных затрат и высокой квалификации специалистов, что активизировало поиск автоматизированных решений. В последние годы значительный прогресс в этом направлении был достигнут благодаря развитию алгоритмических методов и использованию

программных языков высокого уровня, в частности Python, известного своими богатыми библиотеками для обработки и анализа данных.

2. Методы

Основой для разработки алгоритмов обработки ЭКГ в Python являются такие библиотеки, как NumPy и SciPy, предоставляющие мощные инструменты для численного анализа, а Matplotlib и Seaborn позволяют выполнять визуализацию данных [1]. Для более сложных задач, таких как классификация аритмий или определение этапов сердечного цикла, применяются методы машинного обучения и нейронные сети с использованием библиотеки scikit-learn и TensorFlow. Одной из ключевых задач является эффективное детектирование QRS-комплексов, что требует точного определения R-пику на фоне шумов и помех.

3. Результаты

Применение Python позволяет реализовать комплексный подход к анализу ЭКГ, включающий предварительную обработку сигналов для устранения шумов, детектирование характерных точек и сегментов, анализ временных и амплитудных параметров. Это обеспечивает повышение точности диагностики и позволяет автоматизировать рутинные процессы обработки больших объемов данных. Кроме того, использование машинного обучения дает возможность не только классифицировать различные виды аритмий, но и прогнозировать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на основе анализа долгосрочных данных ЭКГ.

4. Заключение

Python демонстрирует значительные возможности в разработке алгоритмов для обработки ЭКГ сигналов, обеспечивая тем самым важный вклад в развитие медицинской диагностики и мониторинга. Благодаря своей гибкости, мощным библиотекам и широкому сообществу, Python становится предпочтительным инструментом для исследователей и разработчиков в области обработки биомедицинских данных. В дальнейшем, совершенствование и развитие алгоритмов, а также их интеграция с современными технологиями машинного обучения и искусственного интеллекта, могут привести к значительному прогрессу в точности и скорости обработки ЭКГ сигналов, что будет способствовать улучшению качества и доступности медицинских услуг.

Список литературы

1. Лагирвандзе, А. К. Алгоритм анализа форм кардиоциклов ЭКГ с использованием технологий машинного обучения / А. К. Лагирвандзе, А. Н. Калиниченко, Т. В. Моргунова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. -№ 4 (32). – С. 75-84.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВОК

Борисов Д.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF HYDROPONIC INSTALLATIONS

Borisov D.S.

Scientific supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлена технология автоматического управления домашним садом основанный на микроконтроллере STM32. Гидропоника представляет собой метод выращивания растений без использования почвы, при котором питательные вещества подаются непосредственно в воду, в которой находятся корни растений.

Abstract

Hydroponics is a method of growing plants without using soil, in which nutrients are fed directly into the water in which the roots of plants are located. This method has a number of advantages, including increasing yields, saving water and space, as well as the ability to grow plants in conditions not suitable for traditional farming. In this article, we will look at the development and application of hydroponic installations.

1. Введение

Домашнее выращивание растений становится все более популярным в качестве альтернативы традиционному сельскому хозяйству. Это приводит к повышенному интересу к инновационным технологиям, таким как гидропоника и аэропоника, которые позволяют эффективно использовать ограниченное пространство и ресурсы при выращивании растений [1].

2. Выбор и создание системы

Одним из ключевых аспектов этого процесса является использование микроконтроллера STM32, который обеспечивает эффективное управление всеми аспектами выращивания растений. Контроллер регулирует работу насоса, обеспечивая точную подачу питательного раствора. Контроллер будет включать освещение строго по необходимости для каждой культуры. [2]

Микроконтроллер мониторит уровень влажности и температуру воздуха, регулируя их в соответствии с потребностями выращиваемых растений. Контроллер следит за уровнем питательного раствора в резервуаре и автоматически поддерживает его на оптимальном уровне. Режимы для разных культур: В памяти контроллера предустановлены различные режимы выращивания для разных видов культур, учитывающие их особенности и требования. Это обеспечивает максимальную адаптацию к потребностям каждой культуры и повышает эффективность выращивания [3].

3. Заключение

Подводя итог, можно сказать использование контроллера на базе STM32 в гидропонных и аэропонных системах для домашнего выращивания растений является эффективным и удобным способом обеспечить оптимальные условия для роста и развития растений. Правильное программирование и настройка контроллера позволяют достичь высокой урожайности и качества продукции, делая процесс выращивания растений доступным и удобным для домашних пользователей.

Список литературы

1. Resh, H.M. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower." CRC Press, 2012. – С.245-312.
2. М. Бентли Промышленная гидропоника: учебное пособие, 1965. – С.40-46.
3. Cooper, C. "Hydroponics: The Complete Guide to Gardening Without Soil." Timber Press, 2006. – С.156-208.

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ГЕПАТОЦИТАХ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РЕЖИМА КОРМЛЕНИЯ

Гиниятуллина Д.М.¹, Пономарева А.А.², Дмитриева С.А.²
(¹Казанский Федеральный (Приволжский) Университет, Казань;
²Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань)

LIPID PEROXIDATION IN MOUSE HEPATOCYTES UNDER CHANGING FEEDING REGIMEN

Giniyatullina D.M.¹, Ponomareva A.A.², Dmitrieva S.A.²
(¹Kazan Federal University, Kazan;
²KIBB FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)

Аннотация

В работе обсуждаются механизмы сохранения редокс-метаболизма гепатоцитов при нарушении питания мыши.

Abstract

The article discusses the mechanisms of preservation of redox metabolism of hepatocytes during mouse nutritional disturbances.

1. Введение

Высокожировое питание, а также повышенное потребление углеводов (особенно сахарозы и фруктозы) является одной из причин возникновения неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП). Напротив, ограничение калорий и нормальный режим питания важны для нормального метаболизма и используют для снижения стеатоза в тканях печени [1]. Нарушения редокс-метаболизма и митохондриальная дисфункция играют важную роль в патофизиологии НАЖБП. Целью настоящего исследования была оценка интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях печени и анализ ультраструктуры митохондрий при различных режимах питания животных.

2. Методы

Было проанализировано три группы (см. таблицу) белых лабораторных мышей. Анализ ультраструктурных изменений и уровень ПОЛ в тканях печени определяли, как описано ранее [2].

3. Результаты и обсуждения

Митохондрии гепатоцитов группы 1 имели ортодоксальный слегка конденсированный вид (рис а), в группе 2 большая часть митохондрий приобрела удлинненную форму и просветленный матрикс, что свидетельствует о снижении их активности (рис. б), а в группе 3 митохондрии имели ортодоксальный вид (рис. в). Однако ни в одной из проанализированных групп мы не обнаружили достоверного изменения уровня ПОЛ (таблица), несмотря на различное состояние митохондрий - основных АФК-продуцирующих органелл.

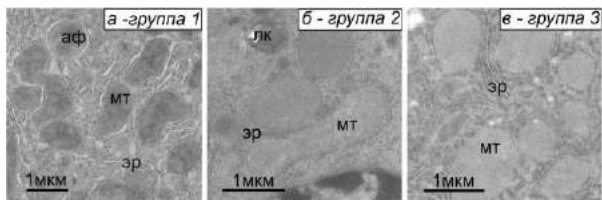


Рис. 1 - Ультраструктура митохондрий гепатоцитов печени мыши.

Таблица 1 – Уровень ПОЛ в тканях печени

Вариант	группа 1	группа 2	группа 3
тип питания	ab libitum	ab libitum	интервальное (8/16)
калорийность на 100 г	311 ккал	511 ккал	311 ккал
белки/жиры/углеводы в 100 г	19,4 г /4,85 г / 3 г	10 г / 40 г / 14 г	19,4 г /4,85 г / 3 г
МДА, нг/мг	3,1 ± 0,6	3,6 ± 0,4	3,3 ± 0,4

Это может свидетельствовать об адекватной работе систем антиоксидантной защиты, которые способствуют поддержанию стабильного редокс-метаболизма печени в данных экспериментальных условиях и/или активации в печени аутофагии, направленной на более эффективное удаление из метаболизма клетки окисленных и поврежденных структур. Однако данные предположения требуют дополнительной экспериментальной проверки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-25-20086.

Список литературы

1. Haas J.T., Francque S., Staels B. Pathophysiology and Mechanisms of Nonalcoholic Fatty Liver Disease.1. Annu. Rev. Physiol. 2016. 78:18.1–18.25. doi: 10.1146/annurev-physiol-021115-105331.
2. Дмитриева С.А., Краснова А.Н., Вологин Д.С., Пономарева А.А. Особенности редокс-метаболизма и ультраструктура гепатоцитов печени мыши при изменении режима кормления // Рецепторы и внутриклеточная сигнализация. Сборник статей. / Пушино.- 2023. – С. 469-474.

АУТОФАГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПАРАЦЕТАМОЛА

Гумерова А.И.¹, Краснова А.Н.¹, Пономарева А.А.², Дмитриева С.А.²

(¹Казанский Федеральный (Приволжский) Университет, Казань;

²Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань)

AUTOPHAGIC PROCESSES IN LIVER TISSUE UNDER THE ACTION OF PARACETAMOL

Gumerova A.I.¹, Krasnova A.N.¹, Ponomareva A.A.², Dmitrieva S.A.²

(¹Kazan Federal University, Kazan;

²KIBB FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)

Аннотация

В работе обсуждаются механизмы регуляции аутофагии в печени при действии парацетамола.

Abstract

The work discusses the mechanisms of regulation of autophagy in the liver under the action of paracetamol.

1. Введение

В отличие от других заболеваний печени, молекулярные механизмы лекарственного поражения печени (ЛПП) и роль в данных процессах аутофагии далеки от понимания, а имеющиеся в научной литературе результаты крайне противоречивы. В литературе описаны противоположные эффекты аутофагии на течение одного из самых изученных типов ЛПП при действии парацетамола [1]. Неизвестно, запускается аутофагия при действии парацетамола как один из механизмов гибели клеток или как неспецифическая стрессовая реакция для предотвращения повреждений. Целью настоящего исследования была оценка аутофагических процессов и изменения активности кислых протеаз в тканях печени при действии терапевтических концентраций парацетамола.

2. Методы

Работа была проведена на белых лабораторных мышах, которые в течение 3 дней перорально получали парацетамол в высоких терапевтических концентрациях (6,6 мг/гр в сутки). Ультраструктурные изменения в

гепатоцитах и активность кислых протеаз в тканях печени были оценены по стандартным методикам.

3. Результаты и обсуждения

В настоящем исследовании мы показали, что терапевтические дозы парацетамола вызывают на 3 сутки накопление лизосомально-аутофагических телец в гепатоцитах печени (рис. 1 а) и усиление активности кислых протеаз (рис. 1 б), в частности лизосомальных протеаз – предположительно катепсинов с молекулярной массой около 25 кДа (рис. 1 в), что косвенно свидетельствует об изменении аутофагических потоков.

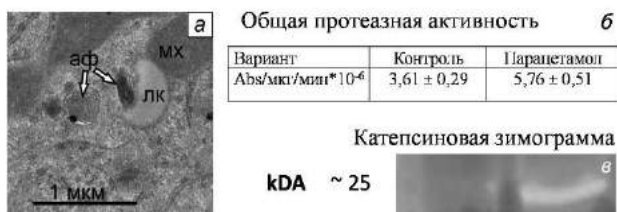


Рис. 1 – Аутофагосомы в гепатоцитах (а), активность протеаз (б, в).

Лизосомальные протеазы действуют преимущественно в кислых клеточных компартментах и играют важную роль в ремоделировании внеклеточного матрикса, аутофагии, апоптозе активации звездчатых клеток печени, метаболизме липидов и др. [2].

4. Заключение

Таким образом, парацетамол изменяет активность аутофагических процессов в печени мыши. Дальнейшие исследования позволят выяснить, однонаправлено ли изменяются потоки аутофагии (активируются или ингибируются) при токсических и терапевтических воздействиях парацетамола.

Работа выполнена в рамках гос. задания КИББ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. He YM, Shen XL, Guo YN, Liang SS, Ding KN, Lu MH, Tang LP. Yinhuang oral liquid protects acetaminophen-induced acute liver injury by regulating the activation of autophagy and Nrf2 signaling. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2022 Oct 1;244:114073. doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.114073. Epub 2022 Sep 14. PMID: 36115150.
2. Ruiz-Blázquez P, Pistorio V, Fernández-Fernández M, Moles A. The multifaceted role of cathepsins in liver disease. *J Hepatol.* 2021 Nov;75(5):1192-1202. doi: 10.1016/j.jhep.2021.06.031. Epub 2021 Jul 7. PMID: 34242696.

СПЕКТРОСКОПИЯ ЯМР ОЛИГОНУКЛЕОТИДА

Конторина Л.А.¹

Научный руководитель: Хайрутдинов Булат Имамутдинович^{1,2},
к.ф.-м.н., доцент,

(¹Институт физики, Казанский (Приволжский)

федеральный университет – КФУ, 420008, г. Казань, ул.Кремлевская 18,

²Казанский институт биохимии и биофизики ФГБУН "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр РАН", Казань)

NMR SPECTROSCOPY OF OLIGONUCLEOTIDE

Kontorina L.A.¹

Supervisor: Khairutdinov B.I.^{1,2},

*(¹Institute of Physics, Kazan Federal University, 420008, Kazan,
Kremlevskaya Str. 18, Russian Federation*

*²Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of FRC Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan)*

Аннотация

С целью построения трехмерной пространственной модели олигонуклеотида записаны двумерные спектры ЯМР, выполнен их анализ и соотнесение. Получена таблица химических сдвигов ядер протонов, углерода и фосфора исследуемого олигонуклеотида.

Abstract

In order to construct a three-dimensional spatial model of the oligonucleotide, two-dimensional NMR spectra were recorded and analyzed. A table of chemical shifts of the nuclei of protons, carbons and phosphorus of the oligonucleotide was obtained.

Пространственное трехмерное строение биомакромолекул таких как белки, ДНК и РНК определяет их функциональную активность. Таким образом экспериментальное получение трехмерных моделей для этих молекул является критически важным для понимания их свойств. Одним из методов позволяющих получить трехмерную структуру биомакромолекулы является спектроскопия ЯМР. Целью нашей работы является установление трехмерной структуры олигонуклеотида с целью ее

дальнейшего применения для понимания протекания химической реакции олигонуклеотида с производными хинонов. Производные хинонов интересны тем, что на их основе планируется получение противоопухолевых препаратов. Механизмом действия которых предполагается контролируемое взаимодействие с молекулами ДНК с последующим их повреждением.

В ходе реализации поставленной цели были записаны серии двумерных спектров: ^1H - ^1H -COSY, ^1H - ^1H -TOCSY, ^1H - ^1H -ROESY, ^1H - ^{13}C -HSQC, ^1H - ^{13}C -HMBC, ^1H - ^{31}P -HSQC, ^1H - ^{31}P -HSQC-NOESY. Итогом комплексного анализа записанных спектров является соотнесение сигналов ядер протонов, углерода и фосфора исследуемого олигонуклеотида. На рисунке приведен фрагмент ^1H - ^{13}C -HSQC спектра с соотнесенными сигналами $\text{H}2'$ - $\text{C}2'$, $\text{H}2''$ - $\text{C}2'$ каждого нуклеотида.

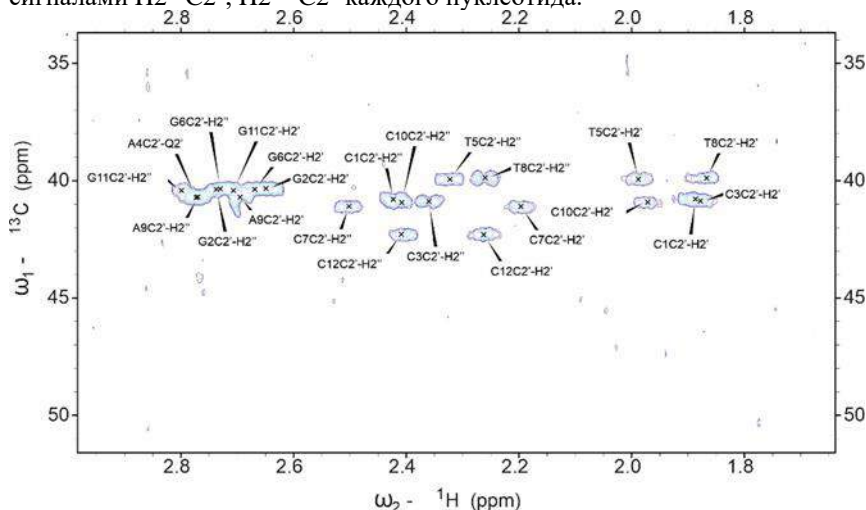


Рис. 1. – Фрагмент гетероядерного спектра ЯМР ^1H - ^{13}C -HSQC с соотнесенными сигналами $\text{H}2'$ - $\text{C}2'$, $\text{H}2''$ - $\text{C}2'$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в ФИЦ «Казанский научный центр» (соглашение № 075-15-2022-1128 от 30.06.2022г.).

ЦИРКУЛИРУЮЩИЕ ИММУННЫЕ КОМПЛЕКСЫ В КРОВИ У ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

Архипова П.Р., Курбанов Р.А.

*(Казанский (Приволжский) федеральный университет,
институт фундаментальной медицины и биологии,
кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Казань)*

CIRCULATING IMMUNE COMPLEXES IN THE BLOOD OF CHILDREN WITH ASTHMA

Arkhipova P.R., Kurbanov R.A.

*(Kazan (Volga region) Federal University,
Institute of Fundamental Medicine and Biology,
Department of Biochemistry, Biotechnology and Pharmacology, Kazan)*

Аннотация

Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) представляют собой гетерогенную по размерам и составу антител и антигенов популяцию, которые являются важнейшими медиаторами иммунной системы организма. В настоящей работе мы исследовали содержание и физические характеристики ЦИК в сыворотке крови детей с атопической бронхиальной астмой и условно здоровых лиц без астмы. Было установлено, что концентрации ЦИК у больных в 2 раза превышает показатели контроля (по значениям медианы 0,03 СФ-ед. – у здоровых и 0,06 СФ-ед. – у детей с астмой). Наиболее патогенные комплексы среднего размера были определены в крови у 9% здоровых и 85,6% пациентов с астмой.

Abstract

Circulating immune complexes (CIC) are a heterogeneous in size and composition population of antibodies and antigens, which are critical mediators of the immune system. In the present study, we examined the content and physical characteristics of the CIC in the serum of children with atopic asthma and healthy individuals. It was found that the concentration of CIC in patients was 2-fold higher than in controls. The most pathogenic medium-sized complexes were determined in the blood 9% of healthy children and 85.6% of children with asthma.

1. Введение

В патогенезе многих аллергических и аутоиммунных заболеваний может принимать участие третий – иммунокомплексный – тип аллергической реакции [1,2]. Длительное отложение ЦИК с формированием микропреципитатов вызывает воспалительные реакции в клетках и тканях организма. ЦИК способны стимулировать развитие иммунного ответа организма (Lopes-Virella, Virella, 2013), поэтому мы обратили внимание на данный феномен у детей больных астмой разной степенью тяжести.

2. Материал и методика

Исследовали сыворотки 173 детей с диагнозом «атопическая бронхиальная астма». Контрольную группу составили 11 относительно здоровых подростка. Содержание ЦИК в сыворотке крови определяли по методу Наскова и Гриневич. Содержание патогенных субфракций в общей популяции ЦИК оценивали методом П.В. Стручкова и соавт.

При статистической обработке применяли непараметрический Т-критерий Манна-Уитни. Различия считали достоверными при $p \leq 0.05$.

3. Результаты и обсуждение

В крови детей с АБА наблюдалось достоверное по сравнению с контролем повышение концентрации ЦИК в 2 раза (по значениям медианы 0,03 СФ-ед. – у здоровых и 0,06 СФ-ед. – у детей с АБА).

В нашей выборке патогенные комплексы были определены в крови у 9% условно здоровых и 85,6% пациентов с астмой. Причём, у больных с лёгкой степенью тяжести преобладали мелкие комплексы (62,12 %), со средней и тяжёлой степенями тяжести – комплексы среднего размера (59 % и 51,7 % соответственно). В контрольной группе у 91% лиц встречались комплексы крупного размера.

Проведенное исследование подтверждает важную роль ЦИК в иммунопатологических процессах при атопической бронхиальной астме. Полученные данные свидетельствуют о том, что углубленное изучение физико-химических свойств ЦИК при астме расширяет представления о патогенетических механизмах данного заболевания.

Список литературы

1. Marks S.D., Tullus K. Autoantibodies in systemic lupus erythematosus / *Pediatr Nephrol.* // Vol. 27 (10). – P. 1855-1868. – 2012.
2. Pandey M.K. Molecular Basis for Downregulation of C5a-Mediated Inflammation by IgG1 Immune Complexes in Allergy and Asthma / *Curr Allergy Asthma* // Vol. 13 (6). – P. 596-606. – 2013.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАССЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ АНАЛИЗА КВАНТОВОГО ВЫДЕЛЕНИЯ МЕДИАТОРА НА НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ ПРЕПАРАТЕ
m. LEVATOR AURIS LONGUS МЫШИ**

Невский Е.С.¹, Самигуллин Д.В.^{1,2}

(¹Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань,

²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань)

APPLICATION OF CUT MUSCLE FIBER METHOD FOR ANALYSIS OF QUANTAL SECRETION OF THE MEDIATOR ON NERVE-MUSCLE PREPARATOR m. LEVATOR AURIS LONGUS OF THE MOUSE

Nevsky E.S.¹, Samigullin D.V.^{1,2}

(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Аннотация

В представленном исследовании описан метод оценки квантовой секреции медиатора на рассеченном препарате *m. Levator auris longus* мыши.

Abstract

In the presented study we describe a method of estimation of quantal mediator secretion on a cut preparation of the *m. Levator auris longus* of the mouse.

Изучение механизмов регуляции нервно-мышечной передачи, является важным направлением исследований в свете поиска новых подходов в лечении нейродегенеративных заболеваний [1]. В нормальных физиологических условиях нервно-мышечным препаратам характерна сократительная активность, что осложняет экспериментальные исследования. На дан-

ный момент существует несколько подходов для предотвращения мышечных сокращений, подразумевающих применение фармакологических агентов, направленных на блокирование различных этапов нервно-мышечной передачи [2-4]. Существует еще один подход, основанный на рассечении мышечных волокон для снижения их мембранного потенциала, позволяющий обойтись без применения фармакологических агентов [5]. В настоящем исследовании мы применили и валидизировали данную методику на нервно-мышечном препарате *m. Levator Auris Longus (m. LAL)* мышцы для анализа вызванного квантового освобождения медиатора электрофизиологическим методом с применением внутриклеточных микроэлектродов. Для валидизации метода регистрировали параметры нервно-мышечной передачи после рассечения мышечных волокон и через 30 мин инкубации препарата (временной контроль). Проведенные эксперименты показали, что после рассечения, мембранный потенциал мышечных волокон снижается в среднем до -47 мВ и после 30 мин инкубации составлял -43 мВ. Амплитуда вызванных и миниатюрных потенциалов концевой пластинки составила 15.5 ± 1.2 мВ и 0.68 ± 0.06 мВ, соответственно, и не претерпели достоверных изменений после 30 мин инкубации. Средний квантовый состав составил 24.09 ± 1.89 и спустя 30 минут 24.09 ± 3.11 . Таким можно заключить что рассеченный нервно-мышечный препарат *m. LAL* может использоваться для изучения параметров спонтанной и вызванной секреции квантов медиатора.

Список литературы

1. Mukhamedyarov M. A. и др. Early Alterations in Structural and Functional Properties in the Neuromuscular Junctions of Mutant FUS Mice // Int J Mol Sci. 2023. Т. 24. № 10. С. 9022.
2. Hill J. M., Alewood P. F., Craik D. J. Three-Dimensional Solution Structure of μ -Conotoxin GIIIB, a Specific Blocker of Skeletal Muscle Sodium Channels, // Biochemistry. 1996. Т. 35. № 27. С. 8824–8835.
3. Thesleff S. A study of the interaction between neuromuscular blocking agents and acetylcholine at the mammalian motor endplate // Acta Anaesthesiol Scand. 1958. Т. 2. № 2. С. 69–79.
4. Santafé M. M. и др. Modulation of ACh release by presynaptic muscarinic autoreceptors in the neuromuscular junction of the newborn and adult rat // European Journal of Neuroscience. 2003. Т. 17. № 1. С. 119–127.
5. Barstad J. A. B. Presynaptic effect of the neuro-muscular transmitter // Experientia. 1962. Т. 18. № 12. С. 579–580.

СПЕКТРОСКОПИЯ ЯМР ОЛИГОНУКЛЕОТИДА КАК МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРОИЗВОДНЫМИ ХИНОНА

Нигматуллин И.Р.¹

Научный руководитель: Хайрутдинов Булат Имамутдинович^{1,2},
к.ф.-м.н., доцент,

*(¹Институт физики, Казанский (Приволжский) федеральный
университет – КФУ, Казань;*

*²Казанский институт биохимии и биофизики ФГБУН "Федеральный ис-
следовательский центр "Казанский научный центр РАН", Казань)*

NMR SPECTROSCOPY OF AN OLIGONUCLEOTIDE AS A MODEL FOR DESCRIBING THE INTERACTION WITH A QUI- NONE DERIVATIVE

Nigmatullin I.R.¹

Supervisor: Khairutdinov B.I.^{1,2},

(¹Institute of Physics, Kazan Federal University, Kazan,

*²Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of FRC Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan)*

Аннотация

В результате проделанной работы выполнено отнесение спектральных линий ЯМР олигонуклеотида, что будет в дальнейшем использовано для описания его реакции с производными хинонов.

Abstract

In our work the NMR spectral lines of the oligonucleotide were assigned, which will be further used to describe its reaction with quinone derivatives.

Использование редокс-активных молекулярных систем в качестве основы для разработки инновационных противоопухолевых препаратов приобретает все большую популярность. Планируется использовать контролируемую деструкцию ДНК метилехинонами, которые могут образовываться в живом организме окислением соответствующих предшественников. При этом их способность к фотоиндуцированному окислению открывает дополнительные возможности фотодинамической

терапии опухолевых заболеваний. Тем не менее высокая реакционная способность и, соответственно, низкая избирательность и высокая токсичность хинонов является серьёзным барьером для их широкого применения.

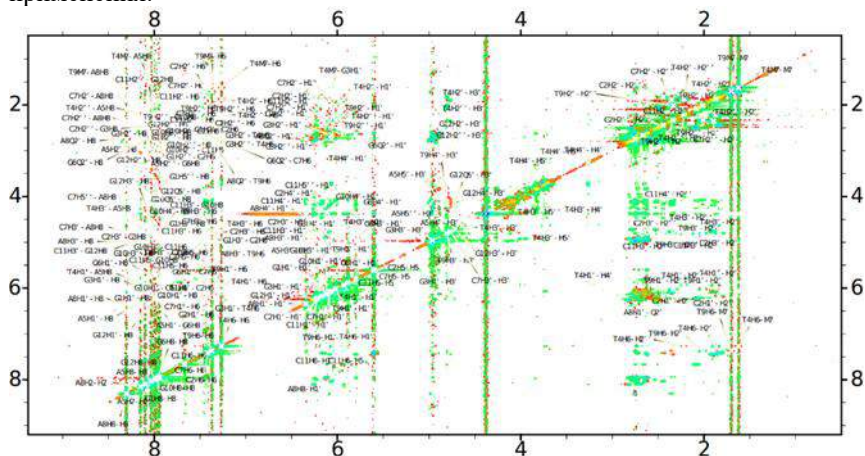


Рис. 1 – Спектр ЯМР 1H-1H-ROESY

Ранее нами методами спектроскопии ЯМР было продемонстрировано наличие взаимодействия хинона диметил(3,5-ди-трет-бутил-4-оксо-циклогекса-2,5-диенилиденметил) фосфонат (Q-Me) с олигонуклеотидом. Для детального описания полученного продукта реакции необходимо выполнить отнесение полученных спектров ЯМР. Одним из важных этапов является описание спектров ЯМР олигонуклеотида в свободном состоянии. Для этого нами выполнена запись и совокупный анализ спектров ЯМР олигонуклеотида, таких как: ^1H - ^1H -COSY, ^1H - ^1H -TOCSY, ^1H - ^1H -ROESY, ^1H - ^{13}C -HSQC, ^1H - ^{13}C -HMBC. В результате проделанной работы получена таблица химических сдвигов для ядер протонов, углеродов и фосфора.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в ФИЦ «Казанский научный центр» (соглашение № 075-15-2022-1128 от 30.06.2022г.).

**ЗНАЧЕНИЕ КАЛЬЦИЙ-АКЦЕПТОРНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ
ВЕЗИКУЛЯРНОГО ЦИКЛА СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА В
ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЯХ СОМАТИЧЕСКОЙ
МЫШЦЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ**

Нуруллин Л.Ф., Алмазов Н.Д., Волков Е.М.

Научные руководители: Нуруллин Лениз Фаритович, к.б.н., доцент;
Волков Евгений Михайлович, д.м.н., профессор
(Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, г. Казань,
Казанский государственный медицинский университет, г. Казань)

**THE IMPORTANCE OF CALCIUM-ACCEPTOR PROTEINS FOR
THE VESICULAR CYCLE OF MEDIATOR SECRETION IN THE MO-
TOR NERVE ENDINGS OF THE SOMATIC MUSCLE OF THE
EARTHWORM**

Nurullin L.F., Almazov N.D., Volkov E.M.

Supervisors: Leniz F. Nurullin, associated professor; Evgenii M. Volkov,
professor
(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of KSC RAS, Kazan
Kazan State Medical University, Kazan)

Аннотация

В статье представлены данные о влиянии ингибиторов Ca^{2+} -акцепторных белков на везикулярный цикл медиатора в двигательных нервных окончаниях соматической мускулатуры кожно-мышкульного мешка дождевого червя. Полученные результаты позволяют прийти к заключению, что в механизмы кальциевой регуляции процессов экзо-эндоцитоза везикул в синапсах двигательной мускулатуры аннелид, вовлечены Ca^{2+} -акцепторные белки – кальциневрин А, кальмодулин и Ca^{2+} /кальмодулин зависимые протеинкиназы.

Abstract

The article presents data on the effect of inhibitors of Ca^{2+} -acceptor proteins on the mediator vesicular cycle in the motor nerve endings of the somatic muscles of the earthworm. The obtained results allow to conclude that the mechanisms of calcium regulation of the processes of exo-endocytosis of vesicles at

the synapses of the motor muscles of annelids involve Ca^{2+} -acceptor proteins - calcineurin A, calmodulin and Ca^{2+} /calmodulin-dependent protein kinases.

Эксперименты по изучению роли Ca^{2+} -акцепторных белков в механизмах везикулярного цикла медиатора в двигательных нервных окончаниях проводились на препаратах фрагментов кожно-мышечного мешка дождевого червя, которые окрашивались флуоресцентным маркером FM2-10. В бескальциевом растворе среднее значение флуоресценции достоверно не отличалось от контроля. Таким образом, отсутствие Ca^{2+} в среде, а также в присутствии DMSO не оказывали существенного влияния на процессы эндоцитоза синаптических везикул. Инкубация мышечного препарата в растворе в присутствии ингибитора кальциневрина – циклоспорина А приводило к достоверному возрастанию средней величины флуоресценции загруженных красителем FM2-10 синапсов. Применение ингибиторов Ca^{2+} /кальмодулин зависимой протеинкиназы – STO-609 и W-5 гидрохлорида вызывали достоверное возрастание величины флуоресценции нервных терминалей. Необходимо отметить, что средняя величина флуоресценции нервных окончаний в присутствии STO-609 или W-5 гидрохлорида была достоверно выше по сравнению со свечением в экспериментах с циклоспорином А. Таким образом, ингибирование Ca^{2+} -акцепторных белков кальциневрина, кальмодулина и Ca^{2+} /кальмодулин зависимых протеинкиназ приводило к достоверному увеличению светимости двигательных нервных терминалей. В другой серии экспериментов по изучению выгрузки красителя из синаптических везикул показано следующее. В присутствии специфических блокаторов Ca^{2+} -сенсорных белков, а именно: циклоспорина А, W-5 гидрохлорида и STO-609 динамика разгрузки FM2-10 замедлялась. Таким образом, ингибирование Ca^{2+} -акцепторных белков кальциневрина, кальмодулина и Ca^{2+} /кальмодулин зависимых протеинкиназ приводит к замедлению разгрузки маркера FM2-10 из двигательных нервно-мышечных синапсов. Можно предположить, что блокирование ряда ключевых Ca^{2+} -акцепторных синаптических белков усиливает процесс эндоцитоза, вызывает увеличение размеров общего везикулярного пула и ускоряет кругооборот синаптических везикул в соматических мышцах дождевого червя. Эксперименты позволяют прийти к заключению, что в механизмы кальциевой регуляции процессов экзо-эндоцитоза везикул в синапсах эволюционно первичной мускулатуры аннелид, вовлечены такие Ca^{2+} -акцепторные белки как кальциневрин А, кальмодулин и Ca^{2+} /кальмодулин зависимые протеинкиназы.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-24-00239, <https://rscf.ru/project/23-24-00239/>).

МИКРОВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Серезетдинов Р.А

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MICROWAVE AND QUANTUM COMPLEXES FOR MONITORING AND ADAPTATION OF LIVING SYSTEMS

Serezetdinov R.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье описывается принцип работы микроволновых и квантовых комплексов, их возможности по измерению параметров организма человека, влияние на улучшение физической формы, повышение выносливости и ускорение процессов восстановления после тренировок.

Abstract

The article describes in detail the principle of operation of microwave and quantum complexes, their capabilities to measure the parameters of the human body, as well as their impact on improving physical fitness, increasing endurance and accelerating recovery processes after training.

1. Введение

Современные научные и технологические разработки не ограничиваются лишь медицинскими и биологическими областями, но также находят широкое применение в физической культуре и спорте. В последние десятилетия возрос интерес к использованию микроволновых и квантовых комплексов для мониторинга и адаптации живых систем в контексте улучшения спортивного состояния, тренировок и общего здоровья спортсменов.

2. Микроволновые комплексы в физической культуре и спорте

Микроволновые технологии находят широкое применение в спортивной медицине и тренировочном процессе. С их помощью можно проводить наблюдение за физиологическими показателями спортсменов, анализировать изменения в теле под воздействием физических нагрузок, а также

контролировать процессы восстановления после тренировок.

Одним из ключевых аспектов применения микроволновых комплексов является оптимизация тренировочного процесса. Благодаря возможности наблюдения за биохимическими процессами в организме спортсмена, тренеры и медицинские специалисты могут разрабатывать персонализированные программы тренировок, учитывая индивидуальные особенности каждого спортсмена.

3. Квантовые комплексы и их роль в адаптации живых систем спортсменов

Квантовая физика открывает новые перспективы в области спортивной подготовки и адаптации живых систем спортсменов. Использование квантовых комплексов позволяет исследовать более глубокие аспекты физиологии и биохимии спортсменов, а также создавать инновационные методики тренировок с использованием квантовых принципов.

Одним из интересных направлений исследований является применение квантовых комплексов для улучшения спортивных результатов и адаптации к физическим нагрузкам. Возможность передачи информации на квантовом уровне внутри организма спортсмена открывает новые возможности для оптимизации тренировок, ускорения восстановления и повышения спортивной выносливости.

4. Заключение

Использование микроволновых и квантовых комплексов в физической культуре и спорте представляет собой важное направление развития спортивной науки и практики. Объединение современных технологий с тренировочным процессом способствует повышению эффективности тренировок, адаптации организма к физическим нагрузкам и общему улучшению здоровья спортсменов.

Исследования в области микроволновых и квантовых комплексов в физической культуре и спорте открывают новые горизонты для достижения высоких спортивных результатов, обеспечивая инновационные методики тренировок и поддерживая здоровье и благополучие спортсменов.

Список литературы

1. Johnson, R., Brown, K., Smith, T. et al. (2020). "Quantum technology advances for athletic performance enhancement." *Journal of Sports Engineering and Technology*, 24(2), 89-104.

ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ НА РАННИЕ ЭТАПЫ МИОГЕНЕЗА IN VITRO

Токмакова А.Р.¹, Сибгатуллина Г.В.¹, Маломуж А.И.^{1,2}

*(¹Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ Казанский научный
центр РАН, Казань*

*²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

EFFECT OF NICOTINE CHOLINERESCEPTOR BLOCKADE ON THE EARLY STAGES OF MYOGENESIS IN VITRO

Tokmakova A.R.¹, Sibgatullina G.V.¹, Malomouzh A.I.^{1,2}

*(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center,
Russian Academy of Sciences, Kazan;*

*²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Исследовали влияние блокатора никотиновых холинорецепторов тубокурарина на рост культуры миоцитов крыс. Установили, что наличие тубокурарина в культуральной среде негативно сказывается на процессах развития миоцитов, снижая жизнеспособность и количество клеток в культуре, а также угнетая процесс образования миотрубок.

Abstract

The effect of the nicotinic cholinergic receptor blocker tubocurarine on the development of rat myocyte culture was studied. It was found that the presence of tubocurarine in the culture medium negatively affects the development of myocytes, reducing the viability and number of cells in the culture, as well as inhibiting the formation of myotubes.

1. Введение

В культуре миоцитов, полученных из эмбрионов цыпленка, получены свидетельства наличия никотиновых холинорецепторов и продемонстрировано трофотропное влияние агониста данных рецепторов - ацетилхолина [1]. Однако, до сих пор не выяснено, как отражается функционирование (и/или блокада) никотиновых холинорецепторов на ранних этапах развития скелетной мышечной ткани у млекопитающих.

Цель настоящего исследования заключалась в анализе изменений параметров развивающейся культуры миоцитов млекопитающего в условиях блокады никотиновых холинорецепторов тубокурарином.

2. Материалы и методы

Работа была проведена на первичных культурах миоцитов крыс, получение и культивирование которых описано нами ранее [2]. Морфометрические показатели определяли согласно Yamashita et al [3]. Жизнеспособность культуры оценивали стандартным тестом МТТ.

3. Результаты и обсуждение

Жизнеспособность культивируемых миоцитов при добавлении тубокурарина (10^{-6} М) снижалась на 30%. При этом выявлено уменьшение плотности клеток (на 11%) после добавления блокатора никотиновых холинорецепторов. На способность миоцитов к делению тубокурарин, судя по всему, не влияет, поскольку индекс деления в экспериментальной группе не снижался, а даже был выше, чем в контроле (что может быть следствием уменьшением общего числа клеток). Однако, на процесс слияния миоцитов в миотрубки блокатор холинорецепторов продолжал оказывать негативный эффект (индекс слияния снижался на 16%).

4. Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что блокада никотиновых холинорецепторов негативно сказывается на ранних этапах миогенеза *in vitro*, а это, в свою очередь, предполагает наличие холинергической межклеточной коммуникации у миоцитов, которая интенсифицирует миогенез.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ Казанский научный центр РАН с использованием оборудования ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. Лопатина Е.В., Гавриченко А.В., Пасатецкая Н.А. Участие ацетилхолина и Na^+ , K^+ -АТФазы в регуляции роста скелетных мышц куриного эмбриона // Росс. Физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2023. – Т. 109, № 2. – С. 229-240.
2. Sibgatullina G.V., Malomouzh A.I. GABA in developing rat skeletal muscle and motorneuron // *Protoplasma*. – 2020. – 257. – P. 1009-1015.
3. Yamashita A.M.S. et al. Balance between S-nitrosylation and denitrosylation modulates myoblast proliferation independently of soluble guanylyl cyclase activation // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* – 1995. – 313(1). – P. 11-26.

**ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СИНАПТОФИЗИНА В НЕЙРОЦИТАХ МОЛЕКУЛЯРНОГО СЛОЯ
МОТОРНОЙ КОРЫ МЫШИ ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ**

Мукба А.В., Тяпкина О.В.

Научный руководитель: Тяпкина Оксана Викторовна, к.б.н.
(Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ Казанский научный центр РАН», Казань)

IMMUNOFLUORESCENCE STUDY OF SYNAPTOPHYSIN IN NEUROCYTES OF THE MOLECULAR LAYER OF THE MOUSE MOTOR CORTEX AFTER SIMULATION OF HYPOGRAVITATIONAL UNLOADING

Mukba A.V., Tyapkina O.V.

Supervisor: Oksana V. Tyapkina, PhD.
(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)

Аннотация

В настоящей работе провели иммунофлуоресцентное исследование синаптофизина в нейронах молекулярного слоя моторной коры мышей после 30 суточной гипогравитационной разгрузки, которое выявило его увеличение.

Abstract

In this work, we conducted an immunofluorescent study of synaptophysin in neurocytes of the molecular layer of the motor cortex of mice after 30 days of hypogravity unloading, which revealed its increase.

1. Введение

Локомоторный аппарат человека и млекопитающих в условиях космического полета адаптируется к пониженным функциональным нагрузкам. По возвращении к нормальным условиям земной гравитации эти адаптации проявляются как нарушение функционирования, особенно ярко выраженное в скелетных мышцах, а также в мотонейронах поясничного от-

дела спинного мозга. Однако, контроль над этими нижележащими структурами осуществляется в моторной коре головного мозга, которая недостаточно изучена. На Земле широко применяется модель антиортостатического вывешивания (АОВ), воспроизводящая не только функциональную разгрузки мышц, но и перераспределения крови, смещение внутренних органов у грызунов, аналогичные пребыванию в условиях невесомости и постельного режима.

Целью данной работы является иммунофлуоресцентное исследование синаптофизина (везикулярный белок, маркер пресинаптической области) в нейронах моторной коры мышей после 30 суток АОВ, как модели гипогравитационной разгрузки.

2. Эксперименты проводили на половозрелых самцах мышей линии c57bl/6 (28 ± 1 г.), разделенных на группы: контрольная и АОВ 30 суток (по $n=5$). Все процедуры с животными одобрены Комиссией по Биоэтике ФИЦ КазНЦ РАН (протокол № 12-3 от 28.02.2023 г.). Срезы головного мозга (20 мкм) окрашивали первичными антителами к синаптофизину (1:500, Santa Cruz Biotechnology; 12 часов при $+4^\circ\text{C}$) и вторичными (IgG козлиные против кролика, конъюгированные с Alexa488; 1:500, Invitrogen). Изображения микропрепаратов получали на конфокальном сканирующем микроскопе Leica TCS SP5 MP. Анализировали площади клеток и интенсивность флуоресцентного свечения в нейронах моторной коры головного мозга, с применением программы ImageJ (НИН, США). Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Origin 2019b, с использованием U-критерия Манна-Уитни и анализа Краскела-Уоллиса (при $p \leq 0,05$).

В ходе проведения экспериментов анализировали средние значения площадей и уровень иммуноэкспрессии синаптофизина в нейронах (клетки Кахаля) молекулярного слоя моторной коры. Средние значения площадей нейроцитов у контрольных мышей составили $77,7 \pm 2,5$ мкм², после АОВ - $65,0 \pm 1,4$ мкм². При этом интенсивность свечения после окрашивания специфическими антителами к синаптофизину срезов моторной коры у контрольных мышей составила $68,8 \pm 4,1$ о.е., а мышей после АОВ - $81,2 \pm 2,2$ о.е. Статистический анализ показал, что моделирование гравитационной разгрузки приводит к уменьшению размеров нейроцитов на 16% ($p < 0,05$) и увеличению экспрессии синаптофизина на 18% ($p < 0,05$).

3. Заключение

Таким образом, изменение размеров тел и уровня синаптофизина в нейронах моторной коры головного мозга мышей после АОВ может отличаться на процессах синаптической передачи между клетками головного мозга при развитии гипогравитационного двигательного синдрома.

Исследование проведено в рамках Госзадания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТОВ ГИПОГРАВИТАЦИИ

Максимов Д.М.¹, Тяпкина О.В.^{1,2}

(¹Казанский государственный медицинский университет, г. Казань

²Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань)

STUDY OF THE RESPIRATORY FUNCTION OF MICE AFTER SIMULATION OF THE EFFECTS OF HYPOGRAVITY

Maksimov D.M.¹, Tyapkina O.V.^{1,2}

(¹Kazan State Medical University, Kazan;

²Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)

Аннотация

С помощью плетизмографического метода оценивали дыхательную функцию у мышей после 30 суточного антиортостатического вывешивания. Установлено изменение таких дыхательных параметров как пиковая скорость выдоха и скорость выдоха в середине выдоха.

Abstract

Using the plethysmographic method, respiratory function was assessed in mice after 30 days of antiorthostatic suspension. Changes in respiratory parameters such as peak expiratory flow and mid-expiratory flow were established.

1. В настоящей работе изучали механизмы адаптации респираторной системы к воздействию моделирования факторов космического полета (невесомость, перераспределение крови в теле) у мышей, поскольку они недостаточно изучены.

Целью данной работы явилось исследование дыхательной системы мышей, находящихся в условиях 30 суточного антиортостатического вывешивания (АОВ) как модели, воспроизводящей эффекты гравитационной разгрузки с помощью плетизмографии.

2. Эксперименты проводили на половозрелых самцах мышей линии c57bl/6 (28 ± 1 г.), разделенных на две группы: Контроль ($n=5$) и АОВ 30 суток ($n=5$). Все процедуры с животными одобрены Комиссией по Биоэтике ФИЦ КазНЦ РАН (протокол № 12-3 от 28.02.2023 г.). С помощью плетизмографического метода регистрировали и анализировали такие дыхательные параметры как: время вдоха (с); время выдоха (с); пиковая скорость вдоха (мл/с); пиковая скорость выдоха (мл/с); дыхательный коэффициент; частота дыхательных движений (раз/мин); дыхательный объем (мл); минутный объем дыхания (мл); суммарный объем (мл); скорость выдоха в середине выдоха (мл/с), соответствующий 50% выдыхаемого объема; конец паузы вдоха (с); конец паузы выдоха (с); время расслабления. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Origin 2019b, с использованием U-критерия Манна-Уитни и непараметрического дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса (при $p \leq 0,05$).

В ходе экспериментов были получены средние значения дыхательных параметров для мышей контрольной группы и после АОВ. Так время вдоха в контроле составило $0,10 \pm 0,01$ с, после АОВ - $0,21 \pm 0,10$ с; время выдоха соответственно $0,21 \pm 0,01$ и $0,22 \pm 0,02$ с; пиковая скорость вдоха - $0,90 \pm 0,08$ и $1,05 \pm 0,21$ мл/с; пиковая скорость выдоха (мл/с); дыхательный коэффициент - $0,32 \pm 0,01$ и $0,32 \pm 0,02$; частота дыхательных движений - 193 ± 15 и 211 ± 28 раз/мин; дыхательный объем - $0,05 \pm 0,01$ и $0,09 \pm 0,03$ мл; минутный объем дыхания - 10 ± 1 и 16 ± 4 мл; суммарный объем - $5,4 \pm 1,9$ и $6,4 \pm 2,8$ мл; скорость выдоха в середине выдоха $0,50 \pm 0,05$ и $1,05 \pm 0,09$ мл/с; конец паузы вдоха - $0,02 \pm 0,003$ и $0,01 \pm 0,001$ с; показатель использующийся для количественной оценки степени сужения бронхов - $1,8 \pm 0,1$ и $2,4 \pm 0,3$; время расслабления - $0,08 \pm 0,01$ и $0,10 \pm 0,01$ соответственно. Статистически достоверными были увеличение таких параметров как пиковая скорость выдоха и скорость выдоха в середине выдоха (на 58% и 110% соответственно, $p \leq 0,05$).

3. Таким образом, увеличение пиковой скорости выдоха и скорости выдоха в середине выдоха свидетельствуют о изменениях дыхательной функции у мышей после антиортостатического вывешивания, которые могут быть результатом изменений как со стороны регуляции дыхательного центра головного мозга, дыхательных путей, а также и со стороны скелетных мышц и диафрагмы, участвующих в обеспечении акта дыхания.

Исследование проведено в рамках Госзадания.

**ГЛУТАМАТЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ТОНИЧЕСКОГО
ВЫДЕЛЕНИЯ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ
СИНАПСЕ МЫШИ**

Федоров Н. С.^{1,3}, Петров А.М.^{1,2,3}, Маломуж А.И.^{3,4}

(¹Казанский Федеральный университет, Казань;

²Казанский Государственный медицинский университет, Казань;

³Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ

Казанский научный центр РАН, Казань;

*⁴Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**GLUTAMATERGIC REGULATION OF THE ACETYLCHOLINE
TONIC RELEASE IN THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION**

Fedorov N.S.^{1,3}, Petrov A.M.^{1,2,3}, Malomouzh A.I.^{3,4}

(¹Kazan Federal University, Kazan;

²Kazan State Medical University, Kazan;

*³Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan;*

*⁴Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

С помощью методов электрофизиологии и биохимии оценивали уровень тонического выделения ацетилхолина в нервно-мышечном препарате диафрагмы мыши до и после стимуляции двигательного нерва. Получены доказательства выделения агониста глутаматных NMDA рецепторов, активация которых уменьшает спонтанную секрецию ацетилхолина и этот механизм опосредуется ферментом NO-синтаза.

Abstract

Using electrophysiological and biochemical methods, we assessed the level of tonic release of acetylcholine in a neuromuscular preparation of the mouse diaphragm before and after stimulation of the motor nerve. Evidence has been obtained for the release of an agonist of glutamate NMDA receptors, the activation of which reduces the spontaneous secretion of acetylcholine and this mechanism is mediated by the enzyme NO synthase.

Ранее нами было установлено, что аппликация глутамата приводит к снижению тонического выделения ацетилхолина за счет активации пост-синаптических NMDA-рецепторов и увеличения активности NO-синтазы [1,2]. Однако до настоящего момента не было получено веских доказательств эндогенной активации этого механизма регуляции выделения ацетилхолина, что и стало целью настоящего исследования.

Эксперименты проводили на нервно-мышечном препарате диафрагмы мыши. Тоническое выделение ацетилхолина регистрировали методами электрофизиологии и биохимии [3] до и после стимуляции двигательного нерва (3 мин. 20 Гц), когда может иметь место более выраженное выделение глутамата, выступающего в роли ко-медиатора ацетилхолина.

Несмотря на определенную специфику используемых методов регистрации выделения ацетилхолина, полученные экспериментальные результаты продемонстрировали полную аналогию. Так, аппликация глицина, выступающего в роли ко-агониста глутаматных NMDA-рецепторов, снижает уровень тонически выделяемого ацетилхолина. Этот эффект полностью блокируется антагонистом NMDA-рецепторов и ингибитором фермента NO-синтаза. Электрическая стимуляция нерва приводит к снижению уровня тонического выделения ацетилхолина и в данном случае эффект глицина проявляется значительно сильнее, чем до периода стимуляции. Таким образом, получены доказательства как увеличения эндогенного выделения глутамата при стимуляции нерва, так и наличие глутаматергической регуляции тонически выделяемого ацетилхолина в периферическом синапсе млекопитающего.

Поддержано грантом РФФ № 23-25-00330, <https://rscf.ru/project/23-25-00330/>.

Список литературы

1. Malomouzh AI, Mukhtarov MR, Nikolsky EE, Vyskocil F, Lieberman EM, Urazaev AK. Glutamate regulation of non-quantal release of acetylcholine in the rat neuromuscular junction. *J Neurochem.* 2003 Apr;85(1):206-13.
2. Malomouzh AI, Nurullin LF, Arkhipova SS, Nikolsky EE. NMDA receptors at the endplate of rat skeletal muscles: precise postsynaptic localization. *Muscle Nerve.* 2011 Dec;44(6):987-9.
3. Zakirjanova GF, Giniatullin AR, Gafurova CR, Malomouzh AI, Fedorov NS, Khaziev AN, Tsentssevitsky AN, Petrov AM. Effects of cholesterol oxidase on neurotransmission and acetylcholine levels at the mice neuromuscular junctions. *Arch Biochem Biophys.* 2023 Nov;749: 109803.

СИСТЕМА ПИЛАР[5]АРЕН-ОЛИГОНУКЛЕОТИД ПО ДАННЫМ ЯМР, ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Хайрутдинов Б.И.¹, Скворцова П.В.¹, Стойков И.И.²

(¹Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФГБУН "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр РАН", Казань;

²Химический институт им. А.М.Бутлерова Казанского федерального университета, Казань)

PILAR[5]ARENE-OLIGONUCLEOTIDE SYSTEM ACCORDING TO NMR, OPTICAL SPECTROSCOPY AND MOLECULAR DOCKING

Khairutdinov B.I.¹, Skvortsova P.V.¹, Stoikov I.I.²

(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan;

²A.M. Butlerov Chemical Institute, Kazan Federal University, Kazan)

Аннотация

В мире растет интерес к биологическим системам, в которых осуществляется разделение фаз жидкость-жидкость за счет сложных поливалентных взаимодействий биомакромолекул: белки, молекулы ДНК и РНК. Нами показано, что при смешивании олигонуклеотидов и пиллар[5]аренов могут образовываться обособленные фазовые состояния жидкость в жидкости, и эту систему можно использовать в качестве модельной для изучения ее биофизических свойств.

Abstract

There is a growing interest in biological systems in which liquid-liquid phase separation occurs due to complex multivalent interactions of biomacromolecules: proteins, DNA and RNA molecules. We have shown that when mixing oligonucleotides and pillar[5]arenes, separate liquid-in-liquid phase states can be formed, and this system can be used as a model system for studying its biophysical properties.

В живых системах одновременно протекает множество специфических биохимических реакций, требующих различных условий.

Пространственно-временная регуляция биохимических процессов достигается за счет их разделения в клетке, в частности с помощью разнообразных мембранных и безмембранных органелл. Органеллы представляют собой отделенные от окружающей цитоплазмы отсеки, в которых создаются уникальные условия (такие как pH, концентрации ионов, биомакромолекул или других веществ). В живых клетках кроме органелл, ограниченных мембраной обнаружены органеллы, не имеющие мембранной оболочки. Примерами безмембранных органелл являются: ядрышко, центросомы, тельца Кахаля, стрессовые гранулы и Р- гранулы. Безмембранные органеллы или биомолекулярные конденсаты обладают жидкоподобными свойствами и образуются за счет разделения фаз жидкость-жидкость. Такие конденсаты содержат комплекс поливалентных молекул, таких как белки, ДНК и РНК.

Ранее было показано, что поликатионная производная пиллар[5]арена образует комплексы с полианионным олигонуклеотидом ДНК. Методом молекулярного моделирования показано, что в образовании комплекса пиллар[5]арен-олигонуклеотид задействованы 4-5 заряженных групп пиллар[5]арена из 10. Свободные заряженные группы пиллар[5]арена могут взаимодействовать с другими молекулами олигонуклеотида, что способствует образованию супрамолекулярных структур и разделению фаз-жидкость. Предложенная система состоящая из молекул пиллар[5]арена и палиндромного декамера ДНК, может быть использована как модель безмембранных органелл.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00632, <https://rscf.ru/project/23-23-00632/>

**ВЛИЯНИЕ АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ
МУСКАРИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ M5 ПОДТИПА НА СИЛУ
МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ДИАФРАГМЫ МЫШИ**

Федоров Н. С.^{1,3}, Хамидуллина А. А.², Зарипова М. В.¹, Ковязина И. В.^{2,3}

(¹Казанский Федеральный университет, Казань;

²Казанский Государственный медицинский университет, Казань;

³Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ

Казанский научный центр РАН, Казань)

**EFFECTS OF ALLOSTERIC MODULATORS OF MUSCARINIC M5
RECEPTORS ON THE MOUSE DIAPHRAGM CONTRACTILITY**

Fedorov N.S.^{1,3}, Khamidullina A.A.², Zaripova M. V.¹, Kovyazina I.V.^{2,3},

(¹Kazan Federal University, Kazan;

²Kazan State Medical University, Kazan;

*³Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan)*

Аннотация

Исследовали эффекты положительного и негативного аллостерических модуляторов мускариновых холинорецепторов M5 подтипа (соед. VU-0238429 и ML-375) на силу сокращений диафрагмы мыши при прямой и непрямой стимуляции. Полученные данные свидетельствуют о том, что и положительная, и отрицательная модуляция M5 рецепторов вызывает снижение силы сокращений, не связанное с нарушением синаптической передачи.

Abstract

The effects of positive and negative allosteric modulators of muscarinic M5 receptors (compounds VU-0238429 and ML-375) on the force of diaphragm contractions evoked by either direct or indirect stimulation were studied in mice. The data obtained indicate that both positive and negative modulation of M5 receptors causes the decline of diaphragm contractility not associated with a failure of synaptic transmission.

Мускариновые холинорецепторы (мХР) M5 подтипа рассматриваются как перспективные мишени для воздействия фармакологических агентов для лечения ряда нейродегенеративных заболеваний [1]. M5 мХР

присутствуют и в скелетной мышце, где обуславливают нормальный рост и развитие мышечных волокон, формирование синапсов и синаптическую стабильность [2]. Недавно были синтезированы аллостерические положительные и негативные модуляторы M5 мХР (ПАМ и НАМ, соответственно), которые позиционируются как перспективные ноотропы [3], однако пока неизвестно, могут ли эти соединения влиять на состояние скелетных мышц. Целью данного исследования было сравнить эффекты двух M5 агентов - ПАМ (VU-0238429) и НАМ (ML-375) на силу мышечных сокращений. Исследования проводили на изолированных нервно-мышечных препаратах диафрагмы с использованием тензометрической установки SHH Muscle Tester.

Ранее показали, что ПАМ для M5 мХР (1 мкМ) снижает силу мышечных сокращений, и этот эффект не связан с нарушением синаптической функции [4]. В присутствии НАМ (1 мкМ) также наблюдалось снижение силы сокращений, даже при низкой частоте стимуляции (0.5 Гц) – на 23% при прямой стимуляции и на 28% при стимуляции препарата через нерв. Увеличение частоты стимуляции (10-70 Гц) не меняло выраженность эффекта.

Таким образом, эффекты НАМ и ПАМ обусловлены влиянием препаратов непосредственно на мышцу, а не на синаптическую передачу. Эффекты M5 лигандов на одиночные сокращения предполагают воздействие на ранние стадии электромеханического сопряжения, например, на кинетику активации Na^{2+} либо Ca^{2+} каналов. Механизмы, обуславливающие этот эффект, ещё предстоит выяснить.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ Казанский научный центр РАН.

Список литературы

1. Langmead C.J., Watson J., Reavill C. Muscarinic acetylcholine receptors as CNS drug targets. // Pharmacol. Ther. 2008. Vol.117(2). – P. 232-243.
2. Wright, M. C. Distinct Muscarinic Acetylcholine Receptor Subtypes Contribute to Stability and Growth, But Not Compensatory Plasticity, of Neuromuscular Synapses // J. Neurosci. 2009. Vol.29(47). – P. 14942-14955.
3. Bridges, T. M. Discovery of the First Highly M5-Preferring Muscarinic Acetylcholine Receptor Ligand, an M5 Positive Allosteric Modulator Derived from a Series of 5-Trifluoromethoxy N-Benzyl Isatins // J. Med. Chem. 2009. Vol.52(11). – P. 10.1021/jm900286j.
4. Ковязина, И.В. с соавт. Влияние аллостерического модулятора M5 холинорецепторов VU 0238429 на нервно-мышечную передачу в диафрагмальной мышце мыши // Российский физиологический журнал им И.М. Сеченова. 2022. Т. 108. № 1. – С. 98-108.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА КАК ТИП МЕЖКЛЕТОЧНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Черкасов М.В.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ELECTRICAL TRANSMISSION TYPE INTERCELLULAR TRANSMISSION

Cherkasov M.V.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova, senior lecturer

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

Эта статья исследует электрическую коммуникацию в нервной системе через щелевые соединения и электрические поля между нейронами, играющие важную роль в реакции на стимулы. Обсуждается роль щелевых соединений и электрических полей в передаче сигналов и влиянии на активность нейронов.

Abstract

This article examines electrical communication in the nervous system through gap junctions and electrical fields between neurons, which play an important role in response to stimuli. The role of gap junctions and electric fields in signal transmission and influence on neuronal activity is discussed.

1. Introduction

Early observations showed that nerves were necessary for muscle contraction, but the mechanism of this action was unknown. Rene

Descartes' idea of the action of "animal spirits" passing through hollow nerves was refuted. This led to a search for new mechanisms, including the role of electricity, popular in 18th-century medicine. Research has shown that the brain is made up of cells that generate electrical signals, but questions have arisen about the transmission of signals between cells.

Two things are responsible for electrical communication between neurons:

1) It results from low-resistance intercellular pathways called “gap junctions.”

2) Appears if there are no intercellular contacts and is a consequence of extracellular electric fields, which is generated by the electrical activity of neurons.

2. Electric transmission [2, 3]

1) Paul Fatt proposed that electrical currents in neurons can pass directly between cells through gap junctions, allowing electrotonic signaling. Gap junctions allow ions and electrical currents to diffuse between cells, allowing bidirectional signaling. Electrical synaptic potentials can be generated across gap junctions, and their conductance depends on various factors, including voltage and the presence of cytosolic factors. [1]

2) The bottom line is that electrical interactions between neurons play an important role in regulating their functioning. Research shows that electrical currents transmitted through cells can influence rhythmogenesis and neuronal synchronization. The Mauthner cell, as a midbrain neuron, has unique morphological features that support electrical communication. It is also important to note that ephaptic currents generated by neurons can influence the firing patterns of neurons in various structures, including the brain and central nervous system.

3. Conclusion

Electrical currents can pass between neurons through gap junctions, allowing electrotonic signaling. The discovery of ephaptic currents indicates widespread electrical interactions in the nervous system, opening new perspectives for the study of neuroscience.

Bibliography

1. Frontiers [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnmol.2018.00427/full

2. Faber, D.S., Pedera, A.E. Two forms of electrical transmission between neurons // *Sec. Molecular Signalling and Pathways*. 2018. V. 11.

3. Neurotransmission [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Neurotransmission>.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

УДК 533.6, 533.9, 535.3, 537.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Кузьяев А.С.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор

*(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Н.Новгород)*

SIMULATION OF OVERCOMING A PLASMA SHELL SURROUNDING AN AIRCRAFT BY A PLANE ELECTROMAGNETIC WAVE

Kuziaev A.S.

Supervisor: Aleksei S. Raevsky, professor

*(Nizhny Novgorod state technical university named after R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod)*

Аннотация

В работе проводится математическое моделирование прохождения плоской электромагнитной волны при ее нормальном падении через плазменную оболочку, окружающую летательный аппарат, входящий в плотные слои атмосферы. Модель строится на основе аналогии прохождения плоской волны резистивной пластины, аналогии преодоления потенциального барьера, правил геометрической оптики и теории графов. Моделирование и построение графиков проводится в среде MathWorks Matlab 2015.

Abstract

The paper provides mathematical modeling of the passage of a plane electromagnetic wave during its normal incidence through a plasma shell surrounding an aircraft entering the dense layers of the atmosphere. The model is based on the analogy of the passage of a resistive plate by a plane wave, the analogy of overcoming a potential barrier, the rules of geometric optics and graph theory. Modeling and plotting is carried out in the MathWorks Matlab 2015.

Нарушение радиоканала связи с летательным аппаратом, покрытым вследствие взаимодействия с плотными слоями атмосферы плазменной оболочкой, остается предметом активных исследований. В связи с этим возникает необходимость моделирования преодоления плазменной оболочки электромагнитной волной.

В работе проводится математическое моделирование прохождения плоской волны при ее нормальном падении через плазменную оболочку.

Рабочий диапазон частот был выбран 1200 – 1700 МГц, как диапазон работы спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. По данным летных испытаний транспортного средства RAM-C III была выбрана исследуемая высота, толщина плазменной оболочки, концентрация электронов, частота столкновений электронов. На основе указанных данных и значений постоянных была рассчитана частота плазмы и диэлектрическая проницаемость плазменной оболочки. Из решения системы уравнений [1], полученной на основе записи граничных условий для системы воздух-плазма-диэлектрик, и применения теории графов [2] для системы плазма-диэлектрик-проводник была получена амплитуда волны, прошедшей в проводник (далее – A5).

Для иллюстрации на рисунке 1 приведены графики зависимости модуля A5 от частоты при амплитуде падающей волны, равной единице, при разных параметрах диэлектрика: толщина $d = 5$ мм, диэлектрическая проницаемость $\varepsilon_d = 100, 300, 500, 700$; $\varepsilon_d = 100$, $d = 5$ мм, 10 мм, 15 мм, 20 мм.

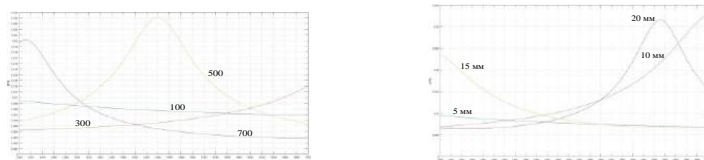


Рис. 1 – Результаты моделирования

На графиках видны резонансы, положение которых определяется параметрами диэлектрика. Подобрав нужные параметры, а также исследовав влияние параметров плазмы, можно сконструировать приемную систему для преодоления плазменной оболочки.

Список литературы

1. Илларионов Ю.А., Раевский А.С., Раевский С.Б., Седаков А.Ю. Устройства СВЧ- и КВЧ- диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технология изготовления. – М. Радиотехника, 2013, – 751 с.
2. Семёнов Н.А. Техническая электродинамика. Учебное пособие для вузов. М., Связь, 1973. – 480 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Закиров А.Ф., Салахов Р.Р.

Научный руководитель: Ермаков Андрей Михайлович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

NUMERICAL SIMULATION OF PASSIVE COOLING OF ELEC- TRONICS

Zakirov A.F., Salakhov R.R.

Supervisor: Andrey M. Ermakov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается повышение эффективности охлаждения электроники при помощи пассивного охлаждения. Проведено численное моделирование и анализ трех вариантов конструкций радиаторов пассивного охлаждения. Выбрана наиболее эффективная конструкция.

Abstract

The article discusses improving the cooling efficiency of electronics using passive cooling. Numerical modeling and analysis of three design options for passive cooling radiators was carried out. The most efficient design has been selected.

1. Введение

Электронные устройства требуют поддержания температуры на заданном уровне для сохранения работоспособности. Превышение температуры ведет к негативным воздействиям и перебоям в работе.

2. Математическая моделирование

Математическое моделирование проводилось методом CFD. В качестве граничных условий задана температура чипа в нижней части пассивного радиатора 80 °С. Температура окружающего воздуха 20 °С. Материал радиаторов алюминий.

Рассмотрено три наиболее часто встречающиеся конструкции радиаторов: радиальная лучевая, линейная и спиральная, диаметры и высота радиатора одинаковые для трех конструкций.

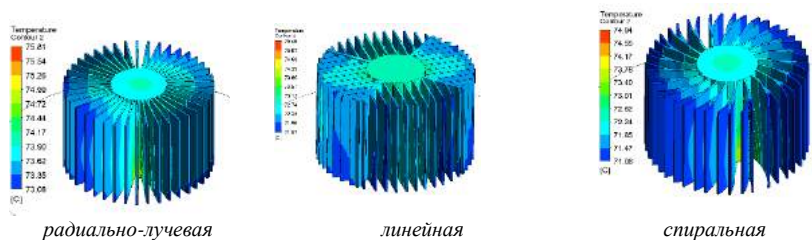


Рис. 1 – Температура на поверхности радиатора.

Для радиальной конструкции тепловой поток составляет 16,78 Вт, для линейной – 19,13 Вт, а для спиральной – 21,09 Вт.

Кроме того, следует отметить, что в случае линейной конструкции, по сравнению с радиально-лучевой масса увеличивается на 0,38 %, а в случае спиральной конструкции уменьшается на 8,07 %.

3. Заключение

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что изменение конструкции радиатора может увеличить теплосъем на 14 % в случае перехода на линейную конструкцию и на 25,6 % в случае применения спиральной конструкции. Прогрев радиатора хороший благодаря теплопроводности материала, а наибольшее влияние оказывает организация потока в радиаторе и структура ребер. Наиболее перспективная спиральная конструкция, как с точки зрения тепловой эффективности, так и затрат материала.

Благодарности: «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00373, <https://rscf.ru/project/22-19-00373/>»

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ**

Юртунбаев Д.Р., Егоров Г.И.

Научный руководитель: Никишина Г.В., к.т.н.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**SOFTWARE DEVELOPMENT FOR AN AUTOMATED OBJECT DE-
TECTION SYSTEM**

Yurtunbaev D.R., Egorov G.I.

Supervisor: Nikishina G.V.

*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается разработка программного обеспечения по распознаванию различных объектов на основе одноплатного компьютера Raspberry Pi с модулем камеры. Представлен алгоритм работы программного обеспечения, исследованы различные области применения данной технологии.

Abstract

The article discusses the development of software for recognizing various objects for a Raspberry Pi single-board computer with a camera module. The functional scheme of the software is presented, various fields of application of this technology are investigated.

1. Введение

Машинное зрение – технология, разработанная для обеспечения автоматического распознавания объектов на основе ряда изображений. В данной работе вместо ряда изображений используется видеопоток, получаемый с модуля камеры и обрабатываемый одноплатным компьютером Raspberry Pi. Технология распознавания различных объектов на данный момент не имеет широкого распространения в отечественной экономике и про-

мышленности. Таким образом, возникает необходимость в создании обучающей выборки, которая включает в себя данные о состоянии того или иного объекта [1].

2. Разработка программного обеспечения

При разработке автоматизированной системы предложен вариант применения Raspberry Pi в силу технических характеристик данного одноплатного компьютера. Оперативная память объемом 8ГБ и 4-ядерный процессор обеспечат достаточную скорость обработки изображения принимаемого с модуля камеры.

С учетом поставленной задачи был предложен следующий алгоритм для написания программного обеспечения: считывание кадра с модуля камеры, уменьшение объема кадра с целью уменьшения скорости обработки, вычисление цвета объекта по прохождению цикла определения тонов насыщенности и яркости объекта, вычисление фигуры объекта по прохождению цикла определения контура объекта.

Результат работы программного обеспечения представлен на рисунке 1.



Рис. 1 – Результаты определения объектов

3. Заключение

Результатом работы стало определения цвета и формы заданных объектов. Широкое распространение данной технологии в промышленности позволит эффективно автоматизировать процесс определения того или иного объекта, улучшить точность, скорость и надежность работы всего производства.

Список литературы

1. Гайсин, Н. Р. Нейросетевая модель для диагностики критических режимов работы водородного топливного элемента / Н. Р. Гайсин, Е. С. Денисов // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике

: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции, Чебоксары, 05 июня 2020 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. – С. 131-132.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ МРПТ-КОНТРОЛЛЕРОВ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Савинов Д.А.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

LABORATORY STAND FOR STUDYING THE PRINCIPLES OF OPERATION OF MPPT CONTROLLERS FOR SOLAR PANELS

Savinov D.A.

Supervisor: Evgeniy Sergeevich Denisov, associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Для повышения эффективности работы солнечных батарей используются модули отслеживания точки максимальной мощности (Maximum Power Point Tracking, МРПТ). В этой работе предложен лабораторный стенд для изучения принципов работы и основных характеристик МРПТ-контроллера и функциональных возможностей элементов, используемых в нем.

Abstract

To improve the efficiency of solar panels, Maximum Power Point Tracking (MPPT) modules are used. In this work, a laboratory bench is proposed to study the operating principles and main characteristics of the MPPT controller and the functionality of the elements used in it.

МРПТ-контроллеры [1] выполняют ключевую роль в повышении эффективности солнечной энергетики, поскольку позволяют получать максимальную мощность при изменении облачности, температуры и других погодных условий. Для изучения принципов работы, основных характеристик и алгоритмов управления был разработан специализированный обучающий стенд.

В качестве микросхемы-преобразователя был выбран LT8611 от компании Analog Devices, Inc., который представляет собой управляемый

синхронный понижающий стабилизатор с диапазоном входных напряжений от 3.4 В до 42 В, максимальным током 2.5 А и током покоя 2.5 мкА.

Принципиальная схема и печатный узел лабораторного стенда с микроконтроллерным управлением приведены на рисунке 1.

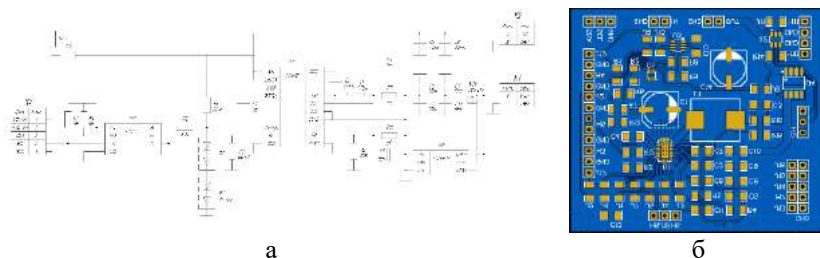


Рис. 1 – Принципиальная схема (а) и печатная плата (б) лабораторного стенда

Подключение солнечной панели осуществляется к выводам GND и IN, литий-ионной батареи для зарядки - к GND и OUT. Подключение к микроконтроллеру для управления отслеживанием MPPT по I2C осуществляется через выводы SDA и SCL.

В заключение можно сказать, что предложенный лабораторный модуль предоставляет широкие возможности для исследования MPPT-контроллеров солнечных панелей и исследования вопросов сопряжения с системами заряда, управления и контроля электрохимических источников энергии [2, 3].

Список литературы

1. Bendib, B. A survey of the most used MPPT methods: Conventional and advanced algorithms applied for photovoltaic systems / B. Bendib, H. Belmili, F. Krim // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – V. 45. – P. 637-648.
2. Denisov, E. Electrochemical Power Sources Relaxations Related with Step-like Load Variation / E. Denisov, G. Nikishina, A. Demidov // *Proceedings - 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2020, 14–15 May 2020*. – Yekaterinburg, 2020. – P. 230-233.
3. Контроль и прогнозирование критических режимов работы водородных топливных элементов в процессе эксплуатации на основе искусственных нейронных сетей / Е.С. Денисов, Н.Р. Гайсин, Т.П. Никишин, Н.А. Адьютантов // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. – 2021. – № 12. – С. 11-16.

УСИЛИТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Румянцев П.В.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASURING SIGNAL AMPLIFIERS

Rumyantsev P. V.

Supervisor: Igor A. Gorbunov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье представлен обзор и сравнительный анализ различных моделей усилителей, используемых для усиления измерительных сигналов с различных измерительных датчиков. Были исследовали достоинства и недостатки каждой из представленных моделей

Abstract

This article provides an overview and comparative analysis of various amplifier models used to amplify measuring signals from various measuring sensors. The advantages and disadvantages of each of the presented models were investigated.

1 Введение

Усилитель измерительного сигнала - это устройство, которое усиливает слабый сигнал, поступающий от измерительных датчиков или других приборов. Усилители измерительных сигналов играют ключевую роль в измерительной технике, обеспечивая усиление слабых сигналов, поступающих от различных датчиков для дальнейшей обработки.

2. Анализ достоинств и недостатков различных усилителей на различных

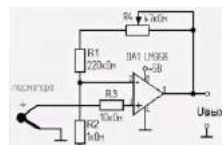


Рис. 1 – Применение усилителя LM358 в термопаре [1]

измерительных устройствах и выбор оптимального по соотношению цена-качество-простота

Операционный усилитель LM358:

К достоинствам данного усилителя можно отнести [1]: высокие коэффициент усиления и полоса пропускания, простота настройки.

Недостатки усилителя: чувствительность к шуму и помехам [2], ограниченный диапазон напряжений

Инструментальный усилитель AD624:

Достоинства усилителя [2]: низкий уровень шума, высокая линейность, высокая точность усиления, высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала.

Недостатки: высокое потребление энергии [2], небольшой рабочий диапазон, высокая стоимость по сравнению с более простыми усилителями

3. Заключение

Были рассмотрены два усилителя измерительного сигнала, используемые для обработки данных с трех различных датчиков. Были определены достоинства и недостатки каждого усилителя, и исходя из них можно прийти к выводу, что выбор усилителя для измерительного сигнала зависит от многих факторов, включая требуемую точность измерений, бюджет и других параметров.

Наиболее оптимальным по соотношению цена-качество-простота среди усилителей AD624 и LM358 можно считать операционный усилитель LM358. LM358 обладает хорошим соотношением цена-качество, так как он является одним из наиболее доступных и широко распространенных усилителей на рынке. Он также очень прост в использовании. Инструментальный усилитель AD624 подойдет для случаев, когда необходима высокая точность.

Список литературы

1. Д. Е. Полонников. Операционные усилители. Принципы построения, теория, схемотехника./ Д. Е. Полонников. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 216 с.
2. Пейтон, А. Д., Аналоговая электроника на операционных усилителях/ А. Д. Пейтон, В. Волш. – Москва: Бином, 1994. – 352 с.

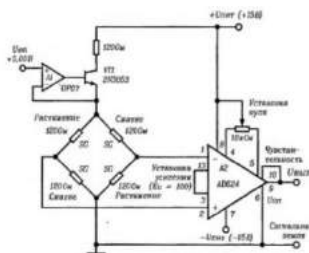


Рис.2 – Применение AD624 для усиления сигналов мостового тензодатчика [2]

СТЕНД ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ РАДИОСИСТЕМ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АДРЕСАЦИЕЙ

Буткевич Ю.Р.¹, Логинов С.С.¹, Яруллин Р.Р.²

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич д.т.н., профессор
(¹*Казанский национальный исследовательский технический университет*

им. А.Н. Туполева – КАИ

²*АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко»2, г. Казань)*

THE SEMI-NATURAL TEST BENCH ENSURES THE OPERATION OF ASYNCHRONOUS RADIO SYSTEM WITH SPATIAL ADDRESSING

Butkevich Yu.R.¹, Loginov S.S.¹, Yarullin R.R.²

Supervisor: Sergey S. Loginov, professor

(¹*Kazan National Research Technical University named after A.N.*

Tupolev – KAI,

²*JSC «SPA «Radioelectronics» named after V.I. Shimko», Kazan)*

Аннотация

В статье предложена схема стенда полунатурного моделирования условий функционирования асинхронных радиосистем с пространственной адресацией. Описан принцип работы данной схемы и основных блоков, входящих в ее состав

Abstract

The article proposes a diagram of a stand for semi-natural modeling of the operating conditions of asynchronous radio systems with spatial addressing. The operation principle of this circuit and the main blocks included in it are described.

Задача разработки стенда полунатурного моделирования является актуальной при разработке новых передатчиков и приемников, так как данный стенд позволяет смоделировать различные тактические ситуации [1].

Целью работы является разработка стенда полунатурного моделирования условий функционирования асинхронных радиосистем с пространственной адресацией.

Предложена схема стенда полунатурного моделирования условий функционирования асинхронных радиосистем с пространственной адресацией (см. рис.1)

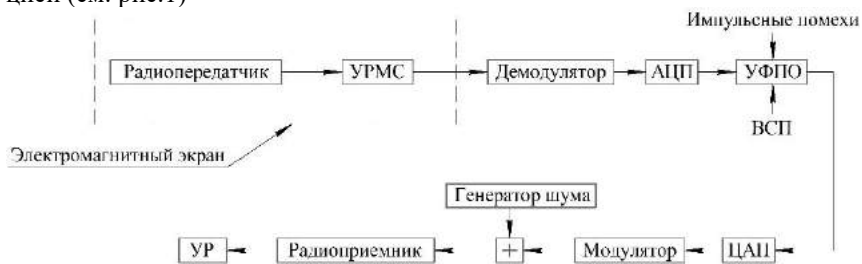


Рис. 1 – Структурная схема полунатурного моделирования

На предложенной схеме указаны: УРМС – устройство регулирования мощности сигнала, УФПО – устройство формирования помеховой обстановки, ВСП – внутрисистемный поток сигналов, УР – устройство регистрации.

Данная схема позволит смоделировать условия взаимодействия многочисленных радиопередатчиков (ВСП) на радиоприемник при различных помеховых обстановках, таких как воздействие импульсных помех, а также воздействие аддитивного белого гауссовского шума.

Формирование сигнально-помеховой обстановки происходит на частотах обработки информации. Данный подход позволяет производить обработку сигналов с более низкой частотой дискретизации, что увеличивает скорость формирования помеховой обстановки и позволяет хранить больше разнообразных сигналов ВСП и импульсных помех.

Таким образом, предложенная схема позволяет смоделировать условия, при которых на приемник поступает аддитивная смесь основного сигнала и помех, что позволяет проанализировать радиоприемник на предмет борьбы с помехами. Данный анализ позволит откалибровать или модернизировать радиоприемник.

Список литературы

1. Полунатурное моделирование радиотехнических систем : учебное пособие / А. Б. Герасимов, А. Н. Кренёв, Е. А. Селянская ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2014. – 128 с.

НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ CUBESAT.ПРИЕМНЫЙ ТРАКТ

Матвеев В.И.

Научный руководитель: Васильев Игорь Иванович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CUBESAT SATELLITE COMMUNICATION GROUND STATION. THE RECEIVING TRACT

Matveev V.I.

Supervisor: Igor I. Vasilev, assistant professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается процесс разработки наземного приемного тракта искусственного спутника Земли под формат спутника CubeSat 3U. Будут рассмотрены различные аспекты, и проблемы, с которыми пришлось столкнуться в процессе разработки, как их решали, а также результаты и рекомендации, которые получены в результате разработки.

Abstract

In this paper, the process of developing a ground-based receiving path of an artificial Earth satellite for the CubeSat 3U satellite format is considered. Various aspects and problems that had to be faced during the development process, how they were solved, as well as the results and recommendations that were obtained as a result of the development will be considered.

1. Введение

В начале 2023 года ИРЭФ-ЦТ КНИТУ-КАИ, и СУНЦ Инженерный лицей-интернат КНИТУ-КАИ начинают разработку второго спутника, который будет наследовать имя предшественника и будет называться “КАИ-2”. Новый спутник, как и первый, будет оснащен волоконно-оптической измерительной системой и фотокамерой. Однако будет и отличие от первого, “КАИ-2” будет иметь возможность обмена информации с любым радиолюбителем, прошедшим определенную верификацию.

2. Разработка проекта

Разработка наземного тракта включала в себя моделирование схемы в системе автоматизированного проектирования, сборки на готовых элементах и тестирования готового изделия.

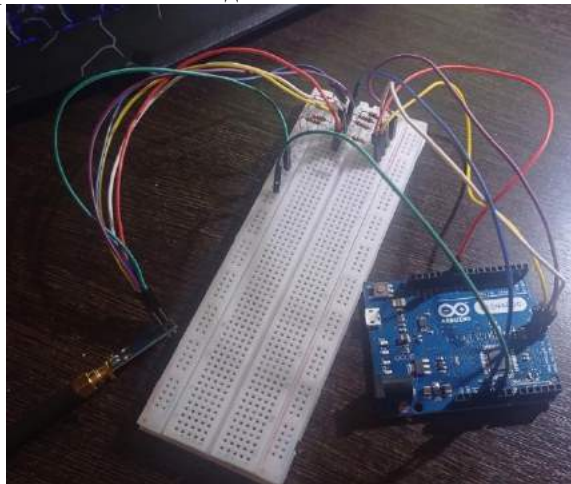


Рис.1 – Макет одного из приемников

Финальным этапом будет проверка приемного тракта на шумы, дальность приема, а также подготовка к приему со спутника.

**РАЗРАБОТКА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ КОНТРОЛЛЕРА
УПРАВЛЕНИЯ РПН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА
АНАЛОГОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Ламеко А.В.

Научный руководитель: Евдокимов Ю.К., д.т.н., профессор
Языковой консультант: Крылова А.С., к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**DEVELOPMENT OF THE FRONT PANEL OF THE RPN CONTROL
CONTROLLER USING ANALOG MODELING METHOD**

Lameko A.V.

Supervisor: Yuriy K. Evdokimov, professor
Language advisor: Krylova A.S., ass. professor
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev –KAI, Kazan*)

Аннотация

Статья посвящена разработке лицевой панели контроллера управления РПН, основываясь на внешнем виде и функциональности аналогичных систем. В работе представлены результаты исследований, проведенных для создания эффективного и удобного средства управления электроприводом силового автотрансформатора.

Abstract

The paper is devoted to the development of the front panel of the tap changer control controller based on the appearance and functionality of similar systems. The paper presents the results of research conducted to create an effective and convenient means of controlling the electric drive of a power autotransformer.

1. Introduction

This research paper aims to enhance the front panel design of the on-load tap-changer controller, a device essential for adjusting electrical loads in modern automation systems [1]. The current panels have poor user interfaces, hindering data input and parameter control. Thus, creating a more user-friendly front panel is

crucial.

2. Main part

Before starting the development of our own front panel design, we analyzed analog front panels of controllers, such as M-6200A, SEL 2431, VDT-IE-20-01 (Fig.1 a-c). During the analysis, the features and functionality of each of these panels were studied. This allowed highlighting their advantages and disadvantages, as well as identifying customer requirements and desires.

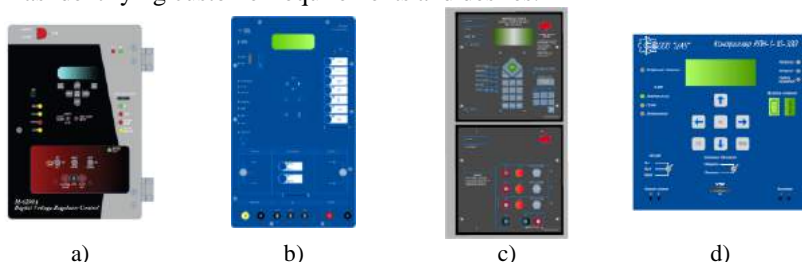


Fig. 1 – Front panels of the control controller: M-6200A (a), SEL-2431 (b), VDT-IE-20-01 (c), Controller RPN-1-10-300 (d)

Analyzed data led to a sleek front panel design for the "Controller RPN-1-10-300" (Fig.1 d) that integrates functionality, ergonomics, and aesthetics. It offers user-friendly controls, ample information elements, and indicators for effective parameter monitoring and control [2].

All design drawings of the control controller faceplates were developed using the computer-aided design system "Compass-3D".

3. Conclusion

The upgraded controller faceplate for the power autotransformer's electric drive offers sleek design, well-organized layout, and versatility for operator comfort and efficiency. Analog modeling ensures interface ergonomics are considered, resulting in optimal performance. Overall, the enhanced controller front panel significantly improves the power autotransformer drive control system.

References

1. Климовский, А.Б. Разработка средств автоматизации проектирования лицевых панелей электронных средств / А.Б. Климовский, В.А. Морозов // Сборник материалов 54-й научно-технической конференции : в 3 ч.. Том Часть 1.. — Ульяновск: УлГТУ, 2020. — С. 181-184.
2. Тогузов, А.С. Система управления однофазового автотрансформатора с дискретным регулированием напряжения / А.С. Тогузов, А.В. Ламеко // Международная научно-практическая конференция «Нигматуллинские чтения — 2023» . — Казань:КНИТУ-КАИ, 2023. — С. 276-279.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕННЫХ ОТ ВИНТОВ ВЕРТОЛЕТА СИГНАЛОВ АСИНХРОННЫХ РАДИОСИСТЕМ

Буткевич Ю. Р.¹, Катин Р. А.², Фролов И.Н.¹

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко», г. Казань.

²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODELING OF THE SIGNAL OF ASYNCHRONOUS RADIO SYSTEMS REFLECTED FROM HELICOPTER ROTORS

Butkevich Y.R.¹, Katin R.A.², Frolov I.N.¹

Supervisor: Loginov Sergey Sergeevich, professor

(¹AO «NPO «Radioelektronika» named after V. I. Shimko», Kazan.

²Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Исследуется возможность использования модифицированной модели радиосигнала, отраженного от несущего винта вертолета, для оценки формы сигналов асинхронных радиосистем.

Abstract

The possibility of using a modified model of a radio signal reflected from a helicopter rotor to estimate the shape of signals of asynchronous radio systems is investigated.

1. Введение

Исследование влияния отраженных от винтов вертолетов сигналов на средства асинхронных радиосистем является важной для практики задачей. Предложенная в [1] теоретическая модель отраженного радиосигнала от несущего винта вертолета предполагает использование монохроматического зондирующего сигнала. Задачей данной работы является анализ возможности использования модели [1] для сигналов асинхронных радиосистем. При этом предложено в качестве модели комплексной огибающей сигнала использовать периодическую последовательность видеоимпульсов.

2. Постановка задачи

Параметры видеоимпульса: длительность – 0.5 мкс, период следования – 2 мкс. Импульс раскладывается в спектр с ограничением полосы частот от 0 до 20 МГц и шагом между гармониками 480 кГц. Комплексная огибающая (КО) отраженного от винтов видеоимпульса определяется как суперпозиция гармоник исходного разложения с учетом их амплитудных и фазовых соотношений.

3. Моделирование сигнала, отраженного от несущего винта

С целью апробации предлагаемой модифицированной модели проведен вычислительный эксперимент в среде MATLAB. Из полученных результатов следует, что КО суммарного сигнала имеет увеличенную амплитуду (рис. 1, б) относительно КО сигнала одной гармоники (рис. 1, а) из-за сложений сигналов между собой в фазе или противофазе в конкретный момент времени. Период пиков модулирующего сигнала сохраняется.

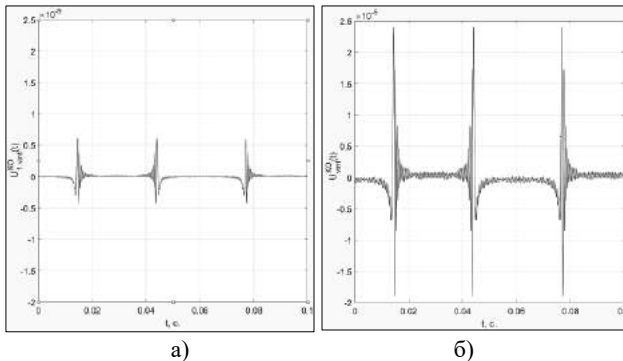


Рис. 1 – Результаты моделирования реальной части комплексной огибающей видеоимпульса, отраженного от несущего винта вертолета: а – монохроматическая модель; б – модель на основе разложения в ряд Фурье

4. Заключение

Из полученных результатов можно сделать вывод, что предложенная модель применима для оценки формы отраженного сигнала для асинхронных радиосистем. В модифицированной модели сохраняются периоды пиков сигналов, отраженных от винтов вертолета, в то же время изменяются амплитуды комплексной огибающей.

Список литературы

1. Plotnitskaya E.S., Veremyev V.I., Vorobev E.N. / Theoretical model of the signal reflected from helicopter rotating blades //Reports of the 22nd international conference DSPA-2020, sec. 4.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА (КАЛИБРОВКА) ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE

Грачев В.А., Крашенинникова Е.А.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич, д.ф.-м.н, профессор
(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, Н.Новгород)

DESIGNING AND CONFIGURING (CALIBRATION) FILTERS FOR BUILDING LTE BASE STATION DIPLEXERS AND MULTIPLEXERS

Grachev V.A., Krasheninnikova E.A.

Scientific supervisor: Alexey Sergeevich Raevskii, professor
(Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod)

Аннотация

Данная работа посвящена проектированию и настройке фильтров, которые используются в диплексерах и мультиплексерах базовых станций LTE. В данной статье рассматриваются возможные подходы к реализации фильтра, а также способ настройки этого фильтра.

Abstract

This work is devoted to the design and configuration of filters that are used in LTE base station diplexers and multiplexers. This article discusses possible approaches to implementing the filter, as well as how to configure this filter.

1. Введение

Фильтр — это двухпортовое устройство, основной задачей которого является выбор/отклонение определенной полосы частот [1]. В связи с ростом числа базовых станций и усовершенствованиями систем сотовой связи, это привело к ужесточению требований к фильтрам и диплексерам, используемым на базовых станциях, поэтому требуются новые опции для улучшения этих устройств.

2. Проектирование и метод настройки фильтра

В работе было проведено моделирование конструкции полосового коаксиального фильтра диапазона 3,3ГГц-3,6ГГц с помощью программы

HFSS, а также экспериментальное исследование с помощью опытного образца.

Основной метод настройки в частотной области фильтра заключается в измерении отклика параметров S11 и S21. Настройка фильтра осуществляется за счет изменения длины регулировочных винтов. Настройка винтов происходит до тех, пор пока не будет получена наилучшая характеристика АЧХ.

Суть метода настройки заключается в том, что регулировочные и соединительные винты настраиваются пошагово, начиная с центральных винтов, для получения необходимой полосы пропускания фильтра. Затем настраиваем регулировочные винты у входа и выходы, переходя постепенно к центральным винтам. Все это необходимо для того, чтобы получить провалы в частотной области характеристики S11. Провалы точно соответствуют каждому резонатору в фильтре.

На рисунке 1 представлен результат настройки полосового фильтра.

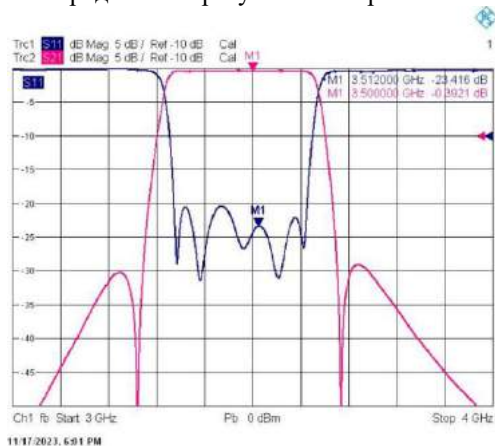


Рис. 1 – Результаты настройки фильтра

3. Заключение

В работе представлены результаты проектирования фильтра, а также получен готовый алгоритм настройки фильтров. Представленные результаты, могут показать и объяснить процесс проектирования резонаторного фильтра. Алгоритм настройки фильтра может улучшить понимание метода его настройки, а также сократить время на его настройку.

Список литературы

1. Sabate D. Characterization and modeling of a coaxial cavity quadruplet based filter for mobile phone LTE-2 band - 2016. - 3 p

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ПОМОЩЬЮ ТРЕХОСЕВОГО
АКСЕЛЕРОМЕТРА И ДВУХОСЕВОГО ГИРОСКОПА**

Ягудина Э.Р.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR DETERMINING THE MOBIL-
ITY OF LARGE HORNED LIVESTOCK USING A THREE-AXIS AC-
CELEROMETER AND A TWO-AXIS GYROSCOPE.**

Yagudina E.R.

Scientific supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлена технология мониторинга подвижности крупного рогатого скота, реализованной на основе трехосевого акселерометра и двухосевого гироскопа.

Abstract

The article presents a technology for monitoring the mobility of large horned livestock implemented based on a three-axis accelerometer and a two-axis gyroscope.

Крупный рогатый скот является важным компонентом сельского хозяйства, и его здоровье напрямую влияет на производительность фермы. Важным аспектом здоровья крупного рогатого скота является их подвижность. Для эффективного отслеживания предлагается разработать устройство мониторинга подвижности крупного рогатого скота с помощью трёхосевого акселерометра и двухосевого гироскопа [1].

Для сбора основной информации о подвижности крупного рогатого скота будут задействованы два ключевых устройства: двухосевой гироскоп и трехосевой акселерометр. Эти устройства позволят собирать данные в реальном времени, которые затем будут переданы на цифровой процессор

движения для последующей обработки. Обработка включает в себя преобразование сырых данных с датчиков в физические величины, оценку ориентации, обнаружение движения и фильтрацию для получения более точных результатов. Обработанные данные затем передаются через буфер обмена для предотвращения потери информации и обеспечения стабильной работы системы [3].

Все описанные выше процессы включают использование датчика MPU-6050. Это устройство представляет собой сенсор, который измеряет ускорение и угловую скорость объекта наблюдения в пространстве, обрабатывает полученные данные в цифровом формате и передает их на микроконтроллер через интерфейсную схему, которая необходима для обеспечения взаимодействия с другими устройствами или микроконтроллерами.

Микроконтроллер, на основе полученных данных от датчика MPU-6050, принимает окончательное решение о текущем состоянии подвижности объекта. Это позволяет непосредственно отслеживать необычную активность и принимать соответствующие решения о его состоянии в текущий момент времени [2].

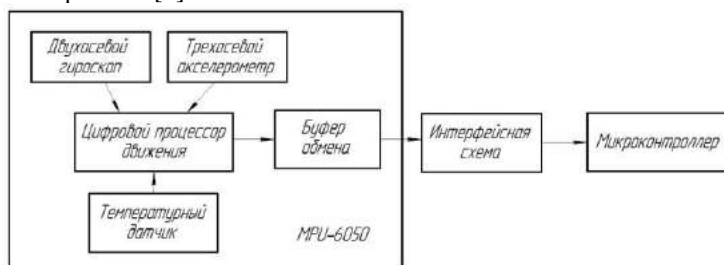


Рис. 1. Схема блока управления

Преимуществом данной системы является её способность непрерывно отслеживать движения животных в реальном времени, что способствует оперативному реагированию на изменения и улучшает условия их содержания.

Список литературы

1. Smith, J. "Application of accelerometer-based technologies for monitoring animal behavior and health: a review." *Animal Welfare* – 2018. - № 27(4). – С.399-414.
2. Deepbluembedded [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deepbluembedded.com/mpu6050/>. – Дата доступа: 26.03.2024.
3. Components [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://components101.com/sensors/>. Дата доступа: 26.03.2024.

УДК 621.3, 616.2

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРА ДЫХАНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ ПИКФЛОУМЕТР И СПИРОМЕТР

Юзикеев Д.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT BREATHING MONITOR, IN- CLUDING A PEAK FLOW METER AND A SPIROMETER

Yuzikeev D.S.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается прибор, позволяющий совершать искусственное дыхание пациенту неподготовленным пользователем.

Abstract

This article discusses a device that allows artificial respiration to be performed on a patient by an untrained user.

1. Введение

Прибор является модернизированной версией ручного аппарата ИВЛ. Он будет представлять собой устройство на базе микроконтроллера STM32L433CCT6 с дисплеем ILI9341.

Трубка будет оснащена датчиком на основе платинового резистора NTHS0603N02N1002JE для определения объема поступающего воздуха. Принцип действия датчика заключается в измерении скорости воздуха в потоке, будет осуществляться сравнением температур двух терморезисторов - находящегося в тепловом равновесии с окружающим воздухом R_{to} и нагреваемого R_{tv} калиброванным током, также в трубке необходимо предусмотреть щели для ламинирования потока и сохранения измеряемого объема воздуха в минуту. Питание будет осуществляться аккумуляторной батареей 3,7В [1].

Помимо основной функции устройство включает в себя функции

пикфлоуметра и спирометра.

Пикфлоуметр позволяет исследовать пиковую скорость выдоха (ПСВ). Что позволит вовремя обнаружить и измерить сужение бронхов [2].

А функция спирометра применяется для определения дыхательной способности легких, их объема.



Рис. 1 – Чертёж прототипа устройства

2. Преимущества и недостатки

Преимущества устройства:

- Компактность
- Автономность (питание от батареи)
- Управление сенсором дисплея

Недостатки устройства:

- Необходимость периодичной замены батареи
- Необходимость замены трубки-датчика после каждого пациента

3. Заключение

Устройство позволяющее совершать искусственное дыхание очень востребовано в нынешнее время, поскольку большинство людей не умеют правильно оказывать первую медицинскую помощь до приезда врачей. Устройство позволит вовремя обнаружить или даже предотвратить многие заболевания дыхательных путей.

Список литературы

1. Ю.А. Панфилов, В.А. Луняков. Спирометрия в клинической практике // Земский врач. – 2017. – №1. – С.21-26.
2. Н.М. Ненашева Что такое пикфлоуметрия, кому и зачем она -нужна // Астма и аллергия. – 2014. – №3. – С.17-19.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАДИОЛОКАЦИИ

Щеглов А.В.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

USING PHOTON TECHNOLOGY IN RADAR LOCATION

Shcheglov A.V.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе излагается возможное применение устройств на основе радиофотоники в системах радиолокации. И возможные методы реализации совместной работы двух технологий.

Abstract

This paper outlines the possible applications of radiophotonics-based devices in radar systems. And possible methods for implementing the joint work of the two technologies.

В настоящее время радиолокационные станции (РЛС) в своем развитии приблизились к принципиальным физическим ограничениям. Традиционная радиоэлектронная аппаратура практически не способна обеспечить режим радиовидения и автоматического распознавание целей в реальном масштабе времени, причина этому – аппаратура не может обеспечить полноценное функционирование широкополосных сканирующих антенных решеток [1].

Основополагающим для дальнейшего развития данных систем является поиск новых подходов к построению радиолокационных средств [2]. Один из таких – это внедрение радиофотонных технологий, использующих в качестве носителя информации световой сигнал. Основным преимуществом данной технологии является – высокая информативная емкость, большая скорость передачи.

УДК 681.586.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ И КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ
СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСОВ ИОДИДА МЕДИ С 10-
(ПАРАФТОРФЕНИЛ)ФЕНОКСАРСИНОМ - НОВОГО
ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МАТЕРИАЛА СО
СВЕЧЕНИЕМ
В "ЗЕЛеноЙ" ОБЛАСТИ СПЕКТРА**

Колоколова А. Д.

Научный руководитель: Добрынин Алексей Борисович, к.х.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**RESEARCH OF MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURE OF
COPPER IODIDE COMPLEXES WITH 10-(PARA-FLUOROPHENYL)
PHENOXARSINE - A NEW PROMISING LUMINESCENT MATERIAL
WITH LUMINESCENCE IN THE "GREEN"
REGION OF THE SPECTRUM**

Kolokolova A.D.

Supervisor: Alexey B. Dobrynin,
(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается исследование методом рентгеноструктурного анализа двух комплексов иодида меди с 10-(парафторфенил)феноксарином, выявление их люминесценции и применение этого материала в OLED технологии.

Abstract

The article discusses the X-ray diffraction analysis of two complexes of copper iodide with 10-(parafluorophenyl)phenoarsin, the detection of their luminescence and the use of this material in OLED technology.

1. Введение

Органические светодиодные дисплеи (OLED) - это тип дисплеев, использующих органические светодиоды для создания изображения. В по-

следние годы технология OLED сделала большой прорыв в области дисплейных технологий[1].

2. Выявление люминесценции материала.

В данной работе анализируется два комплекса иодида меди с 10-(парафторфенил)феноксарсином для применения его в создании OLED дисплея.

Для получения цветного изображения на OLED дисплее применяют несколько технологий, одна из них – конверсия коротковолнового излучения. Конверсия коротковолнового излучения происходит из-за преобразования голубого излучения эмиттеров в длинноволновое, при этом зеленый, синий и красный цвета остаются неизменными [2].

Методом рентгеноструктурного анализа мы исследовали данные комплексы. В одном случае образуется комплекс с иодидом меди Cu₂I₂, а в другом случае – с иодидом меди Cu₄I₄ (Рис. 1).

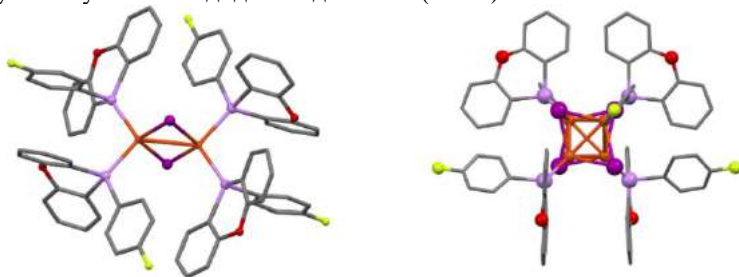


Рис. 1 – Комплекс с иодидом меди Cu₂I₂ и Cu₄I₄

3. Заключение

Комплекс 10-(парафторфенил)феноксарсина с иодидом меди Cu₄I₄ обладает люминесцентными свойствами со свечением в «зеленой» области спектра. В данной работе были исследованы молекулярные и кристаллические структуры данных комплексов, выяснены вероятные причины люминесценции только в комплексе с иодидом меди.

Список литературы

1. Подлесный А.О. Органические светодиоды как средство создания дисплеев нового поколения / А.О. Подлесный, О.С. Полякова // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2013. – № 4. – С.101-104.

2. Романова И. Органические светодиоды. Новые материалы, новые технологии / И. Романова // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2012. – № 6. – С. 50-56.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гайнетдинов И.Р.

Научный руководитель: Кирсанов Александр Юрьевич, к. т. н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

LABORATORY BENCH FOR STUDYING THE DYNAMICAL PROPERTIES OF CONTROL SYSTEMS

Gaynetdinov I.R.

Supervisor: Alexander Yu. Kirsanov, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлен автоматизированный стенд для изучения динамических свойств систем регулирования. В качестве объекта регулирования используется двигатель постоянного тока. Благодаря конструктивным особенностям стенда обеспечена возможность решения как одной из классических задач по регулированию скорости вращения ротора двигателя, так и изучению свойств дробных регуляторов.

Abstract

The paper presents an automated stand to study the dynamic properties of control systems. A DC motor is used as a control object. Thanks to the design features of the stand, it is possible to solve both one of the classical problems of regulating the speed of rotation of an engine rotor, and to study the properties of fractional regulators.

1. Введение

В подавляющем большинстве случаев современные системы регулирования и управления являются цифровыми. То есть, для обработки измерительной информации и формирования управляющих воздействий может использоваться как обычный персональный компьютер, так и специализированный контроллер [1]. Другая особенность современных мехатронных систем заключается в использовании математического аппарата дробного

интегрирования и дифференцирования для построения более точной математической модели объекта регулирования. Это, в свою очередь, требует использование и регуляторов со звеньями дробного порядка.

2. Структурная схема стенда

На рис. 1 представлена структурная схема автоматизированного лабораторного стенда для изучения систем регулирования. Двигатель постоянного тока (ДПТ) является приводом для маховика, соединенного с ротором двигателя соосно посредством пружинного вала. Математически такой вал может быть представлен как осциллятор с дробными свойствами.

Стенд позволяет регулировать скорость вращения непосредственно ротора ДПТ, а также маховика. В первом случае решается классическая задача регулирования с использованием традиционного регулятора. Во втором – может быть применён дробный регулятор.

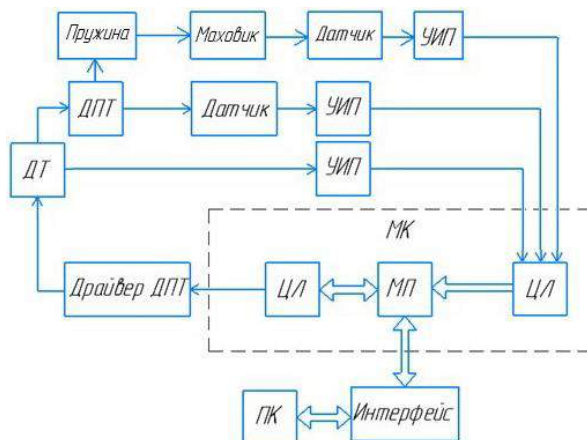


Рис. 1 – Структурная схема лабораторного стенда

3. Заключение

В данной работе представлена структурная схема лабораторного стенда, позволяющего изучить динамические свойства как традиционных цифровых систем регулирования, так и дробных регуляторов.

Список литературы

1. Изосимова Т.А., Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю. Устройство и алгоритм адаптивного управления для активного магнитного подвеса на основе программируемых логических интегральных схем // Вестник Каз. гос. техн. у-та им. А.Н. Туполева. 2017. Т. 73. № 1. С. 152-157.

УДК 681.518.5

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВИЗОРА С СИНТЕЗИРУЕМЫМ ПОЛЕМ ЗРЕНИЯ

Миндубаев Б.И

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A THERMAL IMAGER WITH A SYNTHESIZED FIELD OF VIEW

Mindubaev B.I.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается принцип построения тепловизора и методика измерения полей температур.

Abstract

The article discusses the principle of building a thermal imager and the method of measuring temperature fields.

1. Введение

В соответствии с терминологией ГОСТ Р 8.619-2006 ГСИ тепловизионный измерительный прибор (тепловизор): Оптико-электронный прибор, предназначенный для бесконтактного (дистанционного) наблюдения, измерения и регистрации пространственного/пространственно-временного распределения радиационной температуры объектов, находящихся в поле зрения прибора, путем формирования временной последовательности термограмм и определения температуры поверхности объекта по известным коэффициентам излучения и параметрам съемки (температура окружающей среды, пропускание атмосферы, дистанция наблюдения и т.п.). Первые тепловизионные системы были созданы в конце 30-х гг. 20 в [1].

2. Принцип работы тепловизора

Система сканирования через объектив исследует объект построчно (при перемещении по оси y) и получает информацию об интенсивности ИК излучения каждой элементарной площадки в пределах каждой строки (при перемещении по оси x), а затем посылает информацию на одноэлементный приёмник ИК излучения [2]. После преобразования интенсивности излучения, получаемого от каждой площадки в электрический сигнал, электронный блок обрабатывает сигналы от всех элементарных площадок и формирует видимое изображение объекта исследования.

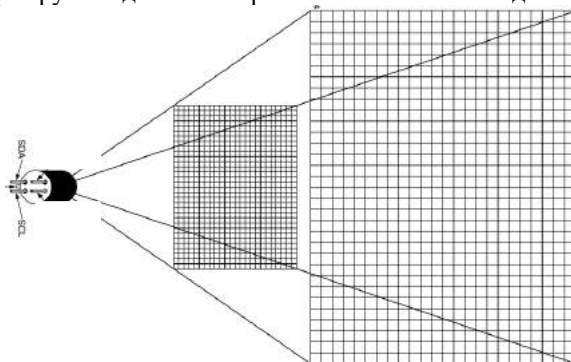


Рис. 1 – Синтезируемое поле зрения

3. Заключение

Применение новых тепловизионных систем, чувствительных в области спектра длинноволнового ИК-диапазона (7,5...14 мкм) и ТГц-диапазона (30...300 мкм) может привести к существенному расширению возможностей и увеличению точности постановки медицинской диагностики и выявления инфекционных больных, т.к. тепловое излучение ТГц-диапазона (30...300 мкм) позволяет принимать информацию от областей тела человека, расположенных под кожным покровом.

Список литературы

1. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. Издание 4-е, переработанное и дополненное. – М.: Научный мир. 2007.

СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Валиуллин Ш.Р.

Научный руководитель: Данилаев Дмитрий Петрович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SETUP FOR ANALISYS OF ULTRASOUND SIGNAL APPLICATIONS

Valiullin Sh.R.

Supervisor: Dmitry P. Danilaev, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе представлена разработка стенда исследования применений ультразвуковых колебаний в различных приложениях. Продемонстрированы результаты и выводы, полученные по результатам теоретических исследований и экспериментов.

Abstract

This article presents the development of a research stand for the use of ultrasonic vibrations in various applications. The results and conclusions obtained from theoretical studies and experiments are demonstrated.

1. Введение

Ультразвук – это звуковые волны, имеющие частоту выше 20 кГц. Применяется для определения расстояний, для исследования живых организмов, и структуры технических объектов. По скорости распространения звука в среде судят о её физических характеристиках.

2. Разработка измерительного стенда

Целью создания стенда является исследование свойств УЗ датчиков и их применения для анализа свойств контролируемых объектов. Стенд может быть полезен как в учебных, так и в технических задачах. На первом этапе было составлено техническое задание, описаны входные и выходные

параметры системы, а также исследуемые свойства. Разработана структурная схема устройства, представленная на рис.1.

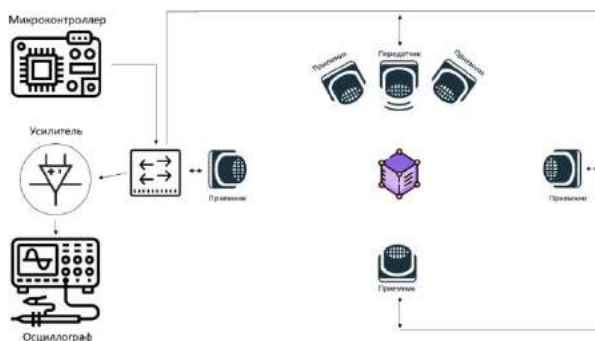


Рис. 1 – структурная схема установки

На втором этапе было предложено разработать относительно простое, и дешевое устройство. При этом, стояла задача обеспечить возможность применения УЗ датчиков разных типов. В этой связи был предложен принцип сменных модулей. Для этого были использованы следующие модели датчиков: JSN-SR04T, HC-SR-04, A1240-TR-W

Система состоит из нескольких модулей. В основе установлен AVR микроконтроллер, который задает опорный сигнал для УЗ излучателя. Тот, в свою очередь, отправляет последовательность импульсов с частотой 40 кГц. Отправленные импульсы попадают на исследуемый объект, часть из них отражается от него, а часть проходит сквозь. Данные сигналы принимаются УЗ приемниками, расположенными вокруг исследуемого объекта. Сигнал с приемников поступает на блок выбора канала, затем усиливается и отображается на осциллографе. Амплитуда и форма сигналов меняется в зависимости от свойств исследуемого объекта. Усиление сигнала и временная развертка выбирается пользователем непосредственно на осциллографе. Выбор каналов происходит путем нажатия на селектор соответствующего канала.

3. Заключение

В результате разработки стенда, получено несколько выводов, наиболее чувствительными оказались приемники HC-SR-04, при установке УЗ приемников, важно их фазирование, относительно излучателя. Также, для корректной работы аналоговой части и исключения влияния помех от приборов в сети 220v, рекомендуется использовать гальванически развязанный блок питания аналоговой части.

**РАЗРАБОТКА ТЕСТОВОГО СЕГМЕНТА СЕТИ СВЯЗИ
СТАНДАРТА LTE НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ sRSRAN И
ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI**

Герасимов В.В.

Научный руководитель: Ашаев Иван Петрович, старший преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**DEVELOPMENT OF A TEST SEGMENT OF A COMMUNICATION
NETWORK LTE STANDARD BASED ON OPEN SOURCE SOFT-
WARE SRSRAN AND SINGLE BOARD COMPUTER RASPBERRY PI**

Gerasimov V.V.

Supervisor: Ivan P. Ashaev, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье приводится описание процесса разработки и тестирования стенда сети связи стандарта LTE на базе программного обеспечения srsRAN. Были изучены возможности одноплатного компьютера Raspberry Pi в качестве базовой станции.

Abstract

The article describes the process of developing and testing an LTE communication network stand based on srsRAN software. The capabilities of the Raspberry Pi single-board computer as a base station were studied.

1. Введение

LTE – стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных телефонов и других терминалов, работающих с данными. srsRAN – программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для разворачивания мобильных сетей различных стандартов и масштабов.

2. Описание схемы рабочей установки

В данной работе исследовался вариант (Рис. 1) использования трех

одноплатных компьютеров с установленной операционной системой Ubuntu 22.10 в совокупности с приемниками USRP B210 в качестве базовых станций для реализации сотовой сети связи стандарта LTE [1].

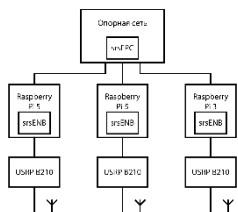


Рис. 1 – Схема рабочей установки, сегмента сети связи

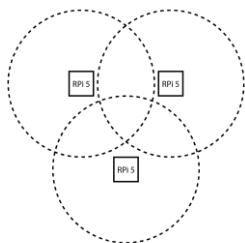


Рис. 2 – Схема сегмента сети связи с указанием радиуса действия станций и принадлежностью к какой-либо из них

Базовые станции располагались на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы была возможность проверить работоспособность передачи обслуживания абонента от одного узла к другому (Рис. 2). В ходе проверки скорости сети было выяснено, что средняя скорость передачи данных была равна 4-5 Мбит/с при максимальной пропускной способности опорной сети 100 Мбит/с.

3. Заключение

Из приведенных результатов тестирования можно сделать вывод, что, несмотря на свою низкую цену и легкость развертывания одноплатные компьютеры, Raspberry Pi 3/5 подходят в качестве базовых станций сотовой сети связи стандарта LTE только для ознакомления начинающих разработчиков с этим стандартом, а скорость работы программного обеспечения srsRAN LTE [2] нельзя сравнивать с аппаратной реализацией.

Список литературы

1. Сам себе мобильный интернет. Запускаем базовую станцию стандарта 4G LTE. // Habr. 2024. URL: <https://habr.com/ru/companies/timeweb/articles/776040/>
2. srsRAN 4G LTE Documentation. URL: <https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/>

УДК 631.589.2

ВЫБОР ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ

Zagerov A.A.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SELECTING A SOIL MOISTURE SENSOR FOR A HYDROPONIC INSTALLATION

Zagerov A.A.

Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается оптимальный выбор датчика влажности почвы для гидропонной установки. Изучаются разновидности подобных устройств и их характеристики.

Abstract

The article discusses the optimal choice of a soil moisture sensor for a hydroponic installation. The varieties of such devices and their characteristics are being studied.

Для корректной работы гидропонной установки важным условием является подбор качественного и высокоточного датчика влажности. Изначальная стратегия заключалась в следующем. Найти несколько самых популярных датчика в маркетплейсе «Озон» и, опираясь на характеристики каждого, выбрать лучший из них. К сожалению, рассмотренные датчики (ST22CNGD, ЕТР-301, КС-300), следуя инструкции [1], не предназначены для долговременного нахождения в почве, т.к. датчики при таких условиях эксплуатации быстро приходят в негодность. Следующим шагом в подборе оборудования были несколько запросов в сети Интернет и у искусственного интеллекта, с помощью которых было выяснено, что лучшие сельскохозяйственные измерительные приборы производятся в Германии и Соеди-

нённых Штатах Америки. Поиск доступных вариантов из США не дал положительного результата. Немецкие же датчики найти не составило труда. При поиске на глаза попался журнал «Измерительная техника для сельского хозяйства» от немецкого производителя Stelzner. Каталог продукции датирован 2018 годом. К сожалению, более поздних версий найти не удалось. Из представленных там моделей (BWK 2000, TDR 300, TDR 100, SM150, VG200) [2] на Российском рынке не удалось найти вариантов даже дешевле 50000 рублей. Но зато этот журнал дал представление о том, что существуют разные виды датчиков влажности. Самые часто встречающиеся это резистивные, емкостные, TDR-датчики [3]. С учётом не самой высокой стоимости, относительно высокого жизненного ресурса и высокой точности измерений было принято решение искать датчик емкостного типа. Подобный представлен в маркетплейсе Aliexpress по цене чуть больше 40 рублей. Но его нужно подключить к микросхеме Arduino, либо какой-нибудь подобной. Проанализировав отзывы людей, можно прийти к выводу, что самого датчика должно хватить на несколько месяцев работы. Затем ввиду своей невысокой стоимости он подлежит замене. Этот датчик носит название Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2.



Рис. 1 – Датчик Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 [3]

3. Заключение

В ходе проведенного анализа было принято решение использовать датчик Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 для гидропонной установки

Список литературы

1. Инструкция по эксплуатации датчика КС-300.
2. Stelzner. Измерение в почве, управление орошением // Измерительная техника для сельского хозяйства. - 2018. - С. 36-40.
3. Шевчук Н. Датчики влажности почвы: принципы работы и особенности использования / Шевчук Н. [Электронный ресурс] // FB : [сайт]. — URL: <https://fb.ru/article/527995/2023-datchiki-vlajnosti-pochvyi-printsipyi-raboty-i-osobnosti-ispolzovaniya> (дата обращения: 27.03.2024).

**РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО АВАРИЙНОГО
РАДИОМАЯКА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И МОРСКИХ АППАРАТОВ**

Бiryukov Z.S.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич, д.ф.-м.н.,
профессор

*(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева – НГТУ им. Алексеева, г. Нижний-Новгород)*

**DEVELOPMENT OF A PROMISING EMERGENCY BEACON FOR
AUTONOMOUS UNMANNED AERIAL VEHICLES AND MARINE VE-
HICLES**

Biryukov Z.S.

Supervisor: Aleksey S. Raevsky, professor

*(Nizhny Novgorod State Technical University
named after R.E. Alekseev – Alekseev NSTU, Nizhny Novgorod)*

Аннотация

В работе представлен разработка механического защищенного малогабаритного аварийного радиомаяка, который может быть использован в беспилотных летательных и морских аппаратах среднего и большого классов.

Abstract

The paper presents the development of a mechanical protected small-sized emergency beacon that can be used in unmanned aerial vehicles and marine vehicles of medium and large classes.

1. Введение

С целью обеспечения сохранности целевой информации (данные от датчиков и устройств мониторинга, телеметрии движения) в беспилотных летательных и морских аппаратах среднего и большого классов предлагается использовать накопители информации «черный ящик», защищенные от различного рода воздействий при возникновении аварийной ситуации, в

состав которого входит энергонезависимый, механически защищенный малогабаритный аварийный радиомаяк, который представлен в данной работе.

2 Конструкция разработанного радиомаяка

Конструкция аварийного радиомаяка включает в себя блок выдачи аварийного сигнала, антенно-фидерное устройство, элемент питания.

Разработанный аварийный радиомаяк начинает работать при переходе системы на собственное электропитание после эвакуации аварийной капсулы. Аварийная капсула включает в себя систему сохранения информации, элемент питания и аварийный радиомаяк. Аварийный радиомаяк стоек к воздействию механического удара одиночного действия с пиковым ударным ускорением полусинусоидальной формы 29400 м/с^2 (3000 g), прочен к воздействию пикового ударного ускорения в направлении движения при эвакуации с максимальной амплитудой квазистатической составляющей 5500 g. Антенна аварийного радиомаяка стойка к воздействию морской воды с температурой от минус 4 до 35 °С в течении 24 ч.



Рис. 1 – 3D- модель аварийного радиомаяка и печатной платы блока выдачи аварийного сигнала

2. Заключение

В работе представлена конструкция механически стойкого аварийного радиомаяка, которая может быть применено для беспилотных летательных и морских аппаратов большого и среднего классов. Использование аварийного радиомаяка повышает вероятность обнаружения аварийной капсулы за счёт использования радиоизлучения, так как пассивные средства обнаружения не обеспечивают в достаточной мере нахождение объекта поиска.

Список литературы

1. E.L. Feinberg. Propagation of radio waves along the Earth's surface. 2nd ed. M. "Science. Fizmatlit", 1999.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА

Бельтюков С.В., Карандашов С.А.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, доцент;
Данилаев Максим Петрович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THICKNESS CONTROL SYSTEM FOR POLYMER FILMS PRO- DUCED BY ELECTROSPINNING

Beltyukov S.V., Karandashov S.A.

Supervisor: Elena A. Bobina, associate professor;
Maxim P. Danilaev, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается оптический метод контроля толщины полимерных плёнок, основанный на законе Бугера – Ламберта - Бера с использованием фотометрической сферы и измерения интенсивности света по опорному каналу. Представлен расчет толщины по выбранному закону для плёнок фторопласта, полилактида (ПЛА) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ) по графикам коэффициентов пропускания для различных длин волн этих материалов.

Abstract

The article discusses an optical method for controlling the thickness of polymer films based on the Booger–Lambert-Behr law using a photometric sphere and measuring light intensity through a reference channel. Calculations of the thickness according to the chosen law for films of fluoroplast, polylactide and polyethylene terephthalate are presented according to graphs of transmission coefficients for various wavelengths of these materials.

1. Введение

Толщина является одним из важнейших параметров полимерных плёнок, так как она во многом определяет другие свойства плёнки, вроде

прочности, гибкости и другие. Таким образом, возникает необходимость контролировать этот параметр. Одним из методов, который позволяет не прерывать производство полимерных плёнок методом электроспиннинга является оптический метод. Поэтому необходимо разработать оптическую систему контроля толщины плёнок.

2. Обоснование возможности контроля толщины оптическим методом.

В данной работе предложен вариант создания системы контроля толщины полимерных плёнок на основе закона Бугера – Ламберта - Бера [1]. Этот закон выражается формулой $\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha C d}$, где: I – интенсивность прошедшего излучения, I_0 – интенсивность падающего излучения, d – толщина поглощающего слоя, α и C – величины, зависящие от материала поглощающего слоя, где α – коэффициент пропорциональности, C – концентрация поглощающих частиц, примем αC как k – коэффициент поглощения материала.

Коэффициенты поглощения были определены из литературных источников. Так, для плёнки ПЭТФ толщиной 3,8 мкм он составляет $2,773 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$, для ПЛА толщиной 1 мкм - $4,082 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$, для фторопласта толщиной 2 мм - 780.324 м^{-1} .

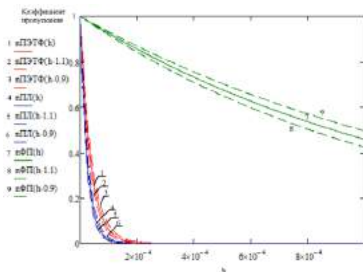


Рис. 1 – Результаты расчётов коэффициента пропускания плёнок от толщины для ПЭТФ (красный), ПЛА (синий) и фторопласта (зелёный)

3. Заключение

На основании вычисленных коэффициентов поглощения построены графики зависимости коэффициента пропускания от толщины плёнки.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

Список литературы

1. Уэйн Р. Основы и применения фотохимии. — М.: Мир, 1991. — 304 с. — 2000 экз. — ISBN 5-03-002098-5.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЛАБОРАТОРНОЙ КЮВЕТЕ

Бобина Е.А., Дробышев С.В., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.

Научный руководитель: Данилаев М.П., д.т.н., профессор, Дорогов Н.В., старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), Казань)

TEMPERATURE STABILIZATION IN A LABORATORY CUVETTE

Bobina E.A., Drobushev S.V., Safin D.I., Shavaleev D.I.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, professor, Nikolai V. Dorogov, Senior Lecturer

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассматривается устройство стабилизации температуры жидкости в лабораторной кювете и алгоритм его работы. Приводятся результаты экспериментальных исследований. Показано, что предложенное устройство позволяет обеспечить заданную стабильность температуры (не хуже 0.25°C) в течении 48 часов.

Abstract

The device for temperature stabilization in lab cuvette with liquid and its algorithm are considered in the paper. The results of experimental are considered. It is showing that this device can possible to stabilize the temperature not worse than 0.25°C for 48 hours.

1. Введение

Один из лабораторных методов определения распределения дисперсных частиц по размерам, основан на анализе кривой их седиментации в жидкости с известной вязкостью. В работе [1] показано, что такой метод позволяет определять размеры наночастиц. Длительность измерений составляет около 48 часов в виду малого веса наночастиц. Это требует обеспечения постоянства вязкости жидкости в измерительной кювете: температура может изменяться, по крайней мере, вследствие суточного изменения температуры окружающей среды. Таким образом, при проведении таких

экспериментов требуется стабилизировать температуру в измерительной кювете. Это возможно, например, за счет использования элемента Пельтье (ЭП) с обратной связью по температуре. Целью данной работы является разработка и экспериментальная проверка устройства стабилизации температуры в измерительной кювете.

2. Структурная схема

В соответствии с поставленной целью разрабатываемое устройство содержит ЭП и блок управления питанием этого элемента по результатам измерения температуры жидкости в кювете с датчиков температуры. Блок управления построен на основе микроконтроллера Atmega 16. Также применяется импульсный источник напряжения, управляемый микроконтроллером. Выходное напряжение, подаваемое на ЭП, формируется по следующему закону:

$$f(t) = \begin{cases} U_n & U_{n-1} \cdot \Delta U; T_z \geq T_{уст}, \\ U_n & U_{n-1} \cdot \Delta U; T_z < T_{уст}, \end{cases}$$

где: $n = t/\Delta t$, и меняется от 1 до t_{\max} .

В результате подаваемое на ЭП напряжение изменяется плавно, что позволяет снизить степень деградации ЭП. Максимальный ток через элемент поддерживается на уровне 5 А. Установленный на радиатор вентилятор обеспечивает отвод тепла от обратной стороны ЭП в режиме охлаждения кюветы, или отвод холода в режиме нагрева кюветы. Экспериментальные исследования были проведены при заданной температуре 15°C в измерительной кювете при температуре окружающей среды 23±1°C.

3. Заключение

Результаты экспериментальной проверки применения разработанного устройства показывают достаточно устойчивую работу в течение 48 часов при стабильности температуры не хуже ±0.25°C.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

Список литературы

1. Danilaev M.P. et al. Formation of a Polymer Shell of a Given Thickness on Surfaces of Submicronic Particles // Nanotechnol Russia. 2021. Vol. 16, № 2. P. 162–166.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ВИХРЕТОКОВОГО ТОЛЩИНОМЕРА

Шахтин К.А.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PRINCIPLE OF OPERATION OF AN EDGE CURRENT THICKNESS GAUGE

Shahtin K.A.

Supervisor: Igor A. Gorbunov
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В этой работе рассмотрим устройство вихретоковый толщиномер, рассмотрим принцип работы, а также разберем плюсы и минусы.

Abstract

In this work, we will consider the eddy current thickness gauge device, consider the principle of operation, and also analyze the pros and cons.

1. Введение

Вихретоковый толщиномер – это прибор, используемый для измерения толщины материала без необходимости физического контакта с ним.

2. Принцип работы

Принцип работы основан на использовании электромагнитных полей: прибор генерирует электромагнитное поле, которое воздействует на поверхность измеряемого объекта. В результате возникают вихри тока, которые затем регистрируются и анализируются прибором для определения толщины материала [1]. Структурные схемы простейших толщиномеров, реализующих амплитудный метод измерения (аналоговый со стрелочным индикатором и аналого-цифровой с использованием микроконтроллера). Г – генератор гармонического напряжения, УВ, УП – усилители, ПД – пиковый детектор, АЕ - стрелочный индикатор, АЦП – аналого - цифровой преобразователь, МК – микроконтроллер, ЦПУ – центральное процессорное устройство.

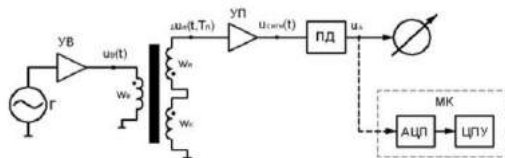


Рис. 1 – Вихревой толщиномер

3. Плюсы и минусы вихретоковый толщиномер

Преимущества вихретоковых толщиномеров включают высокую точность измерений, возможность работы с различными типами материалов, быструю скорость измерений и отсутствие необходимости прямого контакта с объектом измерения. Они являются незаменимым инструментом для контроля качества и производственного процесса во многих отраслях промышленности. Несмотря на свои многочисленные преимущества, у вихретоковых толщиномеров существуют и некоторые минусы. Вихретоковые толщиномеры обычно являются довольно дорогими устройствами, что может быть недоступно для небольших предприятий или бюджетных проектов. Сложность настройки: для достижения оптимальной производительности и точности измерений часто требуется провести калибровку и настройку прибора, что может быть сложным и требовать специализированных знаний. Влияние внешних факторов: Некоторые внешние условия, такие как изменения в окружающей среде или составе материала, могут повлиять на точность измерений вихретокового толщиномера [2].

4. Вывод

Не смотря на эти недостатки, вихретоковые толщиномеры все же остаются весьма полезным и востребованным инструментом в различных областях промышленности, благодаря своей точности, скорости и возможности проведения измерений без контакта с поверхностью объекта.

Список литературы

1. Бакунов А. С. Измерение толщины гальванических покрытий на изделиях из металла / А. С. Бакунов, С. Е. Шубочкин, В. А. Калошин, А. С. Рудаков // Дефектоскопия. – Москва : НИИ Интроскопии, 2004. – С. 1-7 с.
2. Потапов А.И. Патент № МПК G01B 7/06. Вихретоковый толщиномер диэлектрических покрытий : № 4128811 : заявл. 08.05.1986 : опубл. 08.15.1988 / Потапов А.И. – 2 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ДЛЯ СИНХРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Нурлыбаев М.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преподаватель.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCH OF AN EFFECTIVE ROUTE PLANNING METHOD FOR SYNCHRONOUS CONTROL OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Nurlybayev M.A.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведена симуляция планирования пути беспилотных летательных аппаратов для предотвращения столкновений на летном поле. Проведено сравнение алгоритмов планирования пути на основе выборки и традиционных эвристических.

Abstract

The article presents a simulation of path planning for unmanned aerial vehicles to prevent collisions on the airfield. A comparison is made between sampling-based path planning and traditional heuristic algorithms.

Данная работа является продолжением предыдущей, где были рассмотрены навигационные системы для беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) для сферы доставки грузов [1]. Для проверки проведена симуляция в пакете прикладных программ MATLAB, сравнив два популярных вида планирования пути: метод на основе выборки (RRT – метод быстрого исследования случайного дерева) и традиционный эвристический метод A*.

После подбора оптимальных конфигурации симуляции движения БПЛА, были рассчитаны среднее значения времени прохождения пути (Таблица 1) и среднее значение времени компилирования пути.

Таблица 1

Компилирование А* $T_{cp} = 13,240$			Компилирование RRT $T_{cp} = 7,750$		
T_{1cp}, c	T_{2cp}, c	T_{3cp}, c	T_{1cp}, c	T_{2cp}, c	T_{3cp}, c
22,848	19,342	15,556	29,150	17,604	17,054

А* незначительно выигрывает по времени, однако имеет долгую компиляцию глобального планера пути. Главным преимуществом RRT метода - в обеспечении минимизации столкновения из-за специфики построения пути виде «ветвей». Резюмируя, А* является более актуальным методом, так как предполагается единичное применение глобального планера и планируется модификация метода для обеспечения проведения большего количества маршрутов.

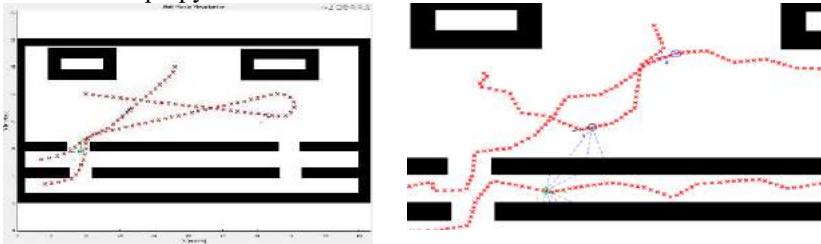


Рис. 1 – Симуляция методов планирования А* и RRT.

В результате получена симуляция планирования пути и подобран подходящий метод для планирования пути в условиях летного поля. Необходимы дополнительные симуляции используя эвристические методы с модификации для большего количество одновременного проведения пути и с оценкой через целевую функцию.

Список литературы

1. Нурлыбаев М.А. Навигационная система одновременного контроля беспилотных летательных аппаратов аэродромного базирования для предотвращения столкновений / М. А. Нурлыбаев // Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2022: сборник трудов XV Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро «Туполев», 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа 8-9 декабря 2022 г. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2023. – С. 209-212.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИК ДАТЧИКА MLX90640 В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ ВИДАМИ ИК ДАТЧИКОВ

Миндубаев Б.И

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A THERMAL IMAGER WITH A SYNTHESIZED FIELD OF VIEW

Mindubaev B.I.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматривается принцип работы и применения ИК датчика MLX90640. Был сделан сравнительный анализ характеристик и приведены преимущества и недостатки использования датчика.

Abstract






The principle of operation and application of the MLX90640 IR sensor is considered. A comparative analysis of the characteristics was made and the advantages and disadvantages of using the sensor were presented.

1. Введение

MLX90640 от компаний Melexis, является ИК датчиком 32x24 пикселей в стандартном 4-выводном корпусе ТО39 с цифровым интерфейсом. Инфракрасные датчики позволяют проводить измерения температуры поверхностей объектов без физического контакта с ними. В основе их работы лежит свойство определенных фотоприемников в зависимости от мощности теплового излучения формировать аналоговые сигналы, которые впоследствии могут быть преобразованы в цифровые, что позволяет их использовать в микропроцессорных системах. MLX90640 имеет программируемые функции, такие как калибровка, фильтрация и регулировка усиления, что позволяет настроить его под конкретные требования приложения.

2. Сравнение

Таблица 1

Название	MLX90640	MLX90641	AMG8833	MLX90614	D6T
Изображение					
Производитель	Melexis	Melexis	Panasonic	Melexis	Omron
Тип	ИК	ИК	ИК	ИК	ИК
Разрешение мм	32 x 42,	16 x 12	8 x 8	4 x 2	4 x 4
Рабочая температура С°	(-40...+85)	(-40...+125)	(0...+80)	(-40...+125)	(-5...+ 55)
Угол измерения	55 ° x 35 °	55 ° x 35 °	60 °	6 °, 10 °	62.8 ° x 6 °

По итогам MLX90640 в сравнении имеет самое большое разрешение и угол измерения, что делает его приоритетнее в получении качественного термоизображения. Так же большой угол позволяет сократить количество применяемых датчиков. К примеру, датчик температуры, показанный на видео [2] от Melexis, где показан счетчик пальцев с применением ИИ технологии благодаря 768 пикселям в отличии от 192 пикселей в MLX90641.

3. Заключение

В результате исследования MLX90640 целесообразно применять в системах «человек-машина» ввиду его превосходства, в виде параметров разрешения и угла измерения.

Список литературы

1. Датчики температуры. Виды и принцип действия: сайт. - URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/datchikitemperatury/> (дата обращения 26.03.2024)
2. Finger counting with infrared array and AI algorithm (MLX90640): сайт. – URL: <https://youtu.be/pFBjqr-fCdG> (дата обращения 26.03.2024).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ NFC И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Нистругин И.Д.

Научный руководитель: Муратов Р. М., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF AN ACCESS SYSTEM BASED ON NFC AND FACE RECOGNITION TECHNOLOGIES

Nistrugin I.D.

Supervisor: Muratov R.M., senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассказывается о системах доступа на основе технологий NFC и распознавания лиц. Рассматривается понятие NFC в общем понимании, возможные варианты систем контроля доступа. Представлен алгоритм распознавания лиц, а также его преимущества.

Abstract

This article describes access systems based on NFC and facial recognition technologies. The concept of NFC in the general understanding, possible options for access control systems are considered. The face recognition algorithm is presented, as well as its advantages.

В современном мире технологии играют ключевую роль в обеспечении безопасности и удобства пользователей. Системы доступа на основе NFC технологий и распознавания лиц предоставляют эффективный способ доступа, например, к помещениям.

2. NFC технология и системы доступа.

NFC (Near Field Communication) — это технология беспроводной передачи данных малого радиуса действия (около 10 см.).

Система контроля доступа NFC использует устройства с поддержкой NFC (например, смартфоны или NFC-карты) для аутентификации до-

ступа. Считыватель NFC, установленный в точке входа, считывает уникальный идентификатор устройства и проверяет разрешения в защищенной базе данных.

Системы контроля доступа NFC имеют ряд преимуществ. Главными являются использование устройств, которые зачастую человек носит с собой, также быстрая двухфакторная аутентификация, бесшовная интеграция с другими сервисами повышенная безопасность.

Компонентами систем доступа на основе NFC являются читатели NFC сигнала, программное обеспечение для управления доступом, дверные замки, открывающие доступ к помещению, учетные данные[1].

3. Распознавание лиц и контроль доступа.

Эта технология контроля доступа основана на сравнении уникальных характеристик человеческого лица для проверки личности. Контроль доступа охватывает широкий спектр вариантов использования в целях безопасности (таких как физический доступ, мониторинг здоровья)

Системы контроля доступа выполняют четыре основных этапа для защиты доступа в какое-либо помещение или к важным данным.

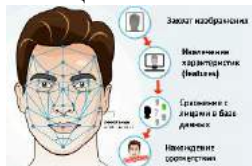


Рис. 1 – Принцип работы распознавания лиц

Системы контроля доступа удобны для пользователя (нет необходимости в ключ-карте), данные системы очень безопасны, предоставляют бесконтактный доступ.

Для реализации рассматриваемой технологии используется множество устройств. Самыми простыми устройствами могут являться перепрограммированные устройства со встроенной камерой (смартфоны, планшеты), но для лучшей работы применяются высококачественные 2D или 3D камеры, работающие с графическим процессором[2].

Система контроля доступа на основе NFC – это мощное сочетание удобства и безопасности, а системы на основе распознавания лиц имеют достаточно высокую степень защиты, удобства, но являются более сложными и дорогостоящими.

Список литературы

1. uxpamagazine : [сайт]. – URL: <https://uxpamagazine.org/near-field-communications/> (дата обращения: 05.03.2024). – Текст : электронный
2. secuteck : [сайт]. – URL: <https://www.secuteck.ru/raspoznvanie-lic> (дата обращения: 07.03.2024). – Текст : электронный

СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ

Васильев К.Е.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF MEASURING INDUCTANCE

Vasilev K.E.

Supervisor: Timur M.Ishkaev
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрена причина появления индуктивности проводника. Изучены основные способы измерения индуктивности с выявлением достоинства и недостатков.

Abstract

The article discusses the choice of the optimal insulating material for use in microwave switches with increased throughput.

Природа возникновения индуктивности основана на взаимодействии тока и магнитного потока проводника. Если проводник намотан на каркас, то образуется катушка индуктивности. В этом случае магнитный поток концентрируется, и величина индуктивности возрастает. Следует отметить, что индуктивность всегда положительна, а ее величина зависит только от геометрических размеров контура и магнитных свойств среды (сердечника) [1].

Измерить индуктивность возможно тремя способами: 1) Вольтметра-Амперметра; 2) мостовой; 3) резонансный.

Сравнительно большие индуктивности порядка от 1 до 1000 Гн возможно измерять методом вольтметра - амперметра. Сущность метода заключается в том, что на катушку заданное переменное напряжение частотой f от 50 Гц до 1 кГц. Одновременно при этом замеряют полный ток, а полное напряжение посредством подключенных к катушке амперметра и

вольтметра. Достоинством данного метода являются относительная простота и дешевизна при приемлемой точности. Недостатком является то, что точность данного метода существенно зависит от величины соотношения активной и индуктивной составляющей сопротивления катушки.

Мост для измерения индуктивности включает в себя два плеча чисто активного сопротивления, плечо, с исследуемой индуктивностью сопротивления которого в целом является комплексным, и плечо с реактивным элементом (конденсатор) (рис. 1).

Резонансный метод позволяет осуществлять измерение индукции катушек, работающих в области от 100 Гц до 100 кГц. В данном методе исследуемая индуктивность L_x является частью резонансного контура, образованного подключением ее к образцовой емкости C_0 . Колебания f_0 в контуре $L_x C_0$ возбуждаются внешним генератором высокой частоты (ВЧ). Генератор ВЧ подключается к контуру $L_x C_0$ через разделительный конденсатор C_1 (емкость от 2 до 10 пФ).

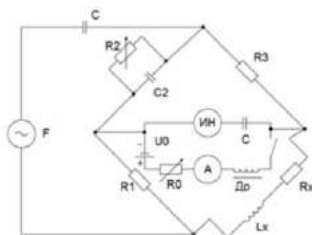


Рис. 1 – Схема мостового метода [2]

К недостаткам резонансного метода следует отнести необходимость оптимального выбора дополнительной емкости, с учетом противоречащих друг другу условий обеспечения точности и появления явного резонанса. К достоинствам следует отнести то, что резонансные схемы измерения индуктивностей и емкостей, можно объединить в одном приборе, так как они имеют общие элементы (ВЧ генератор, индикатор резонанса, элементы связи) [3].

Сравнивая выявленные достоинства и недостатки рассмотренных методов, можно сказать, что резонансный метод измерения является наиболее оптимальным для построения прибора. Резонансный метод при своей достаточной простоте (малое количество вспомогательных элементов измерительной цепи), обладает достаточной точностью.

Список литературы

1. Попов В.С. Электротехнические измерения и приборы. – Изд. 7-е, перераб. – М.: Л.: Госэнергондзат, 1963. – 544 с;
2. Е.В. Лушин, А.Н. Долгов Способы измерения индуктивности // Приволжский научный вестник. – 2013. – №12(28), Часть 2. – С.36-40.
3. Меерсон А.М. Радиоизмерительная техника. – М.: Энергия, 1978. – 408 с.

РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Юртунбаев Д.Р., Егоров Г.И.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF REMOTE CONTROL SYSTEM FOR ROBOTIC PLATFORM

Yurtunbaev D.R., Egorov G.I.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается разработка удаленной системы управления роботом-манипулятором на основе клиент-серверной архитектуры. Сервер позволяет транслировать обработанные сигналы пользователя, вводимые через телеграм-бот или веб-приложение, и формировать управляющие сигналы для робота.

Abstract

This article discusses the development of a control system for the Dobot magican robot manipulator using the pydobot software module. The developed client based on a telegram bot allows you to send commands to a server connected to the robot via a usb interface

1. Введение

Разрабатываемая удаленная система управления использовалась для управления универсальной робототехнической платформой DOBOT Magican, поддерживающей возможность управления по протоколу UART. Недостатком этой платформы является отсутствие возможности удаленного управления с контролем текущего состояния робота. Разработка соответствующей системы является целью данной работы.

2. Структурная схема системы

Архитектура разрабатываемой платформы включает в себя: роботизированную платформу DOBOT-Magican, с встроенной системой управления, управляющий сервер, удаленный терминал управления (рис. 1). Удаленный терминал, реализованный программно, может быть интегрирован в мобильные приложения, веб-интерфейсы или физические устройства, обеспечивая взаимодействие с серверной частью робота[1]. Сервер и роботизированная платформа обмениваются информацией посредством протокола UART. Разработка серверной части проводится с использованием языка программирования Python и модулей rudoobot и telebot, что позволяет реализовывать функции управления роботом на базе мессенджера.

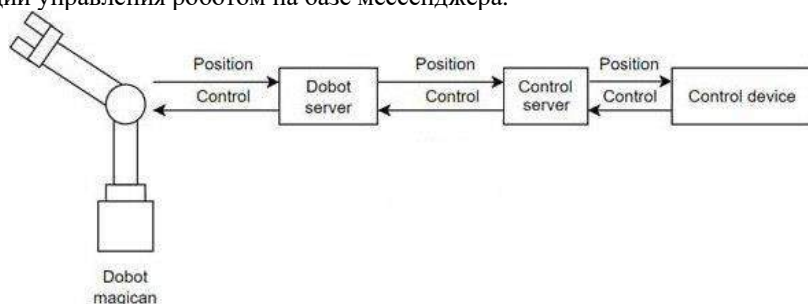


Рис. 1 – Архитектура платформы

Экспериментальная проверка разработанной системы показала устойчивое управление с временем отклика на управляющее воздействие не превышающим 2 секунд.

5. Заключение

Представленная в данной статье платформа является актуальным решением для управления робототехнической системой Dobot Magican. Данный вариант подключения платформы, обеспечивает надежное и удобное взаимодействие, а использование современных технологий программирования обеспечивает масштабируемость и совместимость с разнообразными устройствами. Предлагаемая система позволит в дальнейшем управлять различными видами робототехнических систем и другими устройствами. Данная система демонстрирует высокий потенциал для создания систем в области промышленного интернета-вещей.

Список литературы

1.Егоров Г.И., Денисов Е.С., Шайхразиев Б.Р. Разработка платформы для организации работы систем интернета вещей // Нигматуллинские чтения - 2023 сборник докладов международной научной конференции.. — Казань:Академия наук республики Татарстан, 2023. — с. 435-437.

ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ ВЫТЯЖНЫМ ШКАФОМ

Деманкин И.Д.

Научный руководитель: Саиткулов Владимир Гельманович, д.т.н., профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FUME HOOD CONTROL PANEL

Demankin I.D.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье разрабатывается устройство по управлению узлами вытяжного шкафа через сервисную панель, встроенную в шкаф и расположения элементов управления в вытяжном шкафу с учетом конструктивных особенностей.

Abstract

The article develops a device for controlling the nodes of the fume hood through a service panel built into the cabinet and the location of the controls in the fume hood, taking into account the design features.

1. Введение

Шкаф вытяжной предназначен для работы в химических лабораториях при проведении работ, требующих применения вытяжной вентиляции. Без вытяжного шкафа невозможно представить современную лабораторию, так как данный шкаф выполняет не только функции хранения, но и является основным рабочим местом [1].

2. Компьютерная модель вытяжного шкафа

В данной работе выделены такие узлы шкафа, как: электромеханический подъемный экран, электромеханическая заслонка вытяжного патрубка, снятие температуры в рабочей камере, скорость воздушного потока, проходящего через вентиляцию.

Рассмотрим элементную базу реализации управления узлами шкафа.

Электромеханический подъемный экран представляет собой изменение высоты экрана с помощью тяги червячного редуктора. Для его управления нужно подавать сигналы на изменение направления подъема и остановки. Для остановки движения экрана будут использоваться конечные выключатели. В качестве выключателя будет использован индуктивный датчик приближения NPN - типа.

Электромеханическая заслонка выполняет функции регулировки скорости потока путем изменения угла поворота. Для ее управления используется шаговый двигатель, что позволяет более точно выставлять положение заслонки. Для управления двигателя нужно подавать сигналы направления поворота и остановки, и выводить информацию о положении угла поворота относительно направления воздушного потока.

Для подачи сигнала на контроллер для электромеханических узлов будут использоваться антивандальные кнопки без фиксации.

Для вывода информации о угле поворота заслонки, температуры в рабочей камере, скорости потока воздуха будем использовать семи сегментный индикатор на 4 значения.

На рисунке 1 представлена блок-схема пульта управления вытяжного шкафа.

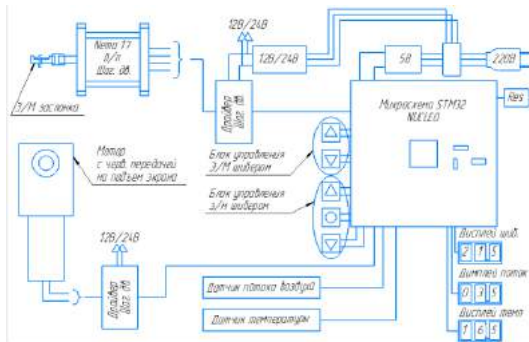


Рис. 1 – Блок-схема пульта управления

3. Заключение

В результате проведенной работы были разработаны прототипы пульта управления вытяжного шкафа и вытяжной шкаф с электромеханическими узлами.

Список литературы

1. Назначение вытяжного шкафа. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://vkg.ru/articles/naznachenie-vytyazhnogo-shkafa/> (дата обращения 15.03.2024).

ИНФРАКРАСНЫЙ ПОРТ

Хальметов Р.Р.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INFRARED PORT

Khalmetov R.R.

Supervisor: Igor A. Gorbunov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматриваются схемы различных инфракрасных портов, рассматриваются их преимущества и недостатки, а также принцип их работы.

Abstract

In this paper, the schemes of various infrared ports are considered, their advantages and disadvantages are considered, as well as the principle of their operation.

1. Введение

Инфракрасные порты – это устройства, которые позволяют обмениваться данными между компьютером, мобильным телефоном, ПДА и другими цифровыми устройствами с помощью инфракрасного излучения. Это беспроводной способ передачи данных на короткие расстояния [1].

3. Простой ИК-приемник и передатчик:

Принцип работы: Эта схема включает в себя ИК-LED для передачи данных и фототранзистор для их приема. Передача данных происходит путем модуляции света, испускаемого диодом, что затем распознается приемником [2].

4. IrDA (Infrared Data Association):

Принцип работы: Стандарт IrDA определяет протоколы для беспроводной ИК-связи, гарантирующие совместимость между устройствами раз-

**ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК КАНТИЛЕВЕРОВ АСМ ПРИ ИХ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Махмутов И.Р.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**STUDY OF CHANGES IN THE METROLOGICAL CHARAC-
TERISTICS OF AFM CANTILEVERS DURING THEIR OPERATION**

Makhmutov I.R.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

При эксплуатации кантилевера АСМ могут возникать артефакты, которые могут исказить изображения поверхности образцов и влиять на точность данных. Для коррекции искажений применяются алгоритмы реконструкции поверхности.

Abstract

During the operation of the cantilever atomic force microscope (AFM), artifacts may occur that can distort images of sample surfaces and affect the accuracy of the data. Algorithms for surface reconstruction are used to correct these distortions.

Введение

Атомно-силовая микроскопия используется для изображения объектов на микро- и наномасштабе. Однако состояние кантилеверов может повлиять на точность измерений. Исследование изменения метрологических характеристик кантилеверов при эксплуатации поможет улучшить качество получаемых изображений и точность метода исследования.

2. Метрологические изменения

Артефакты зонда связаны с геометрией [1], что приводит к отклонениям изображений поверхности от истинных. Эффекты конволюции особенно заметны, когда размеры частиц на поверхности близки к радиусу кривизны зонда. Иллюстрацией этого является искаженное изображение алмазных частиц на кремниевой подложке (рис. 1). Треугольная грань на поверхности четко видна как след от формы зонда.

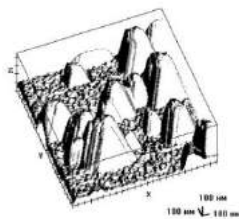


Рис. 1 – Топографическое изображение поверхности алмазных частиц на кремниевой подложке [2]

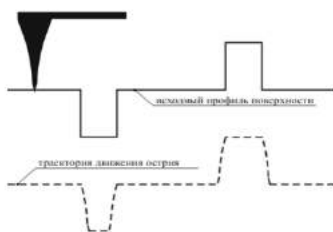


Рис. 2 – Формирование изображения с учетом свертки формы острия кантилевера с рельефом поверхности

Измеряемые латеральные размеры выступов или впадин могут отличаться от их истинных величин. Пример искажения профилей поверхности прямоугольных выступов и впадин показан на рис. 2.

3. Заключение.

Изучение изменения метрологических характеристик кантилеверов при эксплуатации важно для улучшения точно-

сти АСМ. Артефакты зонда, связанные с его геометрией, могут исказить изображения объектов. При анализе результатов необходимо учитывать эти эффекты. Необходимо также применять алгоритмы реконструкции поверхности для коррекции искажений.

Список литературы

1. Арутюнов П.А. Феноменологическое описание характеристик поверхности, измеряемых методом атомно-силовой микроскопии. / Арутюнов П.А., Толстихина А.Л. // Кристаллография. – 1998. – Т.43. – №3. – С.524-534
2. Белугина Н.В. Атомно-силовая микроскопия поверхности зеркального скола дефектных кристаллов ТГС. / Белугина Н.В., Гайнутдинов Р.В., Толстихина А.Л. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2008. – №.9. – С.9-13.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО РЕЗОНАНСНОГО ПОЛУМОСТОВОГО ДРАЙВЕРА ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСНОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Газизов И.Н., Игошин Я.Е.

Научный руководитель: Гайнуллина Наталья Романовна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A COMPACT RESONANCE HALF-BRIDGE DRIVER FOR GENERAL LED LIGHTING

Gazizov I.N., Igoshin Ya.E.

Supervisor: Gainullina N. R., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлена разработка малогабаритного резонансного полумостового драйвера для светодиодного освещения. Предложено использовать схему полумостового преобразователя для драйвера типа AC-DC, перечислены ее преимущества и недостатки.

Abstract

The article discusses the development of a small-sized resonant half-bridge driver for LED lighting. A half-bridge converter circuit for an AC-DC driver is presented, and the advantages and disadvantages are listed.

Светодиодное освещение это одно из самых популярных и энергоэффективных способов обеспечения освещенности помещений [1]. В связи с тем, что необходимо обеспечивать энергоэффективную работу такого освещения с учетом разных факторов, целесообразнее использовать схемы питания с коэффициентом полезной работы не ниже чем 0,9. В качестве такой схемы питания для светодиодного освещения рассматривается разработка полумостового AC-DC преобразователя.

В данной работе предложен вариант создания светодиодного драйвера на основе схемы резонансного LLC полумостового преобразователя AC-DC.

В качестве схемы управления предлагается использовать микро-схему модели NCL30059, имеется аналог: микросхема FAN7711. Принцип работы схемы основан на высокочастотном переключении ключей МОП - транзисторов управления затвором. Обе микросхемы питаются по цепям DC. Для работы этой схемы необходим корректор коэффициента мощности (ККМ) и непосредственно резонансный контур LLC [2]. Используя технологию гибридного монтажа на многослойной печатной плате, драйвер может занимать значительно меньше места в корпусе устройства.

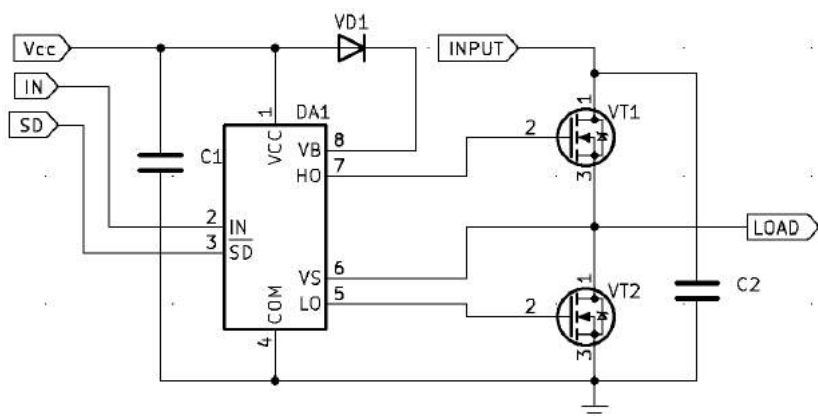


Рис. 1 – Упрощенная схема драйвера в редакторе схем KiCAD

Преимуществами использования такой схемы драйвера является: малые потери мощности; низкое влияние помех; высокий КПД. Недостатками использования такой схемы драйвера является: трудности использования при малых нагрузках, появление сквозных токов.

В заключении отметим, что разработанная схема резонансного полумостового драйвера для светодиодного освещения имеет большой опыт использования и широкие возможности по улучшению схемы.

Список литературы

1. Искрин, В. А. Эволюция светодиодного освещения / В. А. Искрин // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – № 4-1(132). – С. 73-77. – EDN YWLOEP.
2. Источники питания с цифровым управлением // Силовая Электроника URL: https://power-e.ru/power_supply/iiep/ (дата обращения: 23.12.2023).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МЕДНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ С УЧЕТОМ СКИН-ЭФФЕКТА

Шафигуллин И.Д.

Научный руководитель: Евдокимов Юрий Кириллович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHARACTERISTICS OF CONVERSION OF A COPPER TEMPERA- TURE SENSOR BY CONSIDERING OF THE SKIN EFFECT

Shafigullin I.D.

Supervisor: Yury K. Evdokimov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается оценка характеристики преобразования медного датчика температуры на переменном токе с учетом влияния скин-эффекта. Представлены аналитическая и графическая зависимости.

Abstract

This paper discusses the evaluation of the conversion performance of a copper AC temperature sensor taking into account the influence of the skin effect. Analytical and graphical dependencies are presented.

1. Введение

Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры, позволяют использовать их в качестве чувствительных элементов температурных датчиков с линейной характеристикой преобразования. Однако активное электрическое сопротивление металлов имеет линейную температурную зависимость только при слабом проявлении скин-эффекта.

2. Характеристика преобразования медного датчика температуры

В случае измерения сопротивления проводника на высоких частотах необходимо учитывать влияние скин-эффекта, т.е. уменьшение площади поперечного сечения проводника в зависимости от частоты [1]. При этом толщина скин-слоя зависит от частоты, а также от удельного сопротивле-

ния материала, поэтому площадь поперечного сечения, например, цилиндрического медного провода будет зависеть не только от частоты зондирующего тока, но и от удельного сопротивления материала. Поэтому, зависимость активного электрического сопротивления от температуры для цилиндрического проводника будет нелинейной:

$$R(T) = \frac{l \sqrt{\mu_0 \mu \omega}}{2\pi r} \sqrt{\frac{\rho_0 (1 + \alpha \cdot (T - T_0))}{2}} \quad (1)$$

где ρ_0 – удельное электрическое сопротивление материала при температуре T_0 , Ом·м; α – температурный коэффициент сопротивления, 1/К (или 1/°C); T – текущая температуры проводника, К (или °C); l – длина проводника, м; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ – магнитная постоянная, Гн/м; μ – относительная магнитная проницаемость материала; $\omega = 2\pi f$ – угловая частота, с⁻¹; f – линейная частота, Гц; r – радиус цилиндрического провода, м.

На рис. 1 показан график зависимости активного сопротивления медного провода радиусом 1мм и длиной 1м на частотах 1 МГц, 5 МГц и 10 МГц от температуры.

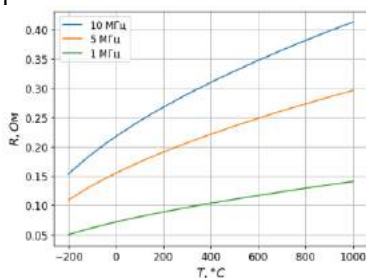


Рис. 1 – Результаты моделирования

3. Заключение

Согласно результатам моделирования (см. рис. 1), сопротивление медного провода на переменном токе имеет нелинейную температурную зависимость. Использование высокочастотных зондирующих сигналов позволяет уменьшить инерционность разрабатываемых датчиков температуры и тепловых потоков.

Список литературы

1. Патент № 2787301 С1 Российская Федерация, МПК G01K 17/06. Способ определения нестационарного теплового потока: № 2022113216: заявл. 17.05.2022: опубл. 09.01.2023 / Ю.К. Евдокимов, Л.Ю. Фадеева, И.Д. Шафигуллин, Е.С. Денисов; заявитель ФГБОУ ВО "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ". – 16 с. – Бюл. № 1.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Султанов Д. Э.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, канд физ.-мат. наук,
доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

OBTAINING AND STUDYING POROUS SILICON

Sultanov D. E.

Supervisor: Mikheev Igor Dmitrievich, associate professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается способ изучения пористого кремния, и 3 режима получения пористого кремния, для электронных устройств.

Abstract

The article discusses a method for studying porous silicon, and 3 modes of obtaining porous silicon for electronic devices.

Пористый кремний - это чистый кремний, вытравленный плавиковой кислотой.

Первый способ. Хотя сама идея травления кремния в кислоте кажется сложной и не контролируемой, на самом деле процесс травления в жизни достаточно прост. Схема установки (рис. 1 а) для наглядности упрощена, показан электролизер для анодирования кремния в электролитах на основе плавиковой кислоты.

Электрохимическое травление кремния протекает одним из трех способов:

- 1) Гальваностатическом (при постоянном токе),
- 2) Потенциостатическом (при постоянном напряжении),
- 3) Комбинированном.

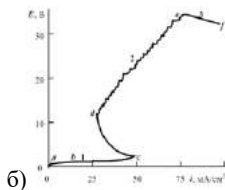
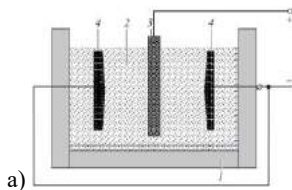


Рис. 1 а. – Схема электрохимической ячейки для двухстороннего травления кремния [1]; б. – Типичный вид анодной кривой для кремния p-типа [2]

Между точками b и c (участок 1), на пластины происходит рост пористой пленки, содержит 85–92 % кремния и 3,8–4 % фтора.

Между точками b и c (участок 1) наблюдается выделение водорода с поверхности кремниевого анода.

Между точками d и e (участок 2) выделение водорода прекращается.

Между точками e и f (участок 3) при высоких анодных потенциалах на анодной кривой начинается непрерывное выделение кислорода на аноде.[2].

В подробном рассмотрении эти способы показывают разные методы получения пористого кремния, при этом находясь в одном и том же, электролизе для анодирования кремния в электролитах на основе плавиковой кислоты, не меня изначальных условий.

1) В гальваностатическом режиме скорость роста пленки зависит от плотности анодного тока.

2) Потенциостатический режим. В начальный момент времени плотность тока ограничена только сопротивлением электролита и электродов. Потом плотность тока экспоненциально уменьшается до значения остаточного тока.

3) В Комбинированном режиме, начинается с анодирования при постоянном токе с напряжением 15–30 % пробоя пленки, это напряжение поддерживается постоянным, а плотность тока снижают. В таком режиме получаются пленки с совершенной структурой и с улучшенными диэлектрическими свойствами.[2]

Из приведенных результатов Комбинированный режим оказался лучше.

Список литературы

1. О.И. Ксенофонтова, А.В. Васин, В.В. Егоров и др. Пористый кремний и его применение в биологии и медицине // Журнал технической физики. – 2014. – Т.84(1). – С.67-77.
2. Пористый кремний: технология, свойства, применение : моногр. /В.В. Трегулов ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2011. – 124 с.

УДК 628.941.4

**УЛУЧШЕНИЕ ПАТЕНТА НА КОМПЛЕКСНУЮ СИСТЕМУ
ОПОВЕЩЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ,
ОСВЕЩЕНИЯ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ И ПОЖАРНО-
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, А ТАКЖЕ ОРГАНИЗАЦИИ И
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ЛЮДЕЙ ПРИ ЭВАКУАЦИИ**

Гимадиев А.И.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**IMPROVEMENT OF THE PATENT FOR A COMPREHENSIVE
EMERGENCY WARNING SYSTEM, LIGHTING OF EVACUATION
ROUTES AND FIRE-TECHNICAL EQUIPMENT, AS WELL AS THE
ORGANIZATION AND DISTRIBUTION OF PEOPLE FLOWS DUR-
ING EVACUATION**

Gimadiev A.I.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данное исследование посвящено разработке и улучшению патента для бегущей дорожки из света, предназначенной для использования в условиях эвакуации при пожаре. Использование световых дорожек ускоряет и упрощает процесс эвакуации людей из зданий, а также повышает общую безопасность.

Abstract

This study is devoted to the development and current patent for people running from light, intended for indoor use in fire evacuation conditions. Use of light enhancements and basic processes for evacuating people from buildings, as well as increasing the level of network security.

1. Дым – высокодисперсный аэрозоль с мельчайшими частицами твёрдого тела или капель жидкости, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (обычно в воздухе). Как мы знаем задымленность будет

не так сильна ближе к полу и отсюда следует, что стоит воспользоваться данной особенностью и освещать не только там, где концентрация дыма больше всего, но и там, где его и меньше используя тот же метод что и у противотуманных фар в автомобилях.

2. В данной работе предложено улучшение патента №63092. Предлагается дополнительное параллельное подключение к основному верхнему свету (рис. 1) дополнительное освещение, которое не выше 400 мм и не ниже 250 мм от плоскости пола, которое будет освещать пространство под дымом тем самым улучшая видимость для эвакуирующихся людей [1].

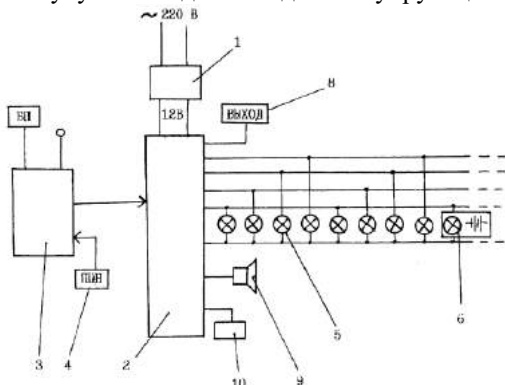


Рис. 1 - Принципиальная схема предлагаемой комплексной системы оповещения о чрезвычайных ситуациях, освещения путей эвакуации и пожарно-технического оборудования, а также организации и распределения потоков людей при эвакуации [2]

где: 1 - Источник электропитания; 2 - Электронный блок управления; 3 - Блок питания приемно-контрольного прибора; 4 - Пункту центрального наблюдения; 5, 6 - Световые оповещатели; 7 - Световые панели; 8 - Световые указатели аварийных выходов; 9 - Звуковые (сирены) оповещатели; 10 - Речевые оповещатели.

Список литературы

1. С.А. Вишневский, Р.Р. Волков к вопросу о повышении эффективности противотуманных фар // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Саранск - С.150-155.

2. Патент РФ №63092, 06.09.2006. Комплексная система оповещения о чрезвычайных ситуациях, освещения путей эвакуации и пожарно-технического оборудования, а также организации и распределения потоков людей при эвакуации // Потетюнин Сергей Владимирович.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНТЕННЫ КАССЕГРЕНА НА ЧАСТОТУ 118 ГГц С ПРЕДЕЛЬНО ДОСТИЖИМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Воробьев И.А.

Научный руководитель: Щербаков Владимир Викторович, к.т.н., доцент
(*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Нижний Новгород*)

DESIGNING A 118 GHZ CASSEGRAIN ANTENNA WITH EXTREMELY ACHIEVABLE CHARACTERISTICS

Vorobyov I.A.

Supervisor: Vladimir V. Shcherbakov, ass. professor
(*Nizhny Novgorod State Technical University
n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod*)

Аннотация

Представлен расчет электрических характеристик антенны Кассегрена на частоту 118 ГГц. Задачей работы является достижение максимально возможного коэффициента усиления в направлении главного максимума излучения антенны.

Abstract

The calculation of the electrical characteristics of the Cassegrain antenna at a frequency of 118 GHz is presented. The task of the work is to achieve the maximum possible gain in the direction of the main maximum of the antenna radiation.

1. Введение

Основной проблемой использования терагерцового диапазона для построения беспроводных систем связи является низкая выходная мощность источников излучения, поэтому в таких системах целесообразно использовать антенны с большим коэффициентом усиления. К таким антеннам относятся антенны, построенные по схеме Кассегрена. Данная схема построения антенны позволяет получить узкую диаграммы направленности (ДН) с коэффициентом усиления не менее 40 дБ. Приведенные выше характеристики антенны в терагерцовом диапазоне частот в условиях атмосферы Земли должны обеспечивать беспроводную связь на расстоянии

нескольких километров, а в условиях космического пространства на несколько тысяч километров.

2. Модель антенны Кассегрена

Антенна Кассегрена состоит из рупорного облучателя, вспомогательного зеркала – субрефлектора, который представляет собой одну ветвь гиперboloида вращения, фокусы которого совпадают с фазовым центром облучателя и фокусом основного зеркала. Основное зеркало представляет собой параболоид вращения [1]. Для уменьшения рассеяния энергии в свободное пространство, был выбран круглый гофрированный рупор. Используя метод геометрической оптики в САПР построена и оптимизирована модель антенны Кассегрена на 118 ГГц с коэффициентом усиления более 55 дБ, и уровнем боковых лепестков не превышающим -45 дБ.

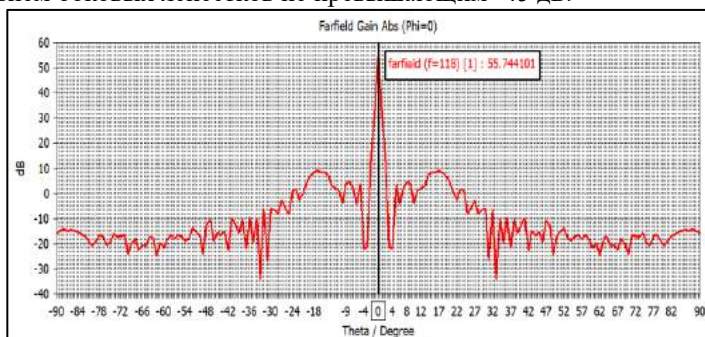


Рис. 1 – Результаты моделирования антенны Кассегрена на 118 ГГц

3. Заключение

По результатам проведенных расчетов предложен способ построения и оптимизации конструкции антенны с применением круглого гофрированного рупора в качестве облучателя.

Список литературы

1. Проектирование антенных устройств радиорелейных линий связи/И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006 – 90 с.

УДК 621.318.2

РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА ЯМР РЕЛАКСОМЕТРА

Разихин Р.А.

Научный руководитель: Фазлыяхматов Марсель Галимзянович, к.т.н.,
доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF THE NMR RELAXOMETER TRANSMITTING AMPLIFIER

Razikhin R.A.

Supervisor: Marsel G. Fazlyyakhmatov, associate professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Данная работа посвящена разработке усилителя передающего тракта ЯМР релаксометра. Предложена структурная схема усилителя на основе LDMOS транзисторов.

Abstract

This work is dedicated to the development of the NMR analyzer transmitting amplifier. A structural scheme of the amplifier based on LDMOS transistors is proposed.

1. Введение

В настоящее время ядерный магнитный резонанс (ЯМР) имеет широкую область применения. С помощью ЯМР возможно изучать свойства и структуру различных веществ и материалов. ЯМР представляет собой резонансное поглощение электромагнитной энергии макроскопической системой ядерных магнитных моментов, помещенных в постоянное магнитное поле [1]. Устройства, в основе работы которых используется ЯМР используются для создания трехмерных изображений молекул и других объектов, что позволяет получить более полное представление об их структуре. Разработка современной аппаратуры для ЯМР является актуальной задачей.

2. Разработка усилителя передающего тракта ЯМР релаксометра

В данной работе были изучены типовые схемы усилителей, их принципы работы и области применения. Были рассмотрены основные механизмы ядерного магнитного резонанса, процессы релаксации и другие физические процессы, были рассмотрены принципы разработки электрических схем устройств. Так же была разработана структурная схема усилителя передающего тракта ЯМР релаксометра, которая представлена на рис. 1.

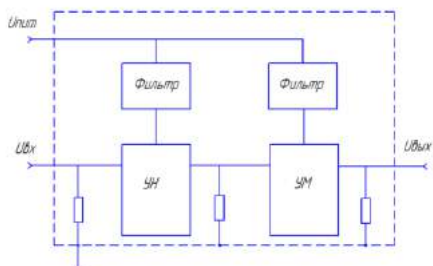


Рис. 1 Структурная схема усилителя

Усилитель напряжения (УН) – каскад, предназначенный для усиления напряжения сигнала. Усилитель мощности (УМ) – каскад, предназначенный для усиления мощности сигнала. Фильтры питания служат для того, чтобы очищать поступающее от источника напряжение от нежелательных составляющих, таких как пульсации, шумы и помехи. Каскады усиления в данной работе разработаны на транзисторах, выполненных по технологии LDMOS (металло-оксидный полупроводник с боковым рассеянием). LDMOS – это тип полевого транзистора с низкой плотностью мощности. Достоинством данной технологии является низкое сопротивление сток-исток и высокую скорость переключения.

В данной работе предлагается использовать транзисторы Ampleon ART150FE или Polyfet LS2641, удовлетворяющие заданным требованиям.

3. Заключение

Был разработан усилитель передающего тракта ЯМР релаксометра, рассмотрены механизмы ядерного магнитного резонанса, рассмотрены принципы построения электрических схем.

Список литературы

1. ЯМР-релаксация : учебно-методическое пособие / сост.: А. М. Перепухов, А.В. Максимычев, О.В. Кишенков, А.Ю. Куксин – М.: МФТИ, 2015. – 28 с.

УДК 550.837.75

НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СНА НА ОСНОВЕ РАДАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Спиридонов А.И.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

NON-INVASIVE SLEEP QUALITY MONITORING SYSTEM BASED ON RADAR TECHNOLOGY

Spiridonov A.I.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье описывается принцип работы неинвазивной системы контроля качества сна на основе доплеровского радара.

Abstract

This article describes the operating principle of a non-invasive sleep quality monitoring system based on Doppler radar.

Качественный сон очень важен для здоровой жизни. В настоящее время многие люди во всем мире не высыпаются, что оказывает негативное влияние на их образ жизни. Неинвазивная система контроля качества сна позволяет производить регистрацию сокращения грудной клетки, обрабатывать и передавать информацию о частоте дыхания человека во время сна.

Гетеродинамирование — это метод обработки радиосигналов, при котором новые частоты создаются путем объединения или смешивания двух частот. Эти новые частоты называются «гетеродинами». Гетеродинамный приемопередатчик обычно содержит отдельный гетеродин, колеблющийся на рабочей частоте радара для излучения и передачи сигнала. Принятый сигнал фильтруется полосовым фильтром и смешивается с другим отдельным гетеродином, колеблющимся на другой частоте по сравнению с ВЧ. Это означает, что смешанный сигнал модулируется на ненулевой промежу-

точной частоте (ПЧ), а не преобразуется непосредственно в основной диапазон. Смешанный сигнал также фильтруется другим полосовым фильтром, за которым следует малошумящий усилитель, и перед демодуляцией демодулируется напрямую или микшируется до основной полосы. На рисунке 1 представлена структурная схема гетеродинного трансивера [1].

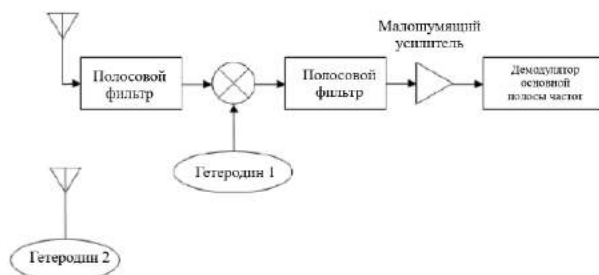


Рис. 1 – Структурная схема гетеродинного трансивера

Клинические методы – это методы, которые проводятся в специальных условиях (лабораториях, клиниках, больницах) под наблюдением обученного персонала. В настоящее время эти методы обладают высочайшей точностью и считаются эталонами мониторинга сна. Эти методы можно назвать инвазивными, поскольку они включают в себя различные датчики, прикрепленные к различным частям тела субъекта (например, голове, носу, пальцам рук, ног и груди), из-за чего вызывают нарушение естественного сна и не могут использоваться для долгосрочного мониторинга [2].

Таким образом, разобрав структурную схему гетеродинного трансивера, можно сделать вывод, что основным недостатком гетеродинной топологии является большое количество схемных компонентов и пассивных устройств, но этот недостаток нивелируется неинвазивным принципом работы датчика, что даёт преимущества при мониторинге сна.

Список литературы

1. Doppler Radar-Based Non-Contact Health Monitoring for Obstructive Sleep Apnea Diagnosis: A Comprehensive Review [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sul.su/c6Ah> (дата обращения 27.03.2024).
2. A Review of the Non-Invasive Techniques for Monitoring Different Aspects of Sleep [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sul.su/pEdv> (дата обращения 27.03.2024).

МОНОИМПУЛЬСНЫЙ РАДИОЛОКАТОР

Муллахметова Л.Л.

Научный руководитель: Сaitкулов Владимир Гельманович, д.т.н., профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MONOPULSE RADAR

Mullakhmetova L.L.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается принцип работы и устройства моноимпульсного радиолокатора и его узел автоматической подстройки фазы. Представлены прототипы заявляемого устройства.

Abstract

The article discusses the operating principle and design of a monopulse radar and its automatic phase adjustment unit. Prototypes of the proposed device are presented.

1. Введение

Моноимпульсная радиолокация – это один из методов измерения радиолокационной станцией угловых координат объекта, основанный на использовании зависимости амплитуды и фазы отраженных им сигналов, одновременно принятых по нескольким пространственным каналам. Устройство моноимпульсной радиолокации может быть применено в системах управления воздушным движением.

2. Устройство моноимпульсного радиолокатора

В данной работе рассмотрено устройство, отличающееся тем, что левый и правый каналы антенны выполнены из набора излучателей, расположенных симметрично относительно оси антенны и является общим для обоих каналов.

В данном МРЛ при воздействии контрольного сигнала определяется

фазовая ошибка, возникающая в приемнике, образованном ВЧ- и ПЧ-трактами, и в соответствии с величиной и знаком ошибки, считываемой с выхода фазового детектора, осуществляется корректировка значений измененных угловых координат самолета.

Коррекция фазовых ошибок приводит к смещению рабочего участка пеленгационной характеристики от центра диаграммы направленности, что, при значительных ошибках, нарушает симметрию ветвей пеленгационной характеристики и уменьшает реальную чувствительность.

Такой МРЛ является прототипом заявляемого изобретения (Рис. 1):

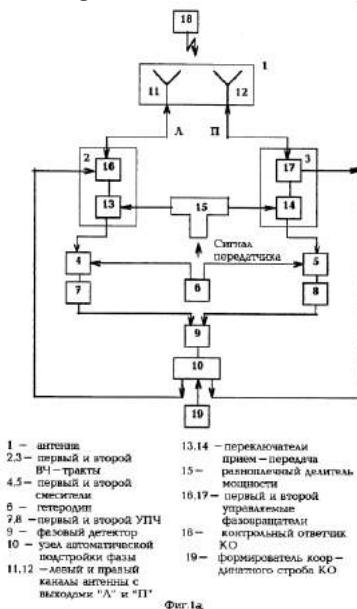


Рис. 1 – Прототип моноимпульсного радиолокатора

Список литературы

1. А.М. Маршов, Ф.А. Урманцев, С.В. Воробьев, В.Н. Ларионов, Б.А. Варламов, В.Н. Окинин, Н.С. Гуревич, Е.А. Сеницын / Моноимпульсный радиолокатор, электронный ресурс: <https://patentimages.storage.googleapis.com/2c/ad/ef/9fdeabae87a2f0/RU2122218C1.pdf>

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА РЕГИСТРАЦИИ ЯМР СИГНАЛА С РЕГУЛИРОВКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАЗЦА

Мухтаров К.А.

Научный руководитель: Фазлыяхматов Марсель Галимзянович, к.т.н.,
доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева - КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF AN NMR SIGNAL DETECTION SENSOR WITH SAMPLE TEMPERATURE CONTROL

Muhtarov K.A.

Supervisor: Marsel G. Fazlyyakhmatov, associate professor
*(Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev -
KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе представлен датчик регистрации ЯМР сигнала с регулировкой температуры образца.

Abstract

The article presents an NMR signal detection sensor with sample temperature control

1. Введение

ЯМР-релаксометр — прибор для измерения времени релаксации в ЯМР-спектроскопии, позволяющий исследовать структуру и динамику молекул, а также изучать релаксационные процессы в различных системах.

2. Разработка датчика регистрации ЯМР сигнала с регулировкой температуры образца

В начале мы предложили систему датчиков регистрации ЯМР-сигнала с регулировкой температуры образца, состоящую из двух контуров : внутреннего и внешнего. Эта система обладает несколькими преимуществами по сравнению с системами, в которых используется газовая прокладка или элемент Пельтье, такими как: более равномерное распределение

температуры, более высокая скорость прокачки, что позволяет быстрее достигнуть необходимой температуры, более широкий диапазон температур, а также более компактное оборудование.

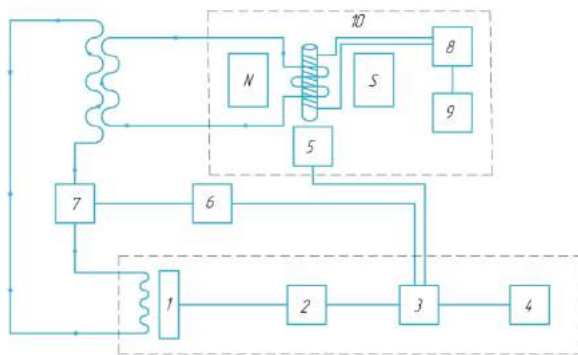


Рис. 1 – Принципиальная схема системы. 1 - Элемент Пельтье, 2 - коммутирующий элемент, 3 - Микроконтроллер, 4 - Компьютер, 5 - Датчик температуры, 6- коммутирующий элемент, 7 - насос, 8 - генератор импульсов, 9 - Компьютер, 10 - Приемно-передающая катушка

В микроконтроллере (3) зашит код управления всей системой с помощью метода импульсного регулирования. При вводе значений температуры, микроконтроллер (3) подаёт сигнал на реле (6) насоса и элемент Пельтье (1). Из-за этого температура жидкости в первом контуре, где циркулирует этиленгликоль, начинает изменяться, что приводит к изменениям температуры во втором контуре, в котором циркулирует СС14. Датчик температуры (5) фиксирует температуру образца, при достижении нужной температуры, поступает сигнал на микроконтроллер (3), он прекращает процесс терморегулирования образца.

3. Заключение

Представили датчик регистрации ЯМР сигнала с регулировкой температуры образца на основе системы с двухконтурным терморегулированием.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5ec97109-660955b7-8c8a1fca-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Relaxometry

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДВУХ НАНОМЕТРОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Курков А.Л.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATING THE POTENTIAL OF TWO-NANOMETER PRO- CESS TECHNOLOGY

Kurkov A.L.

Supervisor: Igor D. Mikheev, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается изучение возможностей двух нанометрового техпроцесса. Представлены преимущества данной технологии в сравнении с предыдущими разработками.

Abstract

The article discusses the exploration of the potential of the two-nanometer process. The advantages of this technology compared to previous developments are presented.

1. Введение

Технологии в настоящее время играют огромную роль почти во всех сферах нашей жизни, от устройств, которые мы используем в повседневной жизни, до промышленности.

Уверенно можно сказать, что создание транзистора является одним из главных достижений современной науки. С повышением запросов потребителей, возникает необходимость усовершенствования технологий.

В нынешнее время в современных устройствах чаще всего можно заметить использование процессоров по техпроцессу от 5 до 14 нм. За последние годы размер технологического процесса удалось снизить до крайне малых значений. Достижением современной науки является уменьшение техпроцесса до 2 нм.

2. Возможности 2x – нм технологического процесса

Разработка двух нанометрового техпроцесса дало возможность инженерам разрабатывать более совершенные устройства.

Благодаря двух нанометровому техпроцессу удалось добиться более плотной расстановки транзисторов, что дало возможности по уменьшению размеров и увеличению мощности чипов.

Использование данной технологии позволяет создавать более энергоэффективные чипы, которые потребляют меньше энергии и выделяют меньше тепла, также уменьшение размеров транзисторов позволяет увеличить скорость работы микросхемы [1].

Сравнивая двух нанометровый техпроцесс с семи нанометровым, можно отметить увеличение производительности на 45% при одном уровне энергопотребления. Если же производительность процессоров с 2x нм техпроцессом искусственно замедлить до показателей 7 нм чипов, то потребление энергии снизится на 75% [2].

В связи с уменьшением размеров транзисторов становится возможным более тесное размещение различных компонентов на одном кристалле, что облегчает интеграцию различных функций в одном чипе.

Также стоит отметить, что использование данного техпроцесса может снизить потребление материалов и энергии, что делает его более экологичным по сравнению с предыдущими техпроцессами.

3. Заключение

Уменьшение техпроцесса до двух нанометров даёт множество преимуществ, позволяя создавать чипы с более высокими характеристиками и функциональностью, которые делают эту технологию привлекательной для производителей электронных устройств. Однако, для полного раскрытия потенциала данного технологического процесса необходимо продолжать исследования и разработки в области новых технологий и материалов.

Список литературы

1. Wang T. Sub-20nm FinFET: PMOS Scaling Challenges and Technology Development // IEEE Transactions on Electron Devices. – 2014. – Vol. 62(1). – P. 2-8.
2. Introducing the world's first 2 nm node chip – Текст: электронный // <https://research.ibm.com/> – [сайт]. URL: <https://research.ibm.com/blog/2-nm-chip>

КОНТРОЛЬ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЕДЕНИЯ ЦЕЛИ

Гарифуллов М.Р.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

UAV CONTROL USING ACOUSTIC TARGET GUIDANCE METHODS

Garifullov M.R.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается применение акустических методов в контексте управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Рассматриваются преимущества такого подхода, его эффективность и возможные перспективы в области военных и гражданских применений.

Abstract

In this article, the application of acoustic methods in the context of unmanned aerial vehicle (UAV) control is discussed. The advantages of such an approach, its effectiveness, and potential prospects in both military and civilian applications are examined.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют ключевую роль в современных технологиях, обеспечивая различные виды миссий, начиная от разведки и мониторинга до точного нанесения ударов. Одним из основных аспектов их эффективной работы является точное управление и наведение на цель. В этой статье рассматривается использование акустических методов для управления БПЛА и точного ведения цели.

2. Преимущества акустических методов ведения цели

Применение акустических методов в управлении беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) представляет собой перспективное

направление исследований и разработок, которое обещает ряд значительных преимуществ.

Во-первых, акустические методы позволяют получать информацию о целях независимо от условий освещения и видимости. Это означает, что даже в условиях низкой освещенности или тумана, акустические сенсоры способны точно обнаруживать и отслеживать цели.

Кроме того, акустические методы позволяют определять не только положение цели, но и ее движение. Это особенно важно в контексте управления БПЛА, поскольку обеспечивает возможность точного наведения на подвижные объекты или группы целей [1].

Другим важным преимуществом акустических методов является, что акустические сенсоры способны быстро реагировать на изменения среды и целей, что делает их эффективными инструментами для реального времени управления БПЛА.

Более того, акустические методы могут быть эффективными даже в условиях электромагнитных помех или атмосферных воздействий, которые могут осложнить работу других типов сенсоров, таких как радары или оптические системы[2].

Наконец, акустические методы обладают высокой степенью адаптивности и могут быть легко интегрированы с другими системами управления и контроля БПЛА. Это открывает широкие перспективы для применения акустических методов как в военных, так и в гражданских областях, включая разведку, поиск и спасение, контроль границ и т. д.

3. Заключение

В заключении следует отметить, что использование акустических методов ведения цели в контексте управления БПЛА представляет собой перспективное направление развития. Они позволяют значительно повысить эффективность миссий, обеспечивая точное и надежное наведение на цель в различных условиях. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к созданию более совершенных систем управления БПЛА и повышению их функциональных возможностей.

Список литературы

1. Власов Е.В., Самохин В.Ф. Исследование аэродинамического шума планеров // Акустический журнал. – 1977. – Т. 23. – с.550-556.
2. Smith, J., & Johnson, A. Acoustic Targeting Systems for Unmanned Aerial Vehicles // Journal of Unmanned Aerial Systems. – 2022. – vol 8, no. 3. – p. 45-56.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАТЧИК ПАРКОВКИ

Акбиров И.И.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ULTRASONIC PARKING SENSOR

Akbirov I.I.

Supervisor: Igor A. Gorbunov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В этой работе рассматривается схема ультразвукового датчика парковки, определяются его преимущества и недостатки.

Abstract

This paper examines the design of an ultrasonic parking sensor and identifies its advantages and disadvantages.

Введение

В основе работы ультразвуковых датчиков обнаружения препятствий лежит принцип эха. Эти датчики включают два преобразователя: один излучает ультразвуковые волны, а другой принимает отраженные волны. Тот же преобразователь, который передает ультразвук, может также обнаруживать отраженные волны [1].

Схема ультразвукового датчика парковки

Схема парковочного радара на микроконтроллере Z86E0208PSC управляет излучателями и приёмниками ультразвуковых сигналов, определяет расстояние до препятствий и формирует предупреждающие сигналы в соответствии с дистанцией до препятствия. Для питания системы используется стабилизатор напряжения 7805, обеспечивающий стабильные +5 В. Резонансный усилитель собран на транзисторах VT1–VT3, а ультразвуковые излучатели и приёмники подключены к контроллеру. Отраженные ультразвуковые волны анализируются контроллером после приёма приёмниками [2].

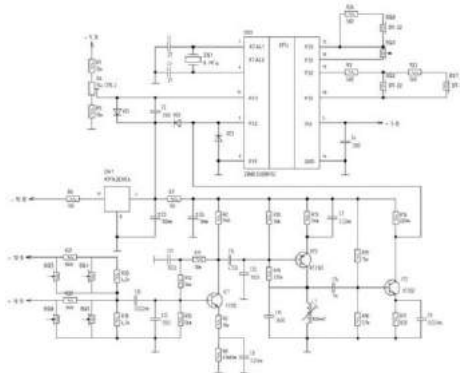


Рис. 1 - Схема на микроконтроллере Z86E0208PSC [2]

Преимущества:

1. Использование микроконтроллера Z86E0208PSC для управления схемой, что позволяет рассчитывать расстояние до преграды и формировать предупреждающие сигналы на основе полученных данных.
2. Применяются по четыре ультразвуковых излучателя и приёмника
3. Дальность действия 1-2 метра.

Недостатки:

1. Необходимость в подключении к питанию от лампы заднего хода автомобиля, что может вызвать сложности при установке или использовании устройства в различных автомобилях.

Заключение

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что схема на микроконтроллере Z86E0208PSC предпочтительна, так как она имеет дальность действия до двух метров. Так же большим плюсом является наличие четырех излучателей и приемников, которые дают возможность уменьшить количество слепых зон у автомобиля.

Список литературы

1. Сысоева, С. Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. Часть 5. Ультразвуковые датчики / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2007. – № 2(67). – С. 30-35.
2. Дицкий, М. А. Разработка принципиальной схемы и конструкции парковочного радара автомобиля / М. А. Дицкий, В. В. Черноверская // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2021. – Т. 2. – С. 237-240.

СЕНСОРНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ ТРОСТЬ С ТАКТИЛЬНОЙ НАВИГАЦИЕЙ

Ялуков Д.Д.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TOUCH-SENSITIVE ROBOTIC CANE WITH TACTILE NAVIGATION

Yalukov D.D.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается использование сенсорной роботизированной трости с тактильной навигацией. Представлены преимущества и недостатки данного инновационного устройства. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

This article discusses the use of a touch-enabled robotic cane with tactile navigation. The advantages and disadvantages of this innovative device are presented. The problems of this topic have also been identified.

1. Введение

Сенсорная роботизированная трость с тактильной навигацией представляет собой инновационное устройство, которое помогает людям с ограниченными возможностями передвижения в повседневной жизни. Такая трость оснащена сенсорами и технологией роботизации, что позволяет ей реагировать на окружающую среду и помогать пользователю в навигации.

Тактильная навигация в данном контексте означает, что трость способна передавать тактильные сигналы пользователю, помогая ориентироваться в пространстве.

Например, при приближении к препятствию трость может вибрировать или издавать звуковой сигнал, предупреждая пользователя о возможной опасности.

Эта технология имеет большой потенциал для улучшения качества жизни людей с ограниченными возможностями передвижения и может значительно увеличить их независимость [1].

2. Преимущества и недостатки

В целом, передача акустической информации в водной среде имеет как преимущества, так и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе способа связи и обработки данных в подводной среде [2].

Преимущества:

- Увеличение независимости
- Повышение безопасности
- Улучшение качества жизни

Недостатки:

- Высокая стоимость
- Технические проблемы
- Необходимость обучения

3. Заключение

В заключение, сенсорная роботизированная трость с тактильной навигацией обращает внимание на инновационные разработки в области медицинской и реабилитационной технологии, способные значительно улучшить качество жизни людей с ограниченными возможностями.

Её преимущества в виде повышения независимости, безопасности и активного участия в повседневной жизни делают её ценным инструментом для поддержки и помощи. Несмотря на некоторые недостатки, такие как высокая стоимость и необходимость обучения, сенсорная роботизированная трость представляет собой значительный шаг в развитии технологий помощи людям с ограниченными возможностями и может иметь значительный положительный эффект на их жизнь [2].

Список литературы

1. M. Akbari, A. S. Kashani, M. R. Jahed-Motlagh, and M. J. Mahjoob. "Design and development of a smart robotic cane for visually impaired people." 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation Sciences (ICRAS), 2016.

2. J. A. Adams, D. W. Hansen, and J. E. Adams. "Obstacle detection and avoidance for the visually impaired: The social white cane." IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, Vol. 41, no. 1, pp. 10-20, 2011.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Русских Д.С.

Научный руководитель: Гайнуллина Н.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

GENERAL INFORMATION AND THE PRINCIPLE OF OPERATION OF THE MIRROR ANTENNA

Russkikh D.S.

Supervisor: Gainullina N.R., ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается устройство и принцип работы зеркальной антенны. Представлена модель зеркальной антенны, исследованы ее геометрические характеристики.

Abstract

The article discusses the device and the principle of operation of a mirror antenna. A model of a mirror antenna is presented and its geometric characteristics are investigated.

1. Введение

Зеркальными антеннами называют антенны, у которых поле в раскрыве формируется в результате отражения электромагнитной волны от металлической поверхности специального рефлектора (зеркала). Источником электромагнитной волны обычно служит какая-нибудь небольшая элементарная антенна, называемая облучателем.

2. Принцип действия зеркальной антенны

В раскрыве антенны отраженная волна обычно имеет плоский фронт для получения острой диаграммы направленности либо фронт, обеспечивающий получение диаграммы специальной формы. Комплексная амплитуда напряженности электрического поля этой волны описывается выражением:

$$E = \frac{E_0 F(\theta, \varphi) e^{ikr}}{r}, \quad (1)$$

где: $F(\theta, \varphi)$ – нормированная диаграмма направленности, сформированная зеркалом [1].

Принцип действия простейшей зеркальной антенны приведен на рисунке 1: 1 – зеркало, 2 – облучатель, 3 – сферический фронт волны облучателя, 4 – плоский фронт волны облучателя, 5 – диаграмма направленности облучателя, 6 – диаграмма направленности зеркала.

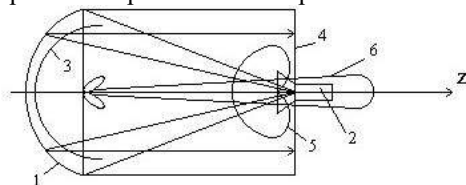


Рис. 1 – Принцип действия простейшей зеркальной антенны [2]

Точечный облучатель (например, маленький рупор), расположен в фокусе параболоида и создает у поверхности зеркала сферическую волну. Зеркало преобразует ее в плоскую, т.е. расходящийся пучок лучей преобразуется в параллельный, чем и достигается формирование острой диаграммы направленности. Основная цель зеркальных антенн сводится к преобразованию сферического или цилиндрического фронта волны в плоский фронт [3].

3. Заключение

Зеркальные антенны используются в качестве радиолокационных антенн, управляющих кораблями, самолётами и управляемыми ракетами. С появлением домашних спутниковых телевизионных приёмников, параболические антенны стали особенностью ландшафтов современных городов.

Список литературы

1. Сазонов Д.Н. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш.школа, 1988. – 112с.
2. URL: https://tv-antenni.ru/images/d_antenn.jpg (дата обращения: 26.03.2024)
3. Жук М.С., Молочков Ю.Б., Проектирование антенно-фидерных устройств. – М.: Энергия, 1966. – 242с.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ МЕЖДУ СПУТНИКОМ
“КАI-2” И ЗЕМНОЙ СТАНЦИЕЙ**

Акчурин Э.Р., Матвеев В.И.

Научный руководитель: Васильев И.И., к.т.н., доцент

Логинов С.С., д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**DESIGNING COMMUNICATION CHANNEL BETWEEN SATELLITE
“KAI-2” AND THE EARTH STATION**

Akchurin E.R., Matveev V.I.

Supervisor: Vasiliev I.I., assistant professor,

Loginov S.S., professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается проектирование канала радиосвязи линии Космос-Земля: выбор передатчика, технологий передачи, параметров системы. В работе представлена структурная схема проектируемого спутника.

Abstract

The article discusses the design of the Space-Earth radio communication channel: the choice of a transmitter, transmission technologies, and system parameters. The paper presents a block diagram of the projected satellite.

1. Введение

Проектируемая система передачи предназначена для студенческого спутника КАI-2, реализованного на платформе CubeSat 3U. Выбор передатчика основан на анализе множества различных устройств передачи, представленных на рынке. Из возможных вариантов от разных производителей выбраны три основных микросхемы, подходящие для реализации передающего устройства в космическом пространстве: AT86RF211; MAX2830; CC1101. Среди этих трех модулей приемопередатчиков наиболее подходящим по своим характеристикам для проектирования студенческого спутника выбран модуль компании TEXAS INSTRUMENTS – CC1101.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АНАЛОГОВОЙ ГИТАРНОЙ ПЕДАЛИ С ЭФФЕКТОМ «FUZZ»

Гумаров Е.Р.

Научный руководитель: Сагдиев Рафаэль Касимович, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ANALOG GUITAR PEDAL WITH THE "FUZZ" EFFECT

Gumarov E.R.

Supervisor: Rafael K. Sagdiev, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье приводятся результаты проектирования простейшей гитарной педали с эффектом «fuzz» на составном транзисторе, особенности её функционирования.

Abstract

The article presents the results of designing the simplest guitar pedal with the "fuzz" effect on a Darlington transistor, and the features of its functioning.

1. Введение

Устройство было спроектировано с целью изучения принципов аналоговой обработки звуковых сигналов.

В основе работы данного устройства лежит принцип нелинейного искажения звукового сигнала усилительными устройствами с полной потерей огибающей сигнала в процессе их работы.

2. Особенности функционирования устройства

Особенностью схемы является преобразование исходного сигнала в сигнал практически прямоугольной формы. Таким образом, устройство вносит в исходный сигнал, снятый со звукоснимателя электрогитары, сильные нелинейные искажения. По результату работы схема очень сильно схожа с триггером Шмитта, который является основой для такого эффекта, как Fuzz.

3. Опытные исследования

Для наглядности демонстрации работы педали приведена осциллограмма, показывающая входной и выходной сигналы у смоделированного в программе NI Multisim устройства. Входной сигнал выделен синим цветом, а выходной – красным. Исходя из данных, полученных опытным путем, напряжение на выходе звукоснимателя электрогитары составляет порядка 50-100 мВ. При моделировании, значение выходного сигнала было взято равным 75 мВ. Как мы можем наблюдать с осциллограммы, уровень усиленного и искаженного выходного сигнала составляет примерно 500 мВ. Форма выходного сигнала близка к сигналу прямоугольной формы.

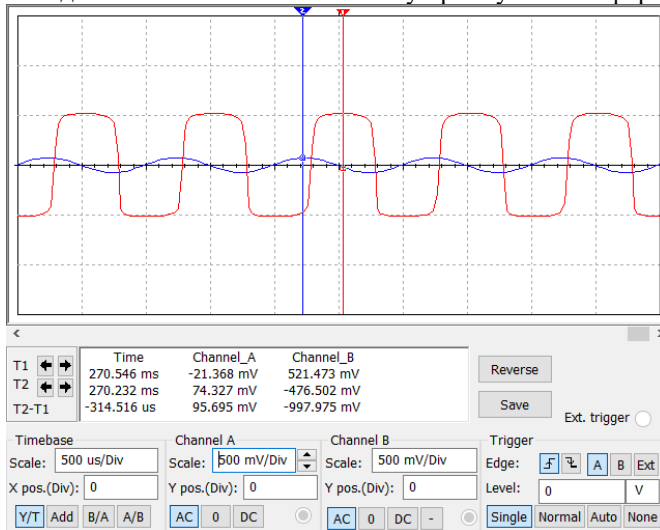


Рис.1 – Осциллограмма входного и выходного сигналов смоделированного устройства

4. Заключение

В результате проектирования гитарной педали был получен прибор, оснащенный линейным входом и выходом для подключения гитары и АС (аудиосистемы), который позволяет реализовать такой гитарный эффект как Fuzz.

Список литературы

1 Brewster D. M. Introduction to Guitar Tone & Effects: An Essential Manual for Getting the Best Sounds from Electric Guitars, Amplifiers, Effect Pedals, and Digital Processors. – Hal Leonard Corporation, 2003.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Липинский Л.А.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TEST BENCH FOR POWER SUPPLIES BASED ON THERMOELEC- TRIC CONVERTERS

Lipinskiĭ L.A.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод измерения и анализа параметров преобразователя напряжения для обратного эффекта Пельтье. Предложена структурная схема испытательного стенда для исследования внутренних процессов и характеристик источников питания на основе термоэлектрических преобразователей.

Abstract

The article discusses a method for measuring and analyzing the parameters of a voltage converter for the reverse Peltier effect. A block diagram of a test bench for the study of internal processes and characteristics of power sources based on thermoelectric converters is proposed.

1. Введение

Элемент Пельтье – термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого основан на термоэлектрическом эффекте, приводящем к возникновению ЭДС под воздействием разности температур. Один модуль элемента Пельтье **ТВ109-0.6-0.8** в режиме генерации может выдать до 86 мВт при напряжении 1.31 В и нагрузке $R=20$ Ом, что позволяет создавать источники электрической энергии на основе сборок таких модулей. Однако для реализации таких модулей потребуются специализированные схемотехнические решения с высоким КПД.

2. Структурная схема испытательного стенда

Для преобразования напряжения будем использовать простую схему повышающего преобразователя на микросхеме L6920. На вход преобразователя подаётся 0.8..5.5 В. На выходе будет стабилизированное напряжение 5 В.

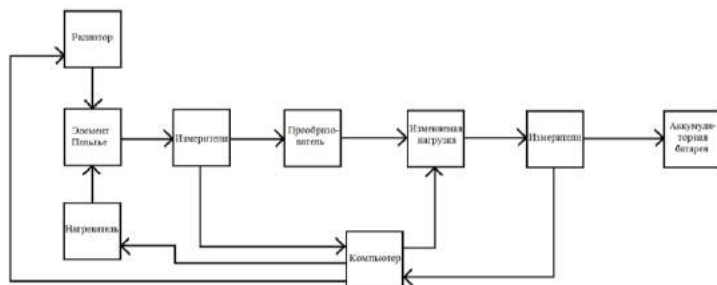


Рис. 1 – Структурная схема испытательного стенда

Элемент Пельтье нагревается нагревателем и охлаждается радиатором, управляемыми с компьютера для изменения перепада температур. Ток, возникающий при обратном эффекте Пельтье, попадает на измеритель, измеряющий его параметры и передающий их в компьютер. Далее напряжение преобразовывается повышающим преобразователем до стабильного уровня 5 В. После этого, ток попадает на изменяемую нагрузку, управляемую с компьютера для измерения зависимости КПД от нагрузки. Затем параметры тока вновь измеряются и передаются в компьютер. Дополнительной возможностью стенда является возможность сохранения энергии в аккумуляторных батареях с возможностью накопления статистики для разработки систем диагностики и контроля, например, при реализации систем релаксационного контроля [1].

3. Заключение

Предложенная структурная схема позволяет исследовать процессы преобразования энергии в системах электропитания на основе термоэлектрических преобразователей и может использоваться в научно-исследовательском и образовательном процессе.

Список литературы

1. Никишина, Г. В. Идентификация параметров электрической модели электрохимических источников тока на основе анализа переходных процессов, вызванных изменениями нагрузки / Г. В. Никишина, Т. П. Никишин, Е. С. Денисов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78, № 3. – С. 121-128.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАКТА РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА С СУММИРОВАНИЕМ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ УСИЛИТЕЛЕЙ

Хадиев Г.Р.², Раупов Р.Р.¹

Научный руководитель: Логинов С.С., д.т.н., профессор
(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко», г. Казань,
²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODELING OF THE PATH OF A RADIO RECEIVER WITH SUMMA- TION OF THE OUTPUT SIGNALS OF AMPLIFIERS

Khadiev G.R.², Raupov R.R.¹

Supervisor: Sergey S. Loginov, professor
(¹«SPA «Radio electronics» named after V.I. Shimko», Kazan,
²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе исследована модель тракта радиоприемного устройства с суммированием выходных сигналов усилителей и приведены гистограммы выходных сигналов при различных сигналах на входе приемника.

Abstract

The presents a model of the radio receiver path with summation of the output signals of the amplifiers and the histogram of the output signals.

Радиоприемные устройства являются одним из основных элементов радиотехнических систем. Они используются в средствах связи, телевидении, радиолокаторах, а также в средствах государственного опознавания.

Цель работы – разработка в программной среде Matlab модели тракта радиоприемного устройства с суммированием выходных сигналов усилителей и проведение анализа прохождения через него сигналов.

Радиоприемные устройства с суммированием выходных сигналов усилителей используются в широкодиапазонных системах. В работе предложена программная модель радиоприемного устройства для таких систем.

Тракт радиоприемного устройства состоит из 4-х идентичных последовательно включенных усилительных каскадов, каждый из которых состоит из нелинейного элемента (НЭ) и фильтра нижних частот (ФНЧ). НЭ используется для усиления сигнала, а ФНЧ - для фильтрации шумов. Сигнал с выхода каждого каскада поступает на сумматор. С сумматора сигнал поступает на демодулятор, состоящий из диодного детектора и ФНЧ. Далее сигнал поступает на пороговое устройство, где принимается решение о принятом значении сигнала. К каждому каскаду подключен генератор аддитивного белого Гауссовского шума (АБГШ), который имитирует помехи, возникающие в результате прохождения сигнала через усилительные каскады.

Структурная схема радиоприемного устройства с суммированием выходных сигналов усилителей приведена на рис. 1.

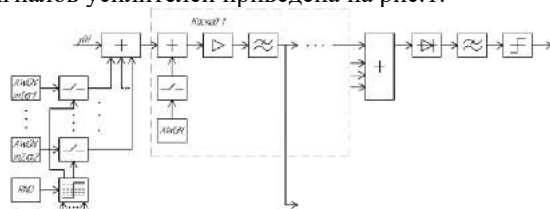


Рис.1 – Структурная схема

Разработанная программная модель широкодиапазонного приемного устройства позволяет оценивать вероятности ложных тревог, пропусков и правильного обнаружения сигналов различных типов в условиях воздействия помех, описываемых смесью гауссовых распределений.

Таким образом, была разработана модель тракта радиоприемного устройства с суммированием выходных сигналов усилителей и получены оценки гистограмм распределения шума, смеси сигнала и шума на выходе радиоприемного устройства.

Список литературы

1. Ильин Г.И., Польский Ю.Е. Динамический диапазон и точность радиотехнических и оптоэлектронных систем // Итоги науки и техники. Серия «Радиотехника» / Гос. Ком. Совета Министров СССР по науке и технике, АН СССР. М.:ВИНИТИ, 1989. Т.39.С.67-114.
2. А.Е. Денисов, Д.П. Данилаев Использование радиофотонного аналого-цифрового преобразователя в структуре цифрового радиоприемного устройства // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2023. №3 (59). С.33-44.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ПУЛЬТА ДЛЯ АНАЛОГОВЫХ ГИТАРНЫХ ПЕДАЛЕЙ

Фазылов Р.Р.

Научный руководитель: Сагдиев Рафаэль Касимович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIGITAL REMOTE CONTROL FOR ANALOG GUITAR PEDALS.

Fazylov R.R.

Supervisor: Rafael K. Sagdiev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводятся результаты проектирования и особенности реализации устройства на базе микропроцессора ESP32, напоминающего по функционалу простейший «Dj пульт», с помощью которого можно управлять гитарными педалями с различными эффектами.

Abstract

The article presents the results of the design and features of the operation of the device based on the ESP32 microprocessor, which resembles the simplest "Dj console" in functionality, with which you can control guitar pedals with various effects.

1. Введение

Устройство было спроектировано с целью изучения микропроцессора ESP32: его возможностей, а также встроенного функционала.

В основе работы данного устройства лежит встроенный в микропроцессор модуль Bluetooth v4.2. Посредством связи между микропроцессором и управляющим устройством (смартфон) осуществляется переключение между педалями, а также их небольшая настройка.

2. Особенности реализации устройства

Особенностью реализации является необходимость в использовании вспомогательных драйверов (биполярных транзисторов в ключевом режиме работы) для усиления выходного тока микросхемы, поскольку выходной ток ESP32 с граничным значением 12 мА недостаточен для корректного управления педалями.

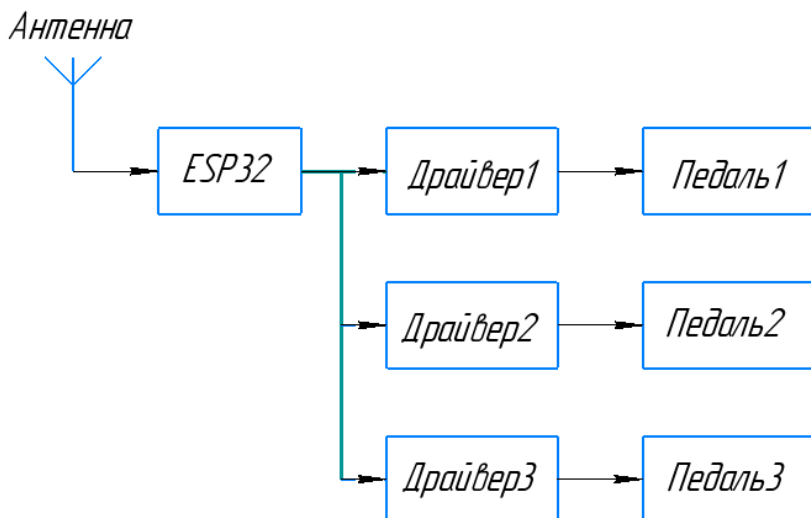


Рис. 1 – Функциональная схема работы устройства

4. Заключение

Результатом проектирования является устройство позволяющее комфортно в реальном времени переключать аналоговые педали с различными эффектами.

Список литературы

1 Maier A., Sharp A., Vagapov Y. Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things //2017 Internet Technologies and Applications (ITA). – IEEE, 2017. – С. 143-148.

2 Misal S. R. et al. Indoor positioning system (IPS) Using ESP32, MQTT and bluetooth //2020 fourth international conference on computing methodologies and communication (ICCMC). – IEEE, 2020. – С. 79-82.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АУДИО ЭФФЕКТОВ В САПР MULTISIM

Есин В.С.

Научный руководитель: Загидуллин Рамиль Маратович, ассистент (*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

MODELING THE OPERATION OF AUDIO EFFECTS DEVICE IN MULTIPISIM SAPR

Esin.V.S

Supervisor: Ramil.M Zagidullin, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается исследование устройства для моделирования аудио эффектов с использованием САПР Multisim. Представлена модель устройства Pro Co RAT с дополнительными модификациями, исследованы ее характеристики с помощью осциллографа.

Abstract

The paper discusses the study of a device for modeling audio effects using Multisim CAD. The model of the device Pro Co RAT with additional modifications is presented, its characteristics are investigated using an oscilloscope.

1. Введение

Устройство Pro Co RAT создано на основе операционного усилителя LM308. LM308 и LM308АН являются прецизионными операционными усилителями. В дополнении к низким входным токам типового ОУ, эти устройства имеют достаточно низкое напряжение смещения, позволяющее добиться отличных характеристик и параметров. Помимо исходной схемы, были созданы ее различные модификации, которые позволяют получить дополнительные искажения аудио сигнала.

2. Рабочая схема на основе Pro Co RAT.

В данной работе приведены исследования схемы устройства аудио эффектов Pro Co RAT с модификациями [\[1\]](#). В рабочей схеме только один

рабочий каскад на базе ОУ LM308АН. Его усиление задается потенциометром обратной связи с сопротивлением 100К. Также в обратной связи ОУ располагаются ФНЧ и ФВЧ. Низкие частоты отсекаются до 7 Гц, а высокие до 16 КГц. При уменьшении сопротивления на потенциометре обратной связи мы получаем 2 резонанса на двух частотах: 60 и 1.5 КГц.

После ОУ расположены два параллельных диода 1N914, которые смягчают усиленный сигнал после ОУ и добавляют компрессию. После стоит ФНЧ, который может только снижать частоты (от 475 до 32 КГц). Перед выходным потенциометром в 100К расположен фильтр для согласования сигнала.

Модификации Pro Co RAT расположены в обратной связи ОУ. При помощи диодов 1N4454 и МОП - транзисторов IRF520 вносятся ограничения в контур обратной связи, что увеличивает компрессию. При переключении на диоды LED 2 и LED 3 увеличиваются общая громкость и высокие частоты. (Модификация перегруза)

Вторая модификация (Модификация тона) предполагает замену резистора R12 сопротивлением 47 Ом на потенциометр. Таким образом можно контролировать количество определенной частоты, которая попадает на землю. Результатом является еще один элемент управления для формирования искажения.

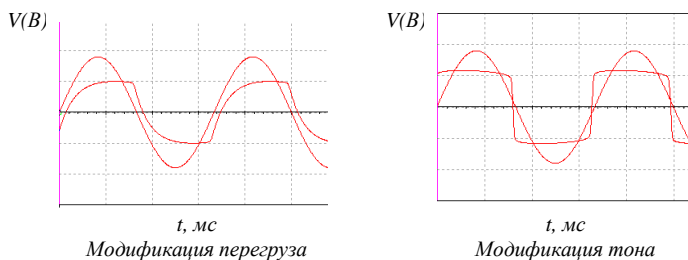


Рис. 1 – Результаты моделирования работы устройства для аудио эффектов Pro Co RAT с модификациями в САПР Multisim

3. Заключение

В ходе исследовательской работы проанализирована схема устройства аудио эффектов Pro Co RAT в САПР Multisim и предоставлен принцип работы. Данное устройство может быть собрано как для личного пользования, так и для новых разработок.

Список литературы

1. The Four Knob Rat / [Электронный ресурс] // Beavis audio research: [сайт]. — URL: <http://beavisaudio.com/> (дата обращения: 05.04.2024).

ИЗМЕРЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ВОДНОГО РАСТВОРА С ПОМОЩЬЮ pH МЕТРА

Злобин М.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASURING THE ACIDITY OF AN AQUEOUS SOLUTION USING A pH METER

Zlobin M.A.

Supervisor: Radik M. Muratow
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье объясняется важность и устройство прибора pH метра, задачей которого является измерение кислотности водного раствора. Также дается кратко объяснение явления кислотности и зачем его измеряют.

Abstract

The article gives the importance and works of system pH meter, that measure acidity of aqueous solutions. Also it provides short conception for acidity and why it needs to be measured.

В наше время, естественно научные дисциплины, такие как физика, химия, биологи, занимаются такой проблемой как измерение кислотности в различных средах. Подобного рода задачи проистекают из необходимости определения параметров среды, которые влияют на взаимодействие объектов и самой среды.

Меру кислотности измеряют в pH (лат. pondus Hydrogenii), который представляет собой концентрацию ионов водорода в среде. Значение pH равно противоположному по знаку десятичному логарифму активности катионов водорода (1). Считается, что диапазон значений pH равен промежутку от 14 до 0.

$$pH = -lg[H^+] \quad (1)$$

Среда может быть кислой ($\text{pH} < 7$) или щелочной ($\text{pH} > 7$). В кислой среде больше катионов водорода, соответственно кислая среда отдает катионы менее кислому объекту, изменяя его структуру. Щелочная – забирает.

Значение кислотности в почве, бассейне или желудке коровы влияет на успешное функционирование налаженного процесса.

Требуется простой и удобный инструмент для решения задачи. Таким инструментом стал рН метр, сделанный на основе электрохимического процесса двух электродов [1].

Метр, или датчик состоит из двух электродов, измерительного и эталонного, модуля усиления и АЦП для цифровизации выходного сигнала [2]. Каждый из элементов выполняет свою комплексную задачу. Например, электроды возбуждают ЭДС в цепи по электрохимическим законам, передавая информацию о концентрации катионов на следующий элемент схемы, исполняющий свою роль.

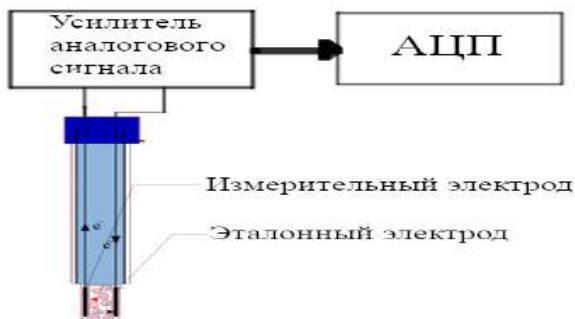


Рис. 1 – Схема работы рН метра

Задачей этой работы стоит – кратко и понятно объяснить процессы, которые происходят в устройстве рН метра. Предложить объяснение, которое необходимо человеку для комплексного понимания физических, химических и механических процессов.

Список литературы

1. Томилов А.П.// Учебное пособие: Томилов А.П.- Прикладная электрохимия – Министерство высшего образования СССР в качестве учебника для студентов химико-технологических специальностей вузов – 518с.

2. ФОРУМ//[Электронный ресурс] : Домашняя реализация детектирования рН в растворе с помощью сигнала датчика и электронный цепи, изменяющей сигнал – URL - <https://forum.arduino.cc/t/ph-sensor-detection-circuit-design/478631> (дата обращения: 24.03.2024).

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ**

Енилиев Р.Р.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MEASURING BENCH FOR STUDYING THE FUEL CELLS RELAXA-
TION CHARACTERISTICS**

Eniliev R.R.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена описанию работы измерительного стенда для исследования релаксационных характеристик топливных элементов. Приведена структурная схема стенда.

Abstract

This article is devoted to describing the operation of a measuring bench for studying the fuel cells relaxation characteristics. A block diagram of the bench is shown.

Топливные элементы, являясь одними из перспективных источников электропитания, широко применяются в мощных энергетических установках, электромобилях, портативной технике и различных радиоэлектронных устройствах. Такие элементы обладают большими преимуществами по сравнению с другими электрохимическими источниками: высокий КПД и удельная мощность, отсутствие подвижных механических частей. Также они экологически безопасны в процессе функционирования. Обеспечение стабильной и безотказной работы топливных элементов и поддержание высоких энергетических характеристик возможны благодаря реализации специальных систем контроля и диагностики. Информативными методами

контроля являются измерение импеданса в частотной [1] и временной области [2], анализ флуктуационно-шумовых [3] и релаксационных характеристик [4]. Для экспериментальной апробации последнего был разработан измерительный стенд, состоящий из следующих элементов: 1. рассматриваемый топливный элемент (ТЭ); 2. источник питания (ИП); 3. электролизер (ЭЛ); 4. резистивная нагрузка-1 (РН-1) и резистивная нагрузка-2 (РН-2); 5. реле коммутации (РК); 6. измерительный модуль (ИМ); 7. микропроцессорная система. В качестве РН - 1,2 использовались резисторы номиналом 1,3 Ом. На ЭЛ подавалось напряжение 2,5 В от ИП, разрешающее работу ТЭ. РН-2 коммутировалась к РН-1 посредством РК, таким образом вызывая релаксационные характеристики. Для регистрации характеристик применялся ИМ. Полученные данные передавались на МПС с целью их дальнейшей обработки. Структурная схема установки представлена на рис.1.

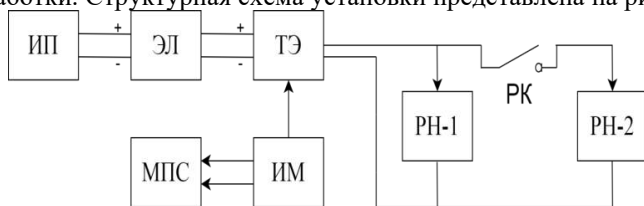


Рис.1 - Структурная схема стенда

Предложенный стенд позволяет проводить оперативную диагностику топливных элементов путём исследования их релаксационных характеристик.

Список литературы

1. Денисов, Е. С. Нелинейная и линейная электрические модели водородного топливного элемента и идентификация его параметров // *Нелинейный мир*. – 2008. – Т. 6, № 8. – С. 81-85.
2. Денисов Е.С. Система измерения электрохимического импеданса водородных топливных элементов на основе широкополосных зондирующих сигналов // *Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева*. – 2022. – Т. 78, № 1. – С. 92-98.
3. Spectral method for PEMFC operation mode monitoring based on electrical fluctuation analysis / E. Denisov, Y. K. Evdokimov, R. R. Nigmatullin [et al.] // *Scientia Iranica*. – 2017. – Vol. 24, No. 3. – P. 1437-1447.
4. Особенности реализации метода контроля технического состояния литиевых источников тока на основе анализа релаксационных процессов, вызванных изменением нагрузки / Е. С. Денисов, Г. В. Никишина, Р. Р. Енилиев, Т. П. Никишин // *Контроль. Диагностика*. – 2023. – Т. 26, № 7(301). – С. 36-43.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Нестеров И.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ULTRASONIC PRIMARY TRANSDUCERS FOR INSPECTION AND DIAGNOSTICS OF PCB BOARDS

Nesterov I.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод контроля и диагностики печатных плат с использованием ультразвуковых первичных преобразователей информации. Представлено схематичное изображение устройства контроля (инспекционного аппарата).

Abstract

The article discusses a method for monitoring and diagnosing printed circuit boards using ultrasonic primary information converters. A schematic representation of the control device (inspection apparatus) is presented.

1. Введение

Ультразвуковые первичные преобразователи информации — это устройства, которые используют ультразвуковые волны для неразрушающего контроля и диагностики. Данные приборы работают по принципу отражения акустических волн от границы раздела сред с различными удельными акустическими сопротивлениями [1].

2. Описание метода контроля

Предполагается, что ультразвуковая волна, с заданной частотой, воздействует на печатную плату, подлежащую проверке, с места, немного удаленного от неё, так что волна, отраженная от печатной платы, обнаружива-

ется ультразвуковым дефектоскопом, и затем полученный результат сравнивается с проделанным ранее измерением полностью исправной печатной платы. На основе этого делается вывод о наличии дефекта.

Передача и прием ультразвуковых волн осуществляются с помощью ультразвукового пьезоэлектрического преобразователя. Преобразователь размещается над печатной платой и процессы обнаружения дефектов выполняются во множестве положений при изменении взаимной позиции между преобразователем и печатной платой. Таким образом, можно определить, существует ли какой-либо дефект, сравнивая уровень отраженной волны, обнаруженный таким в каждом положении, с оптимальным уровнем, который получается при отсутствии дефектного участка.

Инспекционный аппарат может состоять из следующих модулей: 1 – ультразвуковой преобразователь, перемещающийся в плоскости XY; 2 – устройство регулировки положения датчика; 3 – устройство управления с радиопередатчиком; 4 – инспектируемая печатная плата; 5а, 5б – рельсы для транспортировки платы (рис.1,а).

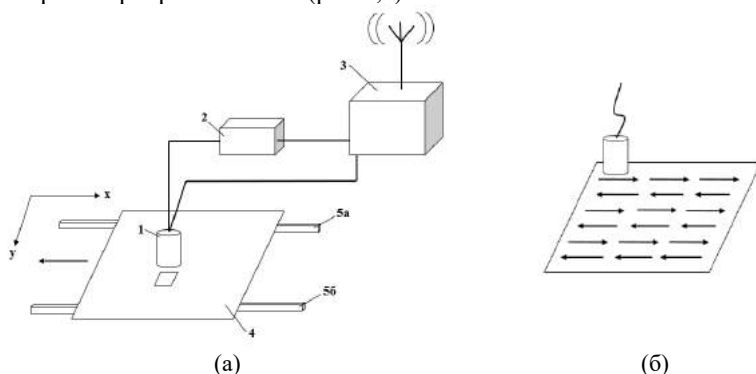


Рис.1 – Схема инспекционного аппарата (а) и схема сканирования печатной платы (б)

3. Заключение

Данный метод контроля поможет выявить дефекты в печатных платах на ранних этапах производства, что может быть особенно важно для устройств с высокими требованиями к надежности.

Список литературы

1. Щербинский В.Г., Паврос С.К., Гурвич А.К. Ультразвуковая дефектоскопия: вчера, сегодня, завтра //В мире неразрушающего контроля. – 2002. – №. 4. – С. 18.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Шафигуллин Ин.Д.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FEATURES OF MEASURING FUEL CELL NOISE

Shafigullin In.D.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается процесс измерения шумов топливного элемента. Представлена структурная схема измерительной системы.

Abstract

The article discusses the process of measuring the noise of a fuel cell. A block diagram of the measuring system is presented.

1. Введение

Шумовые характеристики электрохимических источников тока являются важным параметром при оценке их состояний. На основе спектральной оценки мощности этих шумов можно выявлять типовые неисправности: недостаточную увлажненность или переувлажнение мембраны, избыточность или недостаточность водорода и кислорода, подаваемого на топливный элемент [1-3]. Актуальной является задача корректного измерения шумов таких систем [1].

2. Описание установки

Для измерения шумов топливного элемента на основе системы NI-PXI была реализована система измерения, структурная схема которой приведена на рисунке 1. Схема состоит из исследуемого топливного элемента, которому подается топливо в виде водорода и кислорода. К выходу топливного элемента подключена резистивная нагрузка, обеспечивающая номинальный режим работы топливного элемента.



Рис. 1 – Структурная схема установки

При помощи измерительного оборудования NI-PXI проводится измерение напряжения на выходе топливного элемента, которое содержит шумовое составляющее. Далее за счет цифровой обработки исключается низкочастотный тренд и рассчитывается спектральная плотность шума. Отличительной особенностью предложенной установки является подача кислорода и водорода от электролизера, что позволяет обеспечить продолжительные ресурсные испытания топливного элемента с накоплением большого количества экспериментальных данных.

3. Заключение

Разработана структурная схема и на её основе была собрана установка, позволяющая измерять электрохимические шумы водородных топливных элементов с протонно-обменной мембраной при проведении продолжительных экспериментальных исследований. Предложенная установка позволит обеспечить накопление экспериментальных данных для обучения интеллектуальных алгоритмов контроля и диагностики.

Список литературы

1. Electrochemical noise analysis of a PEM fuel cell stack under long-time operation: noise signature in the frequency domain / S. Martemianov, A. Thomas, N. Adiutantov [et al.] // *Journal of Solid State Electrochemistry*. – 2020. – Vol. 24, No. 11-12. – P. 3059-3071.
2. Шиндор, О. В. Исследование диагностических возможностей вейвлет-преобразования для анализа электрических флуктуаций водородного топливного элемента / О. В. Шиндор, Е. С. Денисов, Ю. К. Евдокимов // *Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева*. – 2013. – № 4. – С. 120-124.
3. Electrochemical noise analysis of a PEM fuel cell stack under long-time operation: noise signature in the frequency domain / S. Martemianov, A. Thomas, N. Adiutantov [et al.] // *Journal of Solid State Electrochemistry*. – 2020. – Vol. 24, No. 11-12. – P. 3059-3071. – EDN BMCNOC.
4. Fluctuation-Noise Model for PEM Fuel Cell / E. S. Denisov, A. S. Salakhova, N. A. Adiutantov [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Hyderabad, 03–04 July 2017. – Hyderabad, 2017. – P. 012110.

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Игошин Я.Е.

Научный руководитель: Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF THE SOLID SURFACE EMISSIVITY MEASUREMENT DEVICE

Igoshin Ya.E.

Supervisor: Vinogradov V.Ju., professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предложен метод измерения излучающей способности твердой поверхности на основе измерения светового отражения. Представлена блок-схема и описание работы разрабатываемого прибора.

Abstract

This article proposes a method for measuring the emissivity of a solid surface, based on light reflectance measurements. A flowchart and description of the operation of the developed device are presented.

В ходе исследования тепловых процессов в радиоэлектронных средствах, может возникнуть необходимость измерения лучистого теплообмена или степени черноты. Известные в настоящий момент методы измерения степени черноты основаны на измерении температуры источника теплового излучения и измерении температуры непосредственно на поверхности измеряемого образца [1].

В данной работе рассматривается разработка прибора для измерения излучающей способности твердой поверхности.

Лучи ИК диапазона излучают по тому же закону, что и излучение видимого диапазона. Это обстоятельство позволяет исследовать степень черноты по отражению видимого света, в направлении нормали к поверх-

ности тела [2]. Рассматриваемые поверхности непрозрачные, поэтому прохождение света через них нет, тогда, сумма отраженного света и поглощенного света будет равна единице по измененному уравнению баланса (1):

$$\varepsilon = A = 1 - R = 1 - (I_R/I_0); \quad (1)$$

где: ε - степень черноты серого тела ($\varepsilon \neq 1$), A - доля поглощенного излучения, R - доля отраженного излучения, I_R - отраженное излучение, I_0 - падающее излучение видимого света (длины волн 400÷700 нм).

Блок-схема прибора показана на рис. 1. Она включает в себя индикатор, блок питания, источник света и приемник света. Принцип работы прибора заключается в следующем, блок питания питает все элементы прибора, источник света непосредственно взаимодействует с поверхностью серого тела, отраженный свет попадает на приемник света и результат выводится на индикаторе.



Рис. 1 – Блок-схема прибора измерения излучающей способности

В отличие от существующих на сегодняшний день приборов и методов для измерения излучающей способности твердой поверхности, предлагаемый прибор прост в использовании и не требует нагревания измеряемых образцов.

*Посвящается светлой памяти доцента ИРЭФ-ЦТ
Идиатуллова Заура Рафиковича*

Список литературы

1. Исследование степени черноты поверхностей различных материалов и влияния на нее температуры поверхностей / В. М. Захаров, И. В. Наумчик, М. М. Пеньков, Л. А. Сырцов // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2019. – № 666. – С. 223-229.
2. Белиловец, О. А. Обзор методов повышения контраста слабовидимых изображений. Часть 1. Традиционные методы повышения контраста изображения, используемые в судебной фотографии (аналоговые способы) / О. А. Белиловец // Энциклопедия судебной экспертизы. – 2014. – № 1(3). – С. 119-137.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ
РЕЗОНАНСНЫХ УСЛОВИЙ ОСНОВНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
ЯМР РЕЛАКСОМЕТРА**

Пименов Н.С.

Научный руководитель: Фазлыяхматов Марсель Галимзянович, к.т.н.,
доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**DESIGNING A SYSTEM TO MAINTAIN THE RESONANCE
CONDITIONS OF THE MAIN MAGNETIC FIELD IN THE NMR
RELAXOMETER**

Pimenov N.S.

Supervisor: Marsel G. Fazlyyakhmatov, associate professor
*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается разработка системы поддержания резонансных условий основного магнитного поля ЯМР релаксометра.

Abstract

The article discusses the development of a system for maintaining the resonant conditions of the main magnetic field of an NMR relaxometer.

1. Введение

ЯМР-релаксометр – это прибор, используемый для измерения времени релаксации ядерных спинов в ядерном магнитном резонансе. Метод ЯМР позволяет получать информацию о структуре и динамике молекул.

2. Разработка системы поддержания резонансных условий основного магнитного поля ЯМР релаксометра

Вначале была предложена система поддержания резонансных условий основного магнитного поля ЯМР релаксометра с ПИД (пропорционально-интегрально-дифференциальный) законом регулирования (рис. 1). Этот метод обеспечивает значительно более высокую мощность поддержания температуры, чем позиционный (линейный) нагрев до максимального

значения). Мощность N , которая должна выделяться нагревателем, выраженная в процентах от его максимальной мощности нагревателя, рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{100}{K_p} * (\Delta T + \frac{1}{K_i} \int_0^1 \Delta T dt - K_d \frac{dT}{dt},$$

где K_p , K_i , K_d - пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты регулирования соответственно [1].

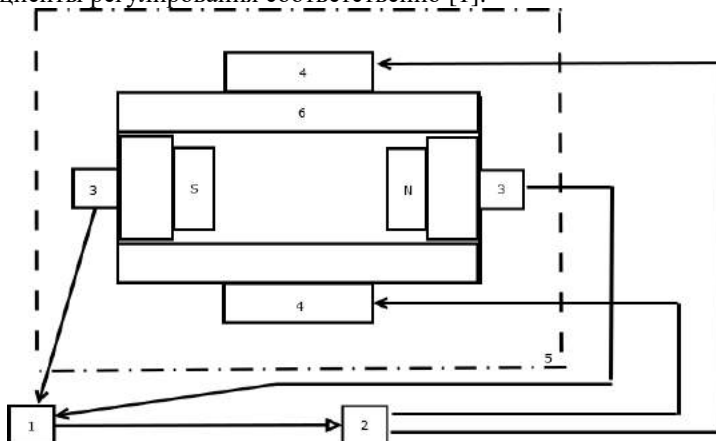


Рис. 1 - Принципиальная схема системы. 1 – микроконтроллер, 2 – коммутационный элемент, 3 – датчики температуры, 4 – элемент Пельтье, 5 – теплоизоляционная оболочка, 6 – магнитный блок, S, N – полюса магнита

Микроконтроллер (1) содержит код управления всей системой с помощью метода ПИД регулирования. Элемент Пельтье (4) преобразует электрическую энергию в тепловую и обратно. Подача постоянного напряжения на выводы элемента приводит к тому, что одна сторона элемента охлаждается, а другая нагревается. Коммутационный элемент (2) управляет режимами элемента Пельтье, выбирая охлаждение либо нагревание. Датчики температуры (3) опрашивают систему, снимая показания температуры, и отправляют их в микроконтроллер. Теплоизоляционная оболочка (5) обеспечивает термовоздушную изоляцию.

3. Заключение

Была разработана система поддержания резонансных условий основного магнитного поля ЯМР релаксометра.

Список литературы

1. Термодат.ру. [Электронный ресурс]: <https://termodat.ru/pdf/pid.pdf>

ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ УПРАВЛЯЕМЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ

Мамин Р.Г.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHASE CONTROL OF POWER CONTROLLED BY A MICROCON- TROLLER

Mamin R.G.

Supervisor: Igor A. Gorbunov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Фазовые регуляторы мощности обычно используются в системах отопления, освещения и других приложениях, где требуется точное управление мощностью. Они также могут использоваться для управления скоростью электродвигателей и других устройств, требующих регулировки мощности.

Abstract

Phase-controlled power regulators are commonly used in heating, lighting, and other applications where precise power control is required. They can also be used to control the speed of electric motors and other devices that require power adjustment.

1. Введение

Типичная сеть 220 В использует переменное синусоидальное напряжение. Фазовое управление передаёт на нагрузку не всю синусоиду, а только её часть. Фазовый метод обеспечивает непрерывность и передачу энергии в нагрузку в каждом периоде напряжения [1].

2. Построение фазового регулятора мощности на микроконтроллере

Вариант устройства представлен на рисунке 1. Принцип работы таких регуляторов основан на изменении момента включения тиристора относительно перехода сетевого напряжения через ноль. Регулятор мощности, основанный на пропуске части полупериода предпочтительнее, так как будет плавнее изменять мощность, и соответственно его использование более широкое (универсален). Для защиты сети от помех будет использован сетевой LC-фильтр [2].

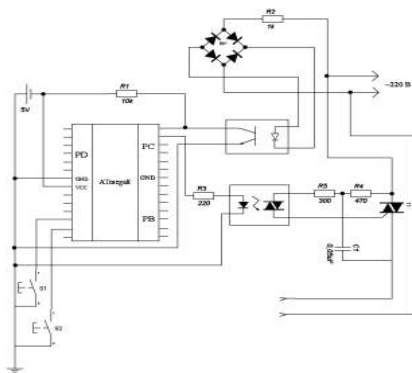


Рис. 1 - Схема устройства [2]

3. Заключение

Фазовые регуляторы мощности на микроконтроллере представляют собой эффективное и удобное решение для управления энергопотреблением в различных устройствах. Использование микроконтроллеров позволяет точно контролировать передачу энергии и обеспечивать стабильную работу системы.

Список литературы

1. Информационно-сенсорные системы мехатроники и роботизированные комплексы в неразрушающем контроле качества: учебное пособие / А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, Д. А. Любимова – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2022. – 81 с.
2. А.А. Черных «Фазовый регулятор мощности с микроконтроллерным управлением»: материалы 20-ой Международной научно-практической конференции «Современные техника и технологии», Томск, январь 2014 г., Изд-во ТПУ, 2014. – 275 -276 с.

ЦИФРОВОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Кучумов Д.М.

Научный руководитель: Горбунов И.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DIGITAL CHARGER

Kuchumov D.M.

Supervisor: I.A. Gorbunov

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается цифровое зарядное устройство, которое призвано упростить процедуру заряда и сделать её практически автоматической. Рассматриваются достоинства и недостатки ЦЗУ. Так же представлены схемы цифрового зарядного устройства, которые показывают преимущества перед обычным зарядным устройством.

Abstract

The article discusses a digital charger, which is designed to simplify the charging procedure and make it almost automatic. The advantages and disadvantages of the TSU are considered. Digital charger circuits are also presented, which show advantages over a conventional charger.

1. Введение

Цифровое зарядное устройство-это устройство, которое используется для зарядки различных устройств. Устройство преобразует переменный ток в постоянный, который затем передается в заряжаемое устройство. Во время этого процесса устройство контролирует ток и напряжение, чтобы избежать перегрузок или повреждений устройства. Особенности цифрового зарядного устройства заключаются в его способности автоматически настраиваться под заряжаемое устройство. Также оно может определять наличие ошибок, связанных с зарядкой, и предупреждать пользователя о них [1].

НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ

Кузнецова Е. П.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DIRECTIONAL COUPLE IN MICROSTRIP DESIGN

Kuznetsova E.P.

Supervisor: Timur M. Ishkaev
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проводится анализ достижений в области микрополосковых направленных ответвителей, дано краткое описание топологий, конструктивных особенностей, позволивших реализовать заявленные качественные особенности ответвителей.

Abstract

The article analyzes achievements in the field of microstrip directional couplers and provides a brief description of the topologies and design features that made it possible to implement the declared qualitative features of the couplers.

При разработке СВЧ техники, Направленные ответвители (НО) представляют собой важный класс пассивных устройств. Наиболее известной реализацией является двухшлейфный НО, представляющий собой восьмиполосник. К подобным типам устройств со связью шлейфного типа также относятся кольцевые, в которых фазовый сдвиг между входными портами составляет 180° . Широкое распространение получили квадратные НО, в которых входная мощность делится поровну между выходными портами, вместе с тем фазовый сдвиг между ними составляет 90° . Однако рассмотренным классическим вариантам НО свойственны такие недостатки, как большие габаритные размеры, узкополосность, работа в одном диапазоне частот. В настоящее время на базе традиционных шлейфных НО

и ответвителях на связанных линиях получено множество новых конструкций, которые в ряде случаев кардинально улучшают характеристики и массогабаритные показатели устройств.

Топология шлейфного НО состоит из восьми открытых резонаторов, каждый из них представлен короткой высокоомной линией и длинной низкоомной линией с открытым концом. В металле низкоомных шлейфов имеются выборки в форме квадратов, которые предназначены для подавления паразитных гармоник. Габаритные размеры экспериментального макета, работающего в диапазоне частот 0,9 – 1,02 ГГц, на центральной частоте 0,96 ГГц составили 630,33 мм², что составляет 22,4% от традиционной топологии.

В НО на композитных линиях четвертьволновые отрезки линий заменены последовательно включенными емкостными элементами, а со стороны заземления ответвитель представляет собой выборку в металле в виде фрактальной геометрии резонатора в разомкнутыми петлями. Благодаря такому решению габариты на 81% меньше, относительно традиционной топологии [2].

Для уменьшения габаритов НО заменяют четвертьволновые шлейфы парой параллельных шлейфов, что позволяет сократить габаритные размеры на 68% относительно традиционных. Также применяются Т-образные шлейфы, с помощью которых добиваются уменьшения габаритов на 70,4%.

Для уменьшения габаритных размеров ответвителей предлагается применение композитных линий, обладающими свойствами метаматериалов, замена четвертьволновых линий на П-, Т- и комбинированные П-Т-звенья.

Для расширения функциональности, в частности реализации двухдиапазонных режимов работы НО используются линии передач с изменяемой по сложному закону шириной полосков, а также топологии, имеющие две группы линий и определенное количество разомкнутых на концах шлейфов [1].

Список литературы

1. Kyo-Soon Choi, Ki-Cheol Yoon, Jae-Yeong Lee, Choul-Ki Lee, Seong-Cheol Kim, KiByoung Kim, Jong-Chul Lee / Compact branch-line coupler with harmonics suppression using meander T-shaped line// Microwave and Optical Technology Letters. — 2014. — № 6. — С. 1382-1384.

2. Летавин, Д. А. / Миниатюрные конструкции микрополосковых соединителей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2016. — № 18. — С. 917-921.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ РОБОТА

Земелёв Я. А.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ORGANIZATION OF THE POWER SUPPLY SYSTEM FOR AUTONO- MUS ROBOTIC SYSTEMS USING THE EXAMPLE OF A ROBOT

Zemelev Y. A.

Supervisor: Igor D. Mikheev, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проанализировано энергопотребление роботизированной системы, выбран необходимый стабилизатор напряжения для получения нужного сигнала логики (модули, датчики).

Abstract

The article analyzes the power consumption of a robotic system, selects the necessary voltage stabilizer to obtain the desired logic signal (modules, sensors).

1. Введение

Одной из составляющих роботизированных систем является их система питания. Часто в роботах различается напряжение питания силовой части, то есть приводов от напряжения питания системы управления микроконтроллера [1,2]. По техническим требованиям в конструкции предусмотрена возможность включения двух литиевых аккумуляторов формата 18650. В данной работе рассматривается силовое питание, необходимое для работы двигателей. Это напряжение может лежать в безопасном для аккумуляторов пределах от 3 до 4,2 В. Однако напряжение питания системы управления (датчиков, модулей) составляет 3,3 В. В связи с этим необходима разработка системы питания (понижающего преобразователя), обеспечивающей стабильное напряжение +3,3 В.

2. Анализ энергопотребления роботизированной системы

Для формулирования требований к системе питания проанализируем энергопотребление предполагаемой системы управления.

Имеются следующие потребители (табл. 1).

Таблица 1

Наименование	Напряжение питания	Ток потребления
STM32L073RZ	1,65 – 3,6 В	200мА
Электрические двигатели 4шт	3 – 8 В	100 мА – 1,5 А
Датчик температуры АНТ10	1,8 – 3,6 В	23 мкА
Акселерометр MPU6050	3,5 – 6 В	500 мкА
Датчик расстояния HC-SR04	5В	15 мА
Сервопривод	3 - 7В	1А

Таким образом, имеем выходную мощность 9 Вт.

И в качестве стабилизатора напряжения был выбран линейный стабилизатор с низким падением напряжения LDL1117S33R с выходным напряжением 3,3 В, который должен обеспечить нужные нам характеристики: входное напряжение от 2,5 до 18 В, выходное напряжение 3,3 В и гарантированный выходной ток 1,2 А (не учитывая двигатели, так как на них ток поступает не через стабилизатор напряжения).

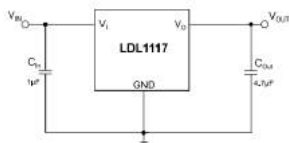


Рис. 1 – Схема подключения стабилизатора напряжения

3. Заключение

Из приведенного анализа можно сделать вывод, что для стабильного питания логики (модулей, датчиков) необходим стабилизатор напряжения LDL1117S33R, обеспечивающий нужное выходное напряжение и ток.

Список литературы

1. Огородников Н. Н. Микропроцессорная техника: учебник / Н. Н. Огородников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 380с.
2. Tietze, U. Electronic Circuits Design and Applications / U. Tietze, Schenk, Ch. – Berlin, 2007. – 942 p.

МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Мавлеев А.И.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHOD OF CHEMICAL DEPOSITION FROM THE GAS PHASE

Mavleev A.I.

Supervisor: Igor D. Mixeev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье описывается принцип метода химического осаждения из газовой фазы.

Abstract

This article describes the principle of the method of chemical deposition from the gas phase.

1. Введение

Метод химического осаждения из газовой фазы часто используется для обеспечения непрерывного производства и позволяет контролировать процесс. В методе CVD можно изменять такие параметры как: состав катализатора и носителя, температура процесса, состав углеродсодержащего соединения и газа-носителя, скорость потока газов.

2. Обзор и принцип метода

Использование чистого метана в качестве исходного сырья для получения нанотрубок не рекомендуется из-за того, что термическое разложение метана на подложке приводит к образованию большого количества аморфных соединений углерода. Эти соединения накладываются на частицы катализатора, что может привести к их неактивности и прерыванию процесса роста нанотрубок. Чтобы избежать этого, ученые предложили метод добавления водяного пара в соотношении 1/10000. Этот подход позволяет эффективно связать аморфный углерод, сохраняя частицы катализатора в активном состоянии и обеспечивая непрерывный процесс получения

нанотрубок. Добавление водяного пара также способствует улучшению характеристик конечного продукта, включая более упорядоченные пакеты нанотрубок. Схема технологического процесса показана на рисунке 1.



Рис. 1 – Общая схема установки, используемая в методе CVD [1]

Для роста углеродных нанотрубок на подложках из молибдена и пластинок монокристаллического кремния использовались тонкие пленки чистого железа, водные растворы ферритина и ацетата железа в качестве катализаторов. Углеродный источник представляли пары гептана, подаваемые в область роста в потоке газообразного носителя.

Эксперименты показали, что для формирования углеродных нанотрубок на поверхности молибденовой подложки необходима температура подложки и катализатора выше 900 °С. Также выяснилось, что увеличение толщины слоя катализатора не оказывает влияния на равномерность покрытия поверхности молибденовых подложек нанотрубками [2].

3. Заключение

Таким образом, данная методика обеспечивает эффективное производство однородного наноуглеродного продукта с минимальным образованием побочных продуктов. Это изобретение может быть использовано в промышленном производстве углеродных наноматериалов, включая углеродные нанотрубки.

Список литературы

1. Е.А. Тарасов, Н.И. Сеницын и др. Получение углеродных нанотрубок методом CVD на подложках из молибдена с тонкопленочными и жидкими катализаторами // Новое в прикладной физике. – 2012. – №3 - Т.20 – С.108-117.

2 Jian Zhang. Production of carbon nanotubes on bio-char at low temperature via microwave-assisted CVD using Ni catalyst / Jian Zhang, Arash Tahmasebi, Joy Esohe Omoriyekomwan, Jianglong YU // Diamond & Related Materials. – 2019. – 91. - P.98-106 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/vR3oP> (дата обращения 28.03.2024).

КОНТРОЛЬНО - ПРОВЕРОЧНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Щеглов А.В.

Научный руководитель: Муратов Радик Маскутович, ст. преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

TEST EQUIPMENT FOR RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

Shcheglov A.V.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной работе освещена тема назначения и применения контрольно-проверочной аппаратуры радиоэлектронного оборудования для автоматической и ручной проверки.

Abstract

This paper covers the topic of constructing and assigning test equipment for radio-electronic equipment for automatic and manual testing.

Контрольно – проверочная аппаратура (КПА) предназначена для проверки работоспособности и основных параметров радиотехнического оборудования (РЭО) (радиовысотомеры, автоматические радиоконпасы) [1].

Развитие и использование КПА стало возможным благодаря автоматизации производства и развитию микроэлектроники, вследствие чего для проведения большинства необходимых проверок (замер напряжения в контрольных точках, имитирование входного сигнала различной формы, прием сигналов от проверяемого оборудования) достаточно использовать микроконтроллер в сочетании с другими радиоэлектронными компонентами. Более сложные КПА могут представлять собой – технологические пульты, эквиваленты антенн, имитаторы радиомаяков, имитаторы запросчиков - ответчиков.

Данная аппаратура имеет следующие технико-экономические преимущества: сокращение трудозатрат на техническое обслуживание, сокращение времени подготовки техники к выполнению задачи, повышение достоверности результатов контроля [2].

Обычная контрольно-проверочная аппаратура (КПА) ручного управления имеет низкое быстродействие, что не позволяет за приемлемое время выполнить такое количество контрольных операций, которое обеспечит необходимую степень доверия к результатам контроля. Кроме того, при использовании КПА такого типа после каждого измерения оператор должен проанализировать результаты контроля и принять решение о годности параметров. При такой системе контроля неизбежны субъективизм и прямые ошибки даже у высококвалифицированных специалистов.

Избежать всего этого способна автоматизированная КПА (рисунок 1), данная аппаратура способна проводить проверку необходимых параметров без вмешательства оператора и выдавать информацию о результатах проверок на основании которых, можно сделать вывод о работоспособности РЭО. В некоторых случаях, подобные виды аппаратуры способны давать рекомендации по установке параметров в соответствии нужным техническим требованиям.

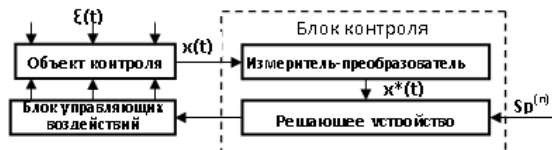


Рис. 1 – обобщенная структурная схема КПА [3]

Исходя из сказанного выше, можно сделать вывод, что КПА является неотъемлемой частью проверки работоспособности и качества изготовления радиоэлектронной аппаратуры. Благодаря ей, значительно упрощается и ускоряется процесс отладки устройства, проверки его основных параметров. Результаты контроля имеют удобную для анализа форму, что способствует облегчению нахождения неисправности.

Список литературы

1. Сосновский А. А., Хаймович И. А. Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов справочник. М. : Транспорт, 1987.
2. Курзенков Г. Д. Основы метрологии в авиационной приборостроении. М. Изд. МАИ, 1990.
3. Серов А.Н. Решение некоторых технических задач при управлении объектами специального назначения // Техника и технология. – 2011. – №1(42). – С. 32 – 34.

**ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН МНОГОКАНАЛЬНОГО
ЦИФРОВОГО РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА С
РАДИОФОТОННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗОЙ**

Денисов А.Е.

Научный руководитель: Данилаев Дмитрий Петрович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DYNAMIC RANGE OF A MULTICHANNEL DIGITAL RADIO RE-
CEIVER WITH A RADIO PHOTONIC ELEMENT BASE**

Denisov A.E.

Supervisor: Dmitriy P. Danilaev, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе определены значения динамического диапазона, достигаемые многоканальной структурой цифрового радиоприемного устройства с радиофотонной элементной базой.

Abstract

The paper defines the values of the dynamic range achieved by the multi-channel structure of a digital radio receiver with a microwave photonic element base.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению № 075-03-2024-067 от «17» января 2024 г.

1. Введение

Использование радиофотоники является одним из способов улучшения технических характеристик цифровых радиоприемных устройств. Однако проблема динамического диапазона остается актуальной из-за наличия АЦП и нелинейностей в радиофотонной элементной базе. Целью работы является определить показатели многоканального метода увеличения динамического диапазона.

2. Параметры многоканальной структуры цифрового устройства

В работе [1] представлена многоканальная структура цифрового радиоприемного устройства с радиофотонной элементной базой. Требованием для его корректной работы является обеспечение коэффициента усиления сигнала порядка 100-120 дБ. Для этого необходимо 6-8 усилителей с коэффициентом шума $N_{2,2-4,4}$ дБ. Исходя из этого и коэффициента шума радиофотонного аналогового тракта, который составляет 10 дБ [2], можно определить коэффициент шума приемника по формуле (1)

$$FN = N_1 + \frac{N_2 - 1}{K_{p1}} + \dots + \frac{N_{\text{АЦП}} - 1}{K_{p1}K_{p2}\dots K_{pn}}, \quad (1)$$

где: FN, N_1 , N_2 , $N_{\text{АЦП}}$ – коэффициент шума приемника, элементов аналоговой части и АЦП; K_{p1} , K_{p2} , K_{pn} – коэффициент передачи по мощности элементов аналоговой части.

Получим что при наименьшем коэффициенте усиления и наибольшем коэффициенте шума радиофотонного аналогового тракта, коэффициент шума всей системы будет составлять 4,92 дБ. При этом чувствительность, принимает значение в $8,23 \cdot 10^{-10}$ Вт (-60 дБм, -90 дБ).

Верхняя граница динамического диапазона ограничена максимальным уровнем оптического сигнала, который может быть обработан фотодиодом и равен 2 мВт (3 дБм, -27 дБ).

Сопоставляя чувствительность и верхнюю границу, получаем, что динамический диапазон оптической части составляет 63 дБ. Многоканальная структура же, за счет переключения коэффициента усиления от 20 до 120 дБ, согласно теоретическим расчетам, позволяет добиться динамического диапазона в 163 дБ.

4. Заключение

Произведен расчет динамического диапазона многоканальной структуры цифрового радиоприемного устройств с радиофотонной элементной базой, который составляет 163 дБ.

Список литературы

1. Денисов, А. Е., Д. П. Данилаев / Структура цифрового радиоприемного устройства с фотонным аналого-цифровым преобразователем // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 77-85. – DOI 10.22213/2413-1172-2023-4-77-85.

2. Белоусов А. А. и др. / О применении методов и средств радиофотоники для обработки сигналов дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн // Прикладная фотоника. – 2014. – Т. 1. – №. 1. – С. 65-86.

ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО КАК ДИСКРЕТНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ

Ананьев Д.В.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

OPTIC FIBER AS A DISCRETE INFORMATION STORAGE DEVICE

Ananьев D.V.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается возможность использования оптического волокна в качестве дискретного накопителя информации. Описываются основные принципы записи и считывания информации.

Abstract

This article discusses the possibility of using optic fiber as a discrete information storage device. The basic principles of recording and reading information are described.

1. Введение

Оптическое волокно стало неразрывной частью современных коммуникационных систем и информационных технологий. Его основное преимущество заключается в способности передавать данные в виде световых сигналов, обеспечивая высокую скорость передачи и минимальные потери сигнала на большие расстояния. В контексте этого развития, оптическое волокно привлекает внимание как потенциальный дискретный накопитель информации, способный обеспечить эффективное хранение и передачу данных.

2. Оптическое волокно как дискретный накопитель информации

Оптическое волокно представляет собой тонкий и гибкий кабель, изготовленный из прозрачного материала, обычно стекла или пластика. Сиг-

налы передаются внутри волокна в виде световых импульсов, которые проходят через волокно благодаря явлению полного внутреннего отражения. Это позволяет достигать высоких скоростей передачи данных и минимизировать электромагнитные помехи [1].

Одной из ключевых особенностей оптического волокна является его способность к дискретизации информации. Это означает, что данные могут быть представлены и переданы в виде дискретных световых импульсов, которые могут быть интерпретированы и восстановлены на приемной стороне. Такой подход позволяет эффективно кодировать, хранить и передавать информацию.

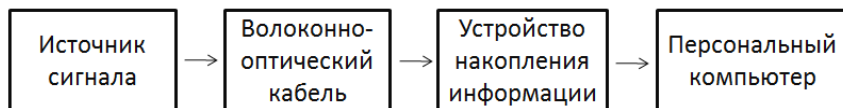


Рис.1 Структурная схема пути накопления дискретной информации в оптическом блоке

Кроме того, оптическое волокно обладает высокой степенью защиты от внешних помех и искажений сигнала. Благодаря своей конструкции, оно устойчиво к электромагнитным воздействиям, а также к воздействию влаги, температурных изменений и механических воздействий. Поэтому оптическое волокно является надежным и стабильным носителем информации даже в условиях экстремальных внешних воздействий.

3. Заключение.

Благодаря своим уникальным свойства оптическое волокно, оно является эффективным инструментом как для передачи, так и для хранения информации, особенно в контексте растущего объема данных и требований к их быстрой обработке и доступности. В будущем применение оптического волокна как дискретного накопителя информации будет продолжать расширяться, делая его неотъемлемой частью цифровой инфраструктуры.

Список литературы

1. Былина М.С., Глаголев С.Ф., Иванов В.С. Введение в профессию. Оптические системы и сети связи: учебное пособие / М.С. Былина, С.Ф. Глаголев, В.С. Иванов ; СПбГУТ. – СПб., 2019. - 92 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Калашников Д.С.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н. доцент (*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

AUTOMATED SOUND CONTROL SYSTEM

Kalashnikov D.S.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается метод настройки АЧХ и ФЧХ высокотехнологичной акустической системы на примере линейного массива. Представлен аппаратно-программный комплекс, а также рекомендации для работе с подобными устройствами.

Abstract

The article discusses the method of tuning the frequency response and frequency response of a high-tech acoustic system using the example of a linear array. The hardware and software package is presented, as well as recommendations for working with similar devices.

1. Введение

Высокотехнологичные акустические системы, в нашем случае линейные массивы, применяются повсеместно в рамках проведения крупных научных конференций, спортивных соревнований, музыкальных концертов и т.д. Перед началом непосредственной эксплуатации во время мероприятия, системе необходима настройка каждый раз, когда её устанавливают в новом помещении или на открытом пространстве.

2. Аппаратно-программный комплекс для измерений

Измерения амплитудных и фазовых характеристик производятся на основе широкополосных псевдослучайных сигналов со спектром вида f^{-1} .

Для исследования и настройки АЧХ и ФЧХ применялся аппаратно-программный комплекс, показанный на рис. 1.

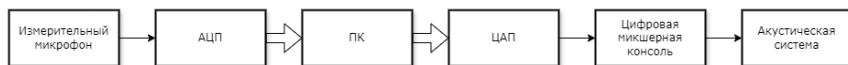


Рис. 1 – Структурная схема подключения аппаратно-программного комплекса для настройки акустической системы

Персональный компьютер (ПК) под управлением программного обеспечения на базе LabVIEW 8.5 формирует широкополосный шумоподобный сигнал со спектром вида f^{-1} , который подается на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и через микшерную консоль подается на акустическую систему. Звуковой сигнал воспринимается измерительным микрофоном и после предварительной обработки оцифровывается АЦП и вводится в компьютер, где производится оценка амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных (ФЧХ) характеристик акустической системы. Измерительный микрофон должен обладать широким динамическим диапазоном, чтобы иметь возможность проводить измерения на высоких уровнях звукового давления.

Задача контроля акустической системы в этом случае сводится к определению максимального отклонения АЧХ и ФЧХ от нормативных величин. Если величина отклонения превышает допустимый уровень, то вырабатываются рекомендации по настройке акустической системы.

Для повышения оперативности и точности контроля и настройки акустической системы предполагается использовать двухканальный метод [1] оценки спектральной плотности мощности и использовать подходы к оценке спектральных характеристик, описанные в работе [2].

Предложенная система может найти свое применение при разработке перспективных средств настройки акустической аппаратуры и в упрощенной форме для создания лабораторного макета.

Список литературы

1. Денисов, Е. С. Флуктуационно-шумовая диагностика и контроль водородного топливного элемента с протонообменной мембраной: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казань, 2012. – 227 с.

2. Денисов, Е. С. Система измерения электрохимического импеданса водородных топливных элементов на основе широкополосных зондирующих сигналов / Е. С. Денисов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78, № 1. – С. 92-98.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ

Валиев А.Р.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF MEASURING CAPACITY

Valiev A.R.

Supervisor: Timur M. Ishkaev,
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе описываются методы измерения ёмкости. Представлены основные преимущества способов.

Abstract

The paper describes methods for measuring capacity. The main advantages of the methods are presented.

1. Введение

Электрическая ёмкость – способность тел накапливать электрический заряд. Ёмкость определяется отношением заряда к потенциалу, но не зависит ни от заряда, ни от потенциала. Большой электрической ёмкостью при малых размерах обладает устройство, называемое конденсатор [1].

2. Метод амперметра-вольтметра, мостовой метод, резонансный метод – наиболее распространённые методы измерения ёмкости.

Самым простым является метод амперметра-вольтметра. Он основан на измерении ёмкостного сопротивления конденсатора, которое обратно пропорционально ёмкости и частоте электрического тока, следовательно, для измерения ёмкости этим методом необходимо знать частоту напряжения, подаваемого от источника питания.

Мостовой метод измерения (рис. 1). Первое плечо моста образуется исследуемым конденсатором C_x , который можно заменить эквивалентной последовательной схемой. Третье плечо состоит из образцового конденсатора C_0 без потерь (воздушный конденсатор) и магазина сопротивлений

R_0 . Второе и четвертое плечи моста выполнены из магазина сопротивлений R_2 и R_4 . В одну диагональ включается источник питания переменного тока, в другую – нулевой индикатор.

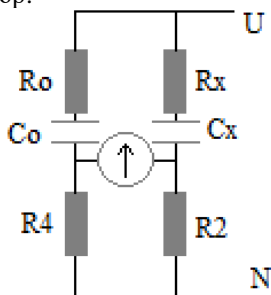


Рис. 1 – Электрическая схема измерения ёмкости мостовым методом

Для уравнивания моста устанавливают $R_0 = 0$ и, изменяя R_4 и R_2 , получают наименьший ток в гальванометре. Затем, не изменяя R_4 и R_2 , регулируют R_0 , уменьшая ток в гальванометре, процедуру повторяют до получения равновесия.

Резонансный метод. Удобен для измерения емкости в пределах от 1 до 5 нФ, типичная погрешность от 1 до 3 %. Измерение основано на включении измеряемой ёмкости в резонансный контур с последующим определением его резонансной частоты. Напряжение на питающих зажимах контура максимально при резонансной частоте, а сопротивление контура максимально (резонанс токов). Плавно перестраивая частоту питающего напряжения, добиваются резонанса в контуре [2].

3. Заключение

Сравнивая рассмотренные методы, можно сказать, что самым простым способом является метод амперметра-вольтметра при относительной простоте и дешевизне с приемлемой точностью для больших ёмкостей.

Список литературы

1. Пронин В.П. – краткий курс физики. Саратов. СГАУ, 2007 г. – 200С.
2. Грабовский Р.И. Курс физики. 6-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. - 608С - / Учебники для вузов. Специальная литература. Формирование научных понятий в условиях глобализации образования (монография). Монография. Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. – 232С.

ТЕСТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ СПРОТТА

Сивинцева О.А.¹, Раупов Р.Р.²

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(¹*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ,*

²*АО «Научно-производственное объединение «Радиоэлектроника» им.
В.И. Шимко», г.Казань)*

TESTING PSEUDORANDOM SIGNAL GENERATORS BASED ON THE SPROTT SYSTEMS

Sivintseva O.A.¹, Raupov R.R.²

Supervisor: Sergei S. Loginov, professor
(¹*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI,*

²*JSC «Scientific and Production Association «Radioelectronics» named after
V.I. Shimko», Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается тестирование формирователей псевдослучайных чисел на основе систем Спротта, операции над которыми реализованы в полях Галуа.

Abstract

The article discusses the testing of pseudorandom number generators based on Sprott systems, where operations are implemented in Galois fields.

1. Введение

Генераторы псевдослучайных чисел (ГПСЧ) имеют широкую область применения в науке и технике. ГПСЧ применяются в имитационном моделировании, системах передачи информации и криптографических системах. Качество результатов применения ГПСЧ напрямую зависит от сформированных псевдослучайных сигналов. В связи с этим тестирование ГПСЧ на соответствие статистическим тестам FIPS 140-2 является важной и актуальной задачей.

2. Тестирование ГПСЧ на основе систем Спротта

Одним из способов формирования псевдослучайных последовательностей является использование систем с динамическим хаосом. В работе рассматриваются ГПСЧ на основе девятнадцати систем Спротта, реализованных в полях Галуа. Системы Спротта относятся к искусственно сконструированным моделям нелинейной динамики [1].

Для проверки статистических свойств случайности ПСП использовался набор тестов FIPS 140-2 [2]. В общей сложности использовано 10000 последовательностей.

№ системы № теста	Mon- obit	Poker	Run-1	Run-2	Run-3	Run-4	Run-5	Run-6	Long
1	9999	9999	9998	10000	9999	9999	10000	9999	9998
2	9998	9998	9998	10000	9999	9998	10000	10000	9998
3	9998	9997	9997	9999	9999	9999	10000	9999	10000
4	10000	9997	10000	10000	10000	9999	10000	10000	9996
5	9997	9999	9997	10000	10000	9998	9999	10000	9999
6	10000	9998	9997	10000	10000	10000	9999	10000	10000
7	10000	9998	10000	10000	10000	10000	9999	10000	10000
8	9999	9997	9998	9999	10000	9999	9999	10000	10000
9	9999	9999	9997	10000	9999	10000	10000	10000	9997
10	9998	9999	9996	9998	10000	10000	10000	10000	9998
11	9999	9997	9999	10000	10000	10000	10000	10000	9995
12	9999	9997	9999	9999	10000	9999	10000	9999	9997
13	9999	9995	9997	10000	9999	10000	9999	10000	9999
14	9998	9998	9997	10000	9999	10000	10000	9999	9999
15	9999	9997	9997	9999	10000	9998	10000	9999	9999
16	9999	9997	10000	10000	10000	9998	10000	10000	9998
17	9999	9998	10000	10000	9998	9999	9998	9999	9998
18	9998	9999	9998	10000	9999	10000	10000	9999	10000
19	9999	9997	9999	10000	10000	10000	10000	10000	9999

Вероятность прохождения набора тестов FIPS-140-2 составила не менее 0,9988%.

3. Заключение

Результаты тестирования ГПСЧ на основе систем Спротта показывают, что такие генераторы проходят набор универсальных тестов FIPS 140-2 с вероятностью не менее 0,9988%.

Список литературы

1. Кузнецов С.П. Динамический хаос / С.П. Кузнецов. – М. : Физ.-мат. лит., 2001.
2. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications / Rukhin A. [and other]. National Institute of Standards and Technology, 2010.131 с.

ОБЗОР КОМБИНИРОВАННЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Артемьева А.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OVERVIEW OF COMBINED TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSORS FOR THE DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEMS

Artemeva A.A.

Supervisor: Vasily U. Vinogradov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье приведен обзор датчиков температуры и влажности для разработки встраиваемых систем. Представлен перечень наиболее распространенных датчиков и проведен анализ их характеристик на предмет дальнейшего использования в проекте «Умная школа».

Abstract

Artikel ini memberikan gambaran umum tentang sensor suhu dan kelembaban untuk pengembangan sistem tertanam. Daftar sensor yang paling umum disajikan dan karakteristiknya dianalisis untuk digunakan lebih lanjut dalam proyek Smart School.

1. Введение

«Умная школа» — это образовательное учреждение с полностью автоматизированным управлением внутришкольными процессами. Благодаря внедрению технологии «Умная школа» в учебные заведения, можно создать наиболее эффективную, безопасную, увлекательную и идущую в ногу со временем среду обучения для всех участников процесса [1].

2. Датчик влажности и температуры важнейшее устройство, применяемое для создания радиоэлектронных устройств различного назначения. Для наиболее эффективной работы автономного датчика проекта «Умная школа» необходимо выбрать наилучшее техническое решение методом

анализа характеристик подборки множества датчиков. Рассматриваемые датчики: DHT11, DHT22, DHT21, АНТ10, АНТ20, АМ2320, АМ2321, ВМЕ280. Их характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики датчиков температуры и влажности

Тип датчика	Диапазон $t_{изм}$, °С		Диапазон $U_{пит}$, V		$I_{потр}$, мКА		Точность измерения		$t_{откл}$, с	
	t_{max}	t_{min}	U_{min}	U_{max}	$I_{пок}$	$I_{измр}$	$t_{отн}$, °С	$H_{отн}$	t	H
DHT11	0	+50	3,5	5,5	60	300	±2	±5%	10	6
DHT21	-40	+80	3,3	5	15	500	±0,5	±2%	10	6
DHT22	-40	+125	3,3	5,5	15	500	±0,5	±2%	10	5
АНТ10	-40	+80	1,8	3,6	0,25	23	±0,3	±2%	5	8
АНТ20	-40	+85	1,8	3,6	0,25	23	±0,3	±2%	5	8
АМ2320	-40	+80	3,1	5,5	10	950	±0,5	±2%	5	5
АМ2321	-40	+80	2,6	5,5	10	500	±0,5	±3%	5	5
ВМЕ280	-40	+85	1,71	3,6	0,1	345	±1	±3%	1	1

Проанализировав представленные выше варианты, наиболее подходящим датчиком для эффективной автономной работы является АНТ10. Он обладает оптимальным диапазоном температур (включает в себя как отрицательные, так и положительные температуры), малым временем отклика, высокой точностью по измерению температуры и давления, а также низким энергопотреблением.

3. Заключение

Для создания эффективной и безопасной среды в рамках проекта «Умная школа», было проведено исследование достоинств и недостатков множества датчиков температуры и влажности методом анализа их характеристик, и был выявлен наиболее подходящий датчик для работы в рамках проекта «Умная школа» - АНТ10.

Список литературы

1. Автоматизация школьных зданий. Проект «Умная школа». URL: <https://www.intelvision.ru/blog/avtomatizacziya-shkolnykh-zdaniy-proekt-umnaya-shkola>. Дата обращения: 26.03.2024.

АГЛОМЕРАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Бобина Е.А., Куклин В.А., Карандашов С.А., Файзуллин К.В.

Научный руководитель: Данилаев Максим Петрович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

AGGLOMERATION OF DISPERSED PARTICLES IN THE PROCESS OF CREATING POLYMER COMPOSITES

Bobina E.A., Kuklin V.A., Karandashov S.A., Fayzullin K.V.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрена проблема агломерации дисперсных частиц в полимерных композициях. Исследование показало, что применение ультразвуковой обработки и капсулирования частиц полистиролом эффективно снижает размеры и концентрацию агломератов в композициях на основе ПММА с частицами оксида алюминия. Оптимальные параметры агломерации достигаются при сочетании ультразвуковой обработки с капсулированием и выборе оптимальной товарной формы полимера.

Abstract

The problem of agglomeration of dispersed particles in polymer composites are considered in that paper. The study shows that the application of ultrasonic treatment and encapsulation of particles with polystyrene effectively reduces the size and concentration of agglomerates in composites based on PMMA with aluminum oxide particles. Optimal agglomeration parameters are achieved by combining ultrasonic treatment with encapsulation and selecting the optimal commercial form of polymer.

1. Введение

Разработка полимерных композитов с дисперсными наполнителями является важным направлением в материаловедении, целью которой явля-

ется создание материалов с определенными свойствами. Последние исследования [1, 2] сосредотачиваются на объединении функциональных и механических характеристик в таких композитах. Таким образом, важно определить влияние параметров технологического процесса, таких как предварительная обработка дисперсных частиц и исходного полимерного материала, на формирование агломератов в композитах.

2. Результаты экспериментов и обсуждение

Путем анализа микрофотографий некапсулированных и капсулированных наночастиц были определены их размеры, а также математическое ожидание и стандартное отклонение. С использованием формулы (1) были вычислены функции распределения для обеих групп частиц.

$$P(d) = \frac{1}{d\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln d - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где d – диаметр исходных частиц и их агломератов; μ – математическое ожидание величины $\ln d$; σ – стандартное отклонение величины d .

Также определены основные параметры бимодальных функций распределения с логарифмически нормальным распределением и построены функции распределения агломератов по их размерам.

3. Заключение

Исследования подтвердили, что наименьшие агломераты достигаются с использованием ультразвуковой обработки и капсулирования частиц, что подчеркивает их эффективность для улучшения свойств композитов. Комбинация ультразвукового воздействия, капсулирования частиц и правильного выбора формы полимера позволяет минимизировать размеры и концентрацию агломератов.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

Список литературы

1. Oleiwi J.K., Hamad Q.A. / Studying the mechanical properties of denture base materials fabricated from polymer composite materials // Al-Khwarizmi Engineering Journal Vol. 14 № 3 100–111. doi: 10.22153/kej.2018.01.006
2. Danilaev M., Hussein S.M.R.H., Bobina E., Karandashov S., Kuklin V., Klabukov M., Le H.Q., Mironskaya E., Yakovleva G., Ilinskaya O. / Novel epoxy-based biocidal composite material filled with polylactide-capsulated copper (I) oxide particles // Karbala International Journal of Modern Science Vol. 9 № 3 417–428. doi: 10.33640/2405-609X.3309

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЛЯТОРОВ ДЛЯ СВЧ - КОММУТАТОРОВ

Бикчантаев А.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEFINITION OF INSULATORS FOR MICROWAVE SWITCHES

Bikchantaev A.A.

Supervisor: Nasybullin Aidar Revkatovich, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается выбор оптимального изоляционного материала для применения в СВЧ - коммутаторах с повышенной пропускной мощностью.

Abstract

The article discusses the choice of the optimal insulating material for use in microwave switches with increased throughput.

Для изолятора коммутатора важными параметрами является низкая диэлектрическая проницаемость, малые диэлектрические потери, хорошая теплопроводность, высокое пробивное напряжение и большой диапазон рабочих температур. А для обработки добавляется плотность изолятора.

В СВЧ технике распространены Фторопласт, Арфлон, РЕЕК и Ф4АО10. В данной работе будет рассмотрена возможность использования Ф4АО10 [1].

Плотность материалов приведена в таблице 1.

Таблица 1

Материал	Плотность, г/см ³
Фторопласт	2,18 – 2,21
Арфлон	2,19 - 2,21
РЕЕК	1,3
Ф4АО10	2,15

Для расчета эффективной диэлектрической проницаемости композитных материалов проводят следующий расчёт:

$$\varepsilon_{\text{эф}} = \left(\frac{\nu_1}{\varepsilon_1} + \frac{\nu_2}{\varepsilon_2} \right)^{-1}, \quad (1)$$

где: $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – диэлектрическая проницаемость вещества и вводимого вещества соответственно, в которое вводится добавка; ν_1, ν_2 – объемная доля вещества и вводимого вещества соответственно.

Диэлектрические проницаемости приведены в таблице 2.

Таблица 2

Материал	Диэлектрическая проницаемость
Фторопласт	$\varepsilon=1,9-2,1$
Арфлон	$\varepsilon=2,1-2,2$
РЕЕК	$\varepsilon=2,2-3,3$
Ф4АО10	$\varepsilon=2,26$

Вычислим теплопроводность по теории Максвелла-Бургера-Эйкена [2]:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_1 \cdot \left(\frac{1 - \left(1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right) L \nu_2}{1 + (L - 1) \nu_1} \right), \quad (2)$$

где: λ_1, λ_2 - коэффициент теплопроводности вещества и вводимого вещества соответственно.

Коэффициенты теплопроводности приведены в таблице 3.

Таблица 3

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/мК
Фторопласт	$\lambda=0,25$
Арфлон	$\lambda=0,34 - 0,45$
РЕЕК	$\lambda=0,25$
Ф4АО10	$\lambda=1,02$

3. Заключение

Можем сделать вывод о том, что Ф4АО10 является хорошим выбором для применения в производстве СВЧ – коммутаторов, так как имеет среднюю теплопроводность, плотность и диэлектрическую проницаемость

Список литературы

1. Prokimov A.A., Dzhurinsky K.B., Smirnova Y.A./Promising insulating materials for RF cables and connectors// Collection of articles Components and technologies, 2017 , 115 pages;
2. V.G.Shevchenko /Fundamentals of physics of polymer materials// The book- a textbook for students, 2010, 99 pages.

ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

Загидуллин А.Р.

Научный руководитель: Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DIGITAL OSCILLOSCOPE

Zagidullin A.R.

Supervisor: Vinogradov V.Y., professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается устройство, такое как цифровой осциллограф. Рассматривается его предназначение, возможности и сравнение с аналоговым осциллографом.

Abstract

The article discusses a device such as a digital oscilloscope. Its purpose, main characteristics and comparison with an analog oscilloscope are considered.

Цифровой осциллограф представляет собой устройство для наблюдения и анализа электрических сигналов. Он преобразует аналоговый сигнал в цифровой вид, который затем отображается на ЖК-дисплее. Прибор позволяет измерять амплитудные и временные параметры сигнала, а также проводить его математическую обработку. Сигналы могут генерироваться различными источниками, включая специализированные генераторы и электронные компоненты.

Измерение цифровым осциллографом позволяет совершать множество операций, получая разнообразные данные [1]:

- напряжение постоянного и переменного тока;
- частоту и период;
- характеристики и сопротивление напряжения;
- звук, шум и соотношение шума к сигналу;
- амплитуду и сдвиг фаз;
- падение напряжения;

- время подъема и падения.

Осциллографы могут быть аналоговыми или цифровыми. Цифровые осциллографы могут отображать сигналы с различной яркостью, в то время как аналоговые осциллографы выполняют развертку сигнала. Оба типа осциллографов могут работать с физическими величинами, которые могут изменяться.

Цифровые осциллографы обрабатывают сигналы, используя принцип выборки. Они понимают дискретные двоичные числа, которые представляют значение напряжения. Концепция системы запуска цифрового осциллографа основана на мониторинге событий в исследуемых процессах.

В основе аналоговой системы запуска – функционирование на усилителях. Усилители - источники линейных и нелинейных погрешностей. Это может быть задержка и колебания амплитуды. Их проявление отображается на дисплее. Вид - сдвиги положения запуска.

В основе цифровой системы запуска – функционирование без искажений. Может напрямую работать с отчетами АЦП, а также отображать на экране получаемый сигнал практически без изменений [2].

Особенности цифровых устройств:

- работа с полосой пропускания от 70 ГГц и больше;
- функционирование в режиме эквивалентного и реального времени;
- регистрация поступающих сигналов за счет модулей; пониженный уровень шума;
- повторяющийся характер работы (так обеспечиваются идеальные условия для мониторинга за параметрами сигналов).

Благодаря цифровому осциллографу удастся проверять корректность работы электронной части техники. Кроме измерения прибор записывает показания. Полученные данные можно анализировать в любое время. Такое устройство широко применяется в медицине, прикладных и научно-исследовательских сферах.

Список литературы

1. radioelementy.ru – электронные компоненты и радиодетали: [сайт]. – Москва, 2022 – URL: <https://clck.ru/39iVhF> (дата обращения 24.03.2024) - Текст: электронный.

2. 2test.ru – телекоммуникационные решения: [сайт]. – Санкт-Петербург, 2022 – URL: <https://clck.ru/39iWКу> (дата обращения 24.03.2024) - Текст: электронный.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МОНОУСИЛИТЕЛЯ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ НА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМПАХ

Тихонов К.А., Гумаров Е.Р., Фазылов Р.Р.

Научный руководитель: Сагдиев Рафаэль Касимович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MONO AUDIO FRE- QUENCY AMPLIFIER ON ELECTRONIC LAMPS

Tikhonov K.A., Gumarov E.R., Fazylov R.R.

Supervisor: Rafael K. Sagdiev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводятся результаты проектирования аудиоусилителя на электронных лампах и принципы работы электровакуумных приборов.

Abstract

The article presents the results of designing an audio amplifier on electronic lamps and researching the principles of operation of electro-vacuum devices.

1. Введение

Усилитель был спроектирован для изучения принципов работы электровакуумных приборов (электронных ламп), ознакомления с особенностями их функционирования, проектирования схем усилителей на электронных лампах и звучания данных усилителей на практике.

2. Общие принципы работы электронных ламп

В основе работы электронных ламп лежит эффект термоэлектронной эмиссии, который заключается в испускании электронов с поверхности находящейся вблизи катода лампы накальной нити. Электронная лампа представляет собой стеклянную или керамическую колбу с вакуумом внутри и определенным количеством электродов. Функционирование осу-

ществляется за счет управления потоком электронов, движущихся в вакууме, электрическим полем, формируемым с помощью электродов (анода и катода, сетки).

По числу электродов лампы делятся на диоды, триоды, тетроды, пентоды и т.д.

3. Особенности проектирования схем ламповых усилителей

Спроектированное нами усилительное устройство состоит из каскада предварительного усиления, который построен на двойном триоде 6Н2П, и окончного каскада, в котором в качестве активного элемента используется пентод 6П14П. Усилитель – однотактный, работает в классе «А», спроектирован по схеме с автоматическим смещением. Особенностью проектирования ламповых усилителей является необходимость в использовании высоковольтного источника анодного питания и необходимость в фильтрации помех на частоте сети 50 Гц. В качестве источника анодного питания используется трансформатор ТА-66 с последующим выпрямлением и фильтрацией высокого напряжения. Питание нитей накала обеспечивает трансформатор ТН-61. Номинальная мощность устройства при использовании динамической головки с сопротивлением 4 Ом составляет 10 Вт, кратковременная - 14 Вт.

4. Особенности звучания ламповых усилителей

Основным отличием ламповых усилителей от усилителей на транзисторах является их «теплое» «ламповое» звучание. При перегрузке лампы происходит компрессия звука, а также искажение звука, в результате чего он обогащается четными гармониками. В ламповой технике расположение этих гармоник по громкости практически совпадает с обертоновым рядом, то есть добавляются вторая (октава), четвертая и т.д гармоника. Это воспринимается человеком, как приятное «теплое» звучание. Подобный принцип обогащения исходного сигнала гармониками применяется, например, в таком приборе, как эксайтер.

3. Заключение

В результате проектирования усилителя был получен прибор, позволяющий воспроизводить музыкальные композиции в высоком качестве. Также был внедрен порт jack 6.3 мм для подключения гитары и возможность беспроводного воспроизведения композиций. В процессе создания усилителя были углублены общетехнические знания и получены соответствующие навыки.

Список литературы

1. Климов Д.А. К 49 Ламповые усилители. Методика расчета и проектирования: -М.: Радио и связь, 2002.-88 с: ил.-(Массовая радиобиблиотека; Вып. 1257). ISBN 5-256-01618-0.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИПОЯ ДЛЯ ПАЙКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Подругина Н.Ю.

Научный руководитель: Крючатов Владимир Иванович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RATIONALE FOR CHOOSING ALLOY FOR SOLDERING ELECTRONIC COMPONENTS

Podprugina N.Y.

Supervisor: Vladimir I. Kruchatov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматриваются основные свойства припоев для пайки электронных компонентов, а также принцип их выбора для обеспечения наилучшего качества пайки.

Abstract

This paper discusses the basic properties of solders for electronic components, as well as the principle of their choice to ensure the best quality of soldering.

В процессе пайки радиодеталей важно, чтобы припой был не настолько горячим, чтобы вывести из строя компонент или расплавить изоляцию. Также он должен обладать достаточными электропроводностью, смачиваемостью, обеспечивающей высокое качество пайки, иметь устойчивость к агрессивным средам и механическим воздействиям. Помимо вышперечисленного имеют значение материал и толщина соединяемых поверхностей, способ пайки [1].

Наиболее эффективными легкоплавкими припоями являются оловянно-свинцовые припой (ПОС). Цифра, указанная в маркировке, соответствует процентному содержанию в составе олова. Они сравнительно дешёвы, обладают хорошими антикоррозийными свойствами.

ПОС-40 в основном служит для пайки электроаппаратуры и деталей

из оцинкованного железа. Имеет температуру полного расплавления 238°C. Обладает довольно высоким содержанием свинца, пары которого вредят здоровью.

ПОС-61 используется для лужения и пайки печатных плат радиоаппаратуры. Именно он в основном служит материалом для сборки электроники, так как соотношение олова и свинца в его составе обеспечивает хороший баланс температуры плавления, прочности и технологичности. Его полное расплавление достигается при температуре в 190°C. Применение этого сплава подходит для пайки большинства электронных компонентов.

Среди припоев существуют и такие, которые предназначены специально для пайки компонентов очень чувствительных к перегреву. К таким компонентам относят, например, керамические конденсаторы, чрезмерный нагрев которых вызывает микротрещины, что в дальнейшем приведет к поглощению влаги и, в конечном итоге, к короткому замыканию.

ПОСК-50-18 (50% олова и 18% кадмия) имеет температуру плавления 142–145°C. Наличие в сплаве кадмия усиливает устойчивость к коррозии, но и придаёт ему токсичность.

ПОСВ-50 (олово – 25%, свинец – 25%, висмут – 50%) имеет температуру плавления 90 – 94°C. Он предназначен для пайки меди и латуни. Его также называют сплавом Розе.

Ещё более низкотемпературный – сплав Вуда (Олово – 10%, свинец – 40%, висмут – 40%, кадмий – 10%). Его температура плавления 65 – 72°C. По сравнению со сплавом Розе, он токсичен, так как имеет в своем составе кадмий, но является менее хрупким после затвердевания [2].

Славы Розе и Вуда не имеют широкого применения, так как многие электронные компоненты допускают свою эксплуатацию при температурах равных или выше, чем температуры плавления данных припоев.

Определение подходящего припоя зависит от физико-химических свойств соединяемых поверхностей. Современное разнообразие марок припоев позволяет выбрать сплав, удовлетворяющий условиям требуемого качества соединения и не нарушающий работоспособность радиодеталей.

Список литературы

1. Petrunin, I. E. Soldering guide / I. E. Petrunin, Y. I. Bereznikov, R. R. Bunkina. -М. : Mechanical engineering 2003. – 480p.
2. Gulyaev, A. P. Metal science / A. P. Gulyaev. -М. : Metallurgy 1986. - 544 p.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ШИМ СИГНАЛА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ
МІК32 АМУР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ
КВАДРОКОПТЕРА**

Фахрутдинов Т.Н.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

**IMPLEMENTATION OF THE PWM SIGNAL ON THE MIK32 AMUR
MICROCONTROLLER FOR CONTROLLING THE QUADROCOPTER
ENGINES**

Fakhrutdinov T.N.

Supervisor: E. Denisov, Ph.D. in technology, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются особенности реализации ШИМ-сигналов на микроконтроллере МІК32 Амур для управления двигателями квадрокоптера.

Abstract

The article discusses the implementation of a PWM signal on the Russian MIK32 Amur microcontroller for controlling quadcopter engines.

1. Введение

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – метод представления сигнала в виде последовательности прямоугольных импульсов с изменяющимся рабочим циклом. ШИМ-сигналы с изменяющейся скважностью используются для управления вращением винтов квадрокоптера [1], формировании воздействия для исследования, контроля и диагностики электрохимических [2] и других типов систем. В данной работе рассматриваются особенности реализации соответствующих сигналов для реализации управления электрическим двигателями квадрокоптера на отечественном микроконтроллере МІК32 АМУР компании Микрон.

2. Алгоритм работы ШИМ контроллера

Для реализации ШИМ контроллера за основу взята библиотека `mik32-hal`, адаптированная для данного микроконтроллера [3]. В результате была получена программа для независимого управления четырьмя каналами ШИМ.

Все четыре двигателя квадрокоптера должны управляться независимо друг от друга, поэтому используем четыре независимых канала одного из трех доступных 32-битных таймера МК32 АМУР, способных работать в режиме захвата, сравнения или ШИМ. Для этого сначала инициализируются таймер задания таких параметров как источник тактирования, делитель частоты, максимальное значение счета для всех каналов, направление счета, затем настраиваются параметры отдельных каналов: режим, максимальное значение счета канала и др.

После настройки таймера и его каналов, происходит непосредственное формирование ШИМ сигнала. Для каждого таймера задается значение от нуля до максимального значения счета, от которого зависит скважность канала.

Задавая разную скважность для каналов, можно регулировать скорость вращения двигателей и, в результате, тягу винтов, установленных на них.

3. Заключение

Была получена программа для независимого управления четырьмя каналами ШИМ сигналов. Дальнейшая цель работы создание полноценного полетного контроллера на базе отечественного микроконтроллера МК32 Амур.

Список литературы

1. Шафигуллин, И. Д. Квадрокоптер с направленной антенной / И.Д. Шафигуллин, Е. С. Денисов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. – С. 486-489. – EDN EOILTT.

2. Denisov, E. Automated Excitation Signal Generation System for Time-Domain Impedance Spectroscopy / E. Denisov, G. Nikishina, A. Demidov // Proceedings - 2019 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2019, Yekaterinburg, 25–26 апреля 2019 года. – Yekaterinburg: IEEE, 2019. – P. 328-331.

3. МК32 [Электронный ресурс] // [github.com](https://github.com/MikronMK32): [сайт]. URL: <https://github.com/MikronMK32> (дата обращения: 25.12.2023).

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТА КРЕМНИЙ - АЛЮМИНИЙ

Хасянов И.Р.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCTION AND STUDY OF SILICON - ALUMINUM CONTACT

Khasyanov I.R.

Scientific supervisor: Mikheev Igor Dmitrievich, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Омические контакты применяются для соединения полупроводниковых приборов, образованных в объеме или на поверхности полупроводникового кристалла с металлическими проводниками.

Abstract

Ohmic contacts are used to connect semiconductor devices formed in the bulk or on the surface of a semiconductor crystal with metal conductors.

Большой популярностью пользуется омический контакт между кремнием (Si) и алюминием (Al). Из-за того, что алюминий обладает отличной адгезией к кристаллу кремния и из-за его способности связывать кислород, этот вид омического контакта получил большое распространение.

При установлении термодинамического равновесия часть электронов из алюминия, вследствие меньшей работы выхода электронов, переходит в кремний. Электроны могут свободно протекать между материалами в любом направлении через переход. По этой причине, дрейфовый ток $I_{\text{пе}}$ и диффузионный ток $I_{\text{нд}}$ компенсируют друг друга в состоянии равновесия. Контакт обладает высокой проводимостью из-за высокой концентрации электронов при любой полярности внешнего напряжения. (Рис 1.)

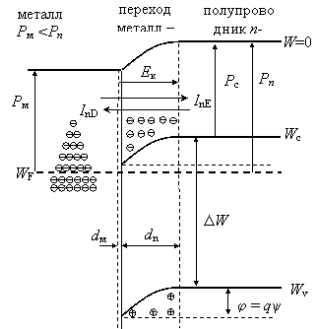


Рис. 1 – Расположение зонных диаграмм при омическом контакте p-кремния с алюминием

Для устранения проблем в области контакта кремния с металлом, связанных с дефектами и примесями на поверхности кристалла, формируется участок с повышенным содержанием примесей (например, фосфора), который обозначается как n+ полупроводник. Зонная диаграмма подобного омического контакта в состоянии термодинамического равновесия приведена на рисунке 2.

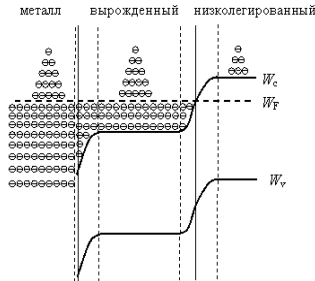


Рис. 2 – Расположение зонных диаграмм при введении в омический контакт с алюминием зоны n+ кремния

Из приведенного примера, можно сделать вывод, что омический контакт между кремнием и алюминием является довольно надежным.

Список литературы

1. Микушин, А. В. Физические основы электроники / А. В. Микушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2023 — 152 с.
2. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Под редакцией Федорова Н. Д. — М.: Радио и связь, 1998. — 560 с.
3. Батушев В. А. Электронные приборы. — М.: Высшая школа, 1980. — 383 с.

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ

Загидуллин А.Р.

Научный руководитель: Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PRINTED BOARD DEVELOPMENT: MAIN STEPS AND KEY ASPECTS

Zagidullin A.R.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описывается процесс разработки и изготовления печатной платы в электронике.

Abstract

The article describes the process of designing and manufacturing a printed circuit board in electronics.

Печатные платы применяются практически во всех отраслях народного хозяйства и потребность в них постоянно возрастает. Опережающие темпы развития микроэлектроники требуют непрерывного повышения их технического уровня, который определяется ростом плотности монтажа электро-радио изделий, повышением требований к надежности, увеличением частоты следования импульсов, обеспечением помехозащищенности и др [1].

Первым этапом является разработка схемы. Схема представляет собой графическое изображение всех компонентов, их связей и соединений на плате. Для создания схемы используются специальные программы, такие как EAGLE, P-CAD или Altium Designer. Эти программы позволяют создавать схемы любой сложности и с любым количеством компонентов.

После создания схемы начинается процесс размещения компонентов

на плате. Этот процесс также выполняется с помощью специализированного программного обеспечения. Программа автоматически размещает компоненты на плате, учитывая их размеры, расстояния между ними и другие параметры.

Следующий этап - создание топологии печатной платы. Топология — это схема расположения проводников на плате. Она создается с помощью специального программного обеспечения, которое позволяет создать точную и подробную топологию.

После того, как топология готова, можно приступить к изготовлению печатной платы. Процесс изготовления происходит на специальном оборудовании - фотоплоттере или лазерном станке. Фотоплоттеры делятся на два вида — векторные и растровые. По виду основания, на котором закрепляется фотопленка, различают фотоплоттеры с барабанным и плоским держателями [2]. Оборудование наносит на материал платы специальный слой, который затем подвергается травлению. В результате получается готовая печатная плата с проводниками и контактными площадками.

Очередным этапом разработки печатных плат является нанесение паяльной маски. При подготовке к нанесению паяльной маски панели подвергаются тщательной очистке. Затем на поверхность платы наносятся эпоксидные чернила для паяльной маски. Ультрафиолетовый свет используется для обозначения мест, где паяльную маску следует удалить.

После того, как техники удаляют назначенную паяльную маску, печатная плата отправляется в печь для отверждения. Эта маска обеспечивает ценную защиту меди платы, защищая ее от потенциального повреждения, вызванного коррозией и окислением [3].

Последним этапом является тестирование печатной платы. Тестирование проводится с помощью специальных приборов, которые проверяют качество пайки, отсутствие коротких замыканий и других дефектов. Если все параметры соответствуют требованиям, то плата считается готовой к использованию.

Список литературы

1. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Москва, 2005 – 560 с. Текст: электронный.
2. Крылов В.П. Технологии и подготовка производства печатных плат. Владимир, 2006 – 64 с. Текст: электронный.
3. victorypcb.com – процесс производства печатных плат: [сайт]. – Китай, 2024 – URL: <https://clck.ru/39mQyP> (дата обращения 29.03.2024) - Текст: электронный.

РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОГО РИТМ-А-КОНА НА ОСНОВЕ МНОГОЗОННОГО ЛАЗЕРНОГО ДАТЧИКА ДАЛЬНОСТИ

Чернова П.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A LASER RHYTHM-A-CONE BASED ON A MULTI-ZONE LASER RANGE SENSOR

Chernova P.A.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается инновационное устройство, на основе многозонного лазерного датчика дальности, под названием лазерный ритм-а-кон, или лазерная арфа. Способное дать возможность увидеть всю красоту звучания музыки.

Abstract

The article discusses an innovative device based on a multi-zone laser ranging sensor called a laser rhythm-a-con, or laser harp. Capable of giving the opportunity to see all the beauty of the sound of music.

1. Введение

Лазерный ритм-а-кон или лазерная арфа — это электронный музыкальный инструмент, состоящий из нескольких лазерных лучей, которые нужно перекрывать, по аналогии с щипками струн обычной арфы [2]. Лазерный ритм-а-кон представляет собой уникальный и инновационный инструмент, который может быть интересным выбором для музыкантов, стремящихся к экспериментам со звуком [3].

2. Представление устройства.

В основе данного инструмента лежит многозонный лазерный датчик дальности, а именно VL53L5CX, который использует технологию прямого

ToF последнего поколения от STMicroelectronics. Лидарный датчик используется для распознавания жестов, а также измерения расстояния. Диапазон 60 Гц позволяет оптимизировать алгоритм непрерывной фокусировки. Измерение расстояния между несколькими зонами до 8x8, широкое диагональное поле зрения 63 °, что является более чем необходимым [1].

Датчик расстояния замеряет расстояния до момента прерывания луча, и в зависимости от него, динамик выдает нужный звук, соответствующий частоте необходимой ноты, данным способом можно регулировать частоту выдаваемого звука, а значит и брать ноты не только первой октавы, но и других.

В данном устройстве помимо датчика дальности, используется так же и устройство микшера, которое позволит вывести звуковые сигналы на несколько потоков, что и представит собой 7 лазерных лучей.

3. Преимущества и недостатки

Данное устройство, выглядит и звучит завораживающе, но, как и любое нововведение, имеет ряд своих преимуществ, и недостатков.

К недостаткам можно отнести

- Необходимость обучения
- Возможные паразитные воздействия

К достоинствам относится:

- Компактность
- Удобство в использовании
- Расширенные звуковые и оптические возможности
- Не высокая стоимость

4. Заключение

Лазерный ритм-а-кон, дает возможность людям с ограниченными возможностями слуха увидеть всю красоту звучания музыки, а также почувствовать её, как никогда прежде. Сверкающая лазерная арфа — это новое воплощение древнего языка музыки, управляемое при помощи лазеров.

Список литературы

1. STMicroelectronics: website. – Geneva, 1987 – URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l5cx.pdf> (date of application: 03.26.2024). – text: electronic.

2. Novoselova A.D., Rodionova A.V., Design and development of a laser harp// International school scientific bulletin. – 2018. – Vol.5, No. 4. – С.624-630.

3. Libenson M.N., Interaction of laser radiation with matter (power optics) // Lecture notes. Part I. Absorption of laser radiation in matter. –2008. – С.141.

ПРИМЕНЕНИЕ НАВЫКА ДОМОВЕНОК КУЗЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ БЫТОВЫХ ЗАДАЧ

Габдрафиков В.И.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF THE DOMOVENOK KUZYA SKILL FOR SOLVING HOUSEHOLD TASKS

Gabdrafikov V.I.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассказывается о том, как навык Домовёнок Кузя может быть использован для решения различных бытовых задач с применением модулей умного дома. Описываются функции Кузи по управлению устройствами умного дома, такими как освещение, климат-контроль и другие. Представлены примеры того, как Кузя помогает автоматизировать процессы уборки, приготовления пищи и создания комфортной атмосферы в доме.

Abstract

This article describes how the Kuzya Housekeeper skill can be used to solve various household tasks using smart home modules. The functions of Kuzi for managing smart home devices such as lighting, climate control and others are described. Examples of how Kuzma helps automate the processes of cleaning, cooking and creating a comfortable atmosphere in the house are presented.

1. Введение

С помощью навыка можно реализовывать многочисленные сценарии использования модулей умного дома. Управление освещением: автоматически выключать свет в определенных комнатах или зонах в определенное время. Управление отоплением: Кузя может регулировать температуру в доме в зависимости от погодных условий и времени суток. Контроль

влажности: Кузя может контролировать влажность в доме и предупреждать хозяев, если уровень влажности слишком высок или низок. Управление бытовой техникой: включать и выключать бытовую технику в определенное время или по команде. Создание комфортной атмосферы: Кузя может управлять вентиляцией, кондиционерами и увлажнителями воздуха, чтобы создать комфортную атмосферу в доме.

2. Возможности

Данный сервис работает с двумя навыками Алисы - “Домовёнок Кузя” и “Мой умный дом” - и позволяет объединять их правила. Также на основе этих правил можно создавать виртуальные устройства для “умного дома” от Яндекса. Чтобы запустить навык, нужно произнести команду "Запустить навык Домовенок Кузя". Если всё сделано правильно, вы услышите приветствие. Полученные от навыка команды разбираются по установленным правилам и, если они совпадают, отправляются по протоколам HTTP, MQTT и IFTTT к доступным из интернета устройствам. Работа виртуальных устройств основана на тех же принципах, но инициатором запроса здесь выступает приложение Яндекса или помощник Алиса. В этом случае активационная фраза не учитывается, и значение входящей фразы искаться не будет. Вместо этого используется одна метка-заменитель со значением {value} [1], которое может быть любым, например, значением яркости света или командой включить/выключить. Виртуальные устройства управляют настоящими устройствами через протоколы HTTP, MQTT или IFTTT (webhooks) [2].

3. Заключение

Навык Домовенок Кузя представляет собой мощный инструмент для решения разнообразных бытовых задач. Он обеспечивает управление устройствами умного дома, автоматизацию процессов. Интеграция с модулями умного дома и возможность создания виртуальных устройств делают домовенка Кузю еще более функциональным и удобным в использовании.

Список литературы

1. Применение навыка Домовёнок Кузя для автоматизации быта: возможности и ограничения. URL: <https://alexstar.ru/web/smarthome/primenenie-navyka-domovjonok-kuzja-dlja-avtomatizacii-byta-vozmozhnosti-i-ogranichenija>
2. Олифер, В. Г. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы: юбилейное издание / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - СПб: Питер, 2020. - 1008 с.- ил. - (Серия “Учебник для вузов”). ISBN: 978-5-4461-1426-9

РАЗРАБОТКА ИНДУКТИВНОГО ДАТЧИКА В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Гараев Б.И.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF INDUCTIVE SENSOR IN INTEGRATED DESIGN

Garaev B.I.

Supervisor: Timur M. Ishkaev
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье изучается применение индуктивных датчиков в интегральном исполнении для повышения эффективности и точности измерений в различных отраслях. Описываются ключевые особенности и преимущества таких датчиков, включая улучшенную чувствительность и надежность.

Abstract

This paper explores the use of integrated inductive sensors to improve the efficiency and accuracy of measurements in various industries. Key features and benefits of such sensors are described, including improved sensitivity and reliability.

Индуктивные датчики являются неотъемлемой частью многих современных технологических процессов. Их интегральное исполнение обеспечивает более точные и надежные измерения, что критически важно в таких отраслях, как автомобилестроение, авиация и автоматизация производства. Эта статья описывает последние достижения в этой области и их практическое применение.

2. Математическая модель волоконно-оптического датчика

Математическая модель индуктивного датчика может быть представлена через его основное свойство — индуктивность. Индуктивность L катушки датчика зависит от множества факторов, включая количество витков

N , площадь поперечного сечения A и магнитную проницаемость среды μ

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}, \quad (1)$$

где: L – индуктивность, μ – магнитная проницаемость среды, N – количество витков, A – площадь поперечного сечения катушки, l – длина катушки

При изменении любого из этих параметров, например, в результате движения металлического объекта вблизи датчика, индуктивность катушки изменится, что приводит к изменению величины индуцированной ЭДС. Это изменение ЭДС можно измерять и анализировать для получения информации о положении и движении объекта [1].

3. Преимущества интегрального исполнения

Интегральные датчики предлагают ряд преимуществ по сравнению с их традиционными аналогами. Они обеспечивают высокую степень миниатюризации, повышенную надежность и улучшенную чувствительность. Благодаря этим качествам, они находят широкое применение в сложных и высокотехнологичных системах [2].

4. Заключение

Индуктивные датчики в интегральном исполнении демонстрируют значительные улучшения в точности, надежности и универсальности применения. Эти достижения открывают новые возможности для их использования в различных областях техники и науки.

Список литературы

1. Строганов Д.А. Первичные преобразователи индуктивных измерительных приборов. Приборостроение. Межвузовский сборник научных трудов. - М.: МГУПИ, 2007, с. 166-169.
2. Строганов Д.А. Система автоматизированного проектирования индуктивных измерительных приборов. Приборостроение. Межвузовский сборник научных трудов. - М.: МГУПИ, 2007, с. 137-141.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Байкова Л.В.

Научный руководитель: Крючатов Владимир Иванович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FEATURES OF SURFACE MOUNTING OF COMPONENTS ON PRINTED CIRCUIT BOARDS

Baikova L.V.

Supervisor: Vladimir I. Krychatov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются особенности поверхностного монтажа компонентов на печатных платах и их преимущества.

Abstract

The article discusses the features of surface mounting of components on printed circuit boards and their advantages.

1. Введение

Технология поверхностного монтажа (SMT) является основой современной индустрии микроэлектроники. Особенность этой технологии заключается в том, что электронные компоненты крепятся к поверхности печатной платы с помощью паяльной пасты без использования сквозных отверстий [1].

2. Особенности SMD-компонентов и технологического процесса

Компоненты для поверхностного монтажа обладают рядом особенностей, отличающих их от используемых при сквозном методе установки:

Благодаря небольшим размерам SMD-компонентов разработчики имеют возможность размещать больше компонентов на единицу площади, чем простые выходные радиоэлементы. Следовательно, увеличивается плотность установки и, как следствие, уменьшаются габариты электронных устройств. Поскольку вес SMD-компонента во много раз меньше

веса такого же простого выходного радиоэлемента, вес радиооборудования также будет во много раз меньше. В отличие от традиционных компонентов, SMT компоненты могут быть повреждены высокой или низкой температурой.

Учитывая особенности поверхностного монтажа возможна пайка компонентов несколькими способами:

В конвекционной печи – в них оплавление припоя происходит с помощью потока горячего воздуха или иного газа;

В инфракрасной печи – в этом случае оплавление осуществляется путем нагрева с помощью теплового излучения;

В парофазной печи – такие печи оплавляют припой за счет энергии, выделяемой при переходе теплопередающей среды из газообразного в жидкое с образованием конденсата.

Производство с помощью SMD-монтажа обеспечивает более высокую производительность и точность изготовления электронных устройств.

SMD компоненты востребованы благодаря своим размерам. Технология востребована в производстве благодаря ряду преимуществ:

Возможность проведения ремонта. При выходе из строя элемент может быть заменен новым.

Возможность автоматической установки. Снижается риск возникновения брака. Нет необходимости привлечения большого количества операторов.

Высокая производительность. Нет необходимости в изготовлении отверстий на пластине. Компоненты устанавливаются непосредственно на контактные площадки [2].

3. Заключение

Технология поверхностного монтажа является широко распространенной в современной электронике, благодаря своим преимуществам по сравнению с традиционной технологией монтажа. Тем не менее, при выборе технологии монтажа необходимо учитывать требования к конечному продукту, бюджет, производительность и другие факторы, чтобы выбрать оптимальный подход.

Список литературы

1. В.И. Крючатов, Ф.А. Карамов. Технологическая подготовка производства электронных средств: учебное пособие по курсовому проектированию.- Казань, 2017. – 106 с.

2. В.В. Сускин. Основы технологии поверхностного монтажа – Рязань, 2001. – 160 с.

ВИДЫ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ДАТЧИКОВ И ИХ ПРИНЦИП РАБОТЫ

Павленко Л.А.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TYPES OF THIN FILM SENSORS AND THEIR OPERATING PRINCIPLE

Pavlenko L.A.

Supervisor: Timur M. Ishkaev
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описывается принцип работы разновидностей тонкопленочных датчиков, изучается их различие и методика создания самих датчиков. Их особенности дают понимание того в каких сферах используются

Abstract

The article describes the operating principle of types of thin-film sensors, studies their differences and the methodology for creating the sensors themselves.

Тонкопленочный датчик состоит из керамической подложки, на которую наносятся металлическая токопроводящая дорожка и изолирующий слой из стекла. В данной статье рассмотрены резистивные, индуктивные, микрофлюидные и емкостные тонкопленочные датчики.

– Тонкопленочный емкостный сенсорный преобразователь с металлической сеткой – устройство, в котором вещество, состоящее из металлических частиц, плавающих в полимерной матрице, представляет собой нетолстое покрытие, покрывающее всю его поверхность. Они были созданы для увеличения чувствительности сенсорной пленки и обеспечения хорошей тактильной возвратной связи. Кроме того, они улучшают характеристики емкостных сенсорных пленок LED-совместимых гаджетов [1].

– Простейшее современное микрофлюидное устройство состоит из

микроканалов, отлитых в полимере, который прикреплен к плоской поверхности, например, к предметному стеклу. Полидиметилсилоксан (PDMS) намного чаще применяется в качестве полимера для микрофлюидных чипов. Он прозрачный, биосовместимый, деформируемый и дешевый эластомер. Он очень просто формируется и прикрепляется к стеклу [2].

– Тонкопленочные резистивные датчики – это датчик, типовой элемент которого состоит из керамической пластины из оксида алюминия, на которую напыляется слой платины и наносится фоторезист. После этого пластина совмещается с маской, экспонируется и подвергается травлению. В конечном на пластине формируется платиновая токопроводящая структура и контактные площадки [3].

– Тонкопленочные индукционные детекторы микропозиционирования - представляет собой микротрансформатор с подвижными ярами. преобразователь складывается из статора и бегунка. Статор состоит из магнитных ярем Е-образной формы, представляющих собой весы, двухвитковой мейндровой катушки возбуждения и двух многовитковых измерительных катушек с двойной спиралью [4].

Разнообразие тонкопленочных дает гибкость и большую эффективность при использовании технологии. Данные разновидности по-своему эффективны в своих областях применения.

Список литературы

1. Исследование технологии тонкопленочных емкостных сенсорных датчиков // [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.chinacts.net/исследование-технологии-тонкопленоч/>. (дата обращения: 26.03.2024).

2. Микрофлюидка и микрофлюидные устройства // [Электронный ресурс] – URL: <https://azimp-micro.ru/info/articles/mikroflyuidika/mikroflyuidika-i-mikroflyuidnye-ustroystva/>. (дата обращения 26.03.2024).

3. Кондрашова, К. Применение тонкопленочных сопротивлений / К. Кондрашова // [Электронный ресурс]. Дата публикации: 2017 (дата обращения 26.03.2024)

4. Dragan, D., Hans, G. Thin film inductive micropositioning sensor // Conference: Proc. XIX Eurosensors Conf., Barcelona, Spain, Vol. II (W), pp. WPb25At: Barcelona, Spain // Дата публикации: 2008 (дата обращения: 26.03.2024).

ИЗУЧЕНИЕ ТРИБОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЁНОК ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Каримуллин Т.М.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCHING OF TRIBOPHYSICAL PROPERTIES OF POROUS SILICON

Karimullin T.M.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проведено исследование трибофизических свойств пленок из пористого кремния. Также рассматривается влияние шероховатостей на трибофизические свойства.

Abstract

The article investigates the tribophysical properties of porous silicon films. The influence of roughness on tribophysical properties is also considered.

Пористый кремний, обнаруженный в конце пятидесятих годов, привлекает все больший интерес у ученых по всему миру. Его способность излучать видимое излучение при обычных температурных условиях стала ключевым фактором для прогресса в области микроэлектроники [1]. Пористый кремний обладает уникальными структурными и физическими свойствами. Использование его в качестве пленок выделяется как одно из важнейших направлений, способных найти широкое применение как в микроэлектронике, так и в медицинских технологиях.

Пленки пористого кремния представляют собой важный класс материалов, применяемых в различных областях науки и техники [2]. Одним из ключевых аспектов исследования таких пленок является изучение их трибофизических свойств, то есть свойств, связанных с трением и износом при контакте с другими поверхностями.

Понимание трибофизических характеристик пленок пористого кремния имеет большое значение для оптимизации их производства и применения в различных областях, таких как микроэлектроника, медицинская техника, косметическая промышленность и другие.

1. Влияние шероховатостей плёнок пористого кремния на трибофизические свойства

Шероховатость поверхности пленок пористого кремния может оказывать значительное влияние на их трибофизические свойства. Приведу несколько примеров, которыми шероховатость может влиять на электрические свойства таких пленок:

1) Коэффициент трения: Более шероховатые поверхности обычно имеют большую поверхностную площадь контакта при трении. Это может приводить к увеличению коэффициента трения между пленкой и контактной поверхностью;

2) Износостойкость: Шероховатость поверхности также может влиять на износостойкость пленок пористого кремния. Более шероховатые поверхности могут быть более подвержены износу при трении из-за увеличенного контакта с противоположной поверхностью;

3) Трибоэлектрические эффекты: Неровности поверхности могут способствовать возникновению трибоэлектрических эффектов при трении. Это может приводить к генерации статического электричества и изменению электрических свойств пленок [1].

2. Заключение

Исследование трибофизических свойств пленок пористого кремния позволяет лучше понять его потенциал в различных областях применения. Полученные результаты могут стать основой для разработки новых технологий и материалов с улучшенными трибоэлектрическими и механическими характеристиками.

Список литературы

1. Karpushkina, A.V. The study of triboelectric properties of porous silicon films // «XXIV Tupolev Readings (school of young scientists)» : (Proceedings of the International Youth Scientific Conference): Kazan, November 07-08, 2019. – 2019. – p. 603-607.

2. T. Dzhafarov, A. Bayramov. In: Handbook of Porous Silicon, ed. by L. Canham (Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, 2018) p. 1479.

ПАНЕЛИЗАЦИЯ (МУЛЬТИПЛИЦИРОВАНИЕ) ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Ахмеров А.Р.

Научный руководитель: Крючатов Владимир Иванович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PANELIZATION (MULTIPLICATION) IN THE MANUFACTURE OF PRINTED CIRCUIT BOARDS

Akhmerov A.R.

Supervisor: Vladimir I. Kryuchatov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются методы панелизации или мультиплицирования печатных плат для улучшения производительности производства, а также экономии времени и материалов.

Abstract

The article discusses the methods of panelization or multiplication of printed circuit boards to improve productivity, as well as save time and materials.

1. Введение

Панелизация печатных плат - это процесс объединения нескольких отдельных печатных плат на общей панели для одновременного производства или обработки. После завершения процесса производства платы из панели могут быть легко отделены для последующей установки в устройствах [1].

2. Панелизация или мультиплицирование печатных плат

В данной работе предложен вариант производства электронной аппаратуры с помощью использования панелизации печатных плат. В результате панелизации несколько печатных плат размещаются на одной панели в определенном порядке и расположении. Это позволяет сэкономить материалы, увеличить производительность, снизить затраты на рабочую силу и повысить качество производства.

Панелизация печатных плат является распространенной практикой в промышленном производстве электроники и позволяет оптимизировать процесс производства серийных печатных плат.

Для дальнейшего использования плат в электронных устройствах, они подвергаются депанелизации, то есть разъединению друг от друга.

Существует 3 самых распространенных метода депанелизации: с помощью V образных канавок на местах «разреза», и два с фрезерованием по контуру.

Способ с V образными канавками подразумевает, что платы разделены друг от друга канавкой, которая уходит вглубь платы на треть от ее высоты. Для такого типа мультиплицирования платы должны соответствовать трем критериям: отсутствие навесных элементов; без скругленных углов; некоторое расстояние от края платы до любого компонента на ней. Минусом такого варианта можно назвать вероятность провисания и поломок плат за счет нагрузки на центр панели из-за особенностей конструкции.

Для каждой платы в панели выполняется фрезеровка по контуру. Остаются только специальные перемычки, которые и объединяют платы вместе. Такое скрепление позволяет легко депанелизовать платы, но он не подойдет в случаях, где на плате присутствуют крупные, тяжелые по весу компоненты. При этом одновременно такой способ снижает нагрузку на каждую плату.

Третий способ аналогичен предыдущему, только здесь перемычки дополнительно имеют просверленные отверстия, что облегчает отделение. Но отверстия снижают допустимый уровень нагрузки, потому методом стоит пользоваться с осторожностью [2].

3. Заключение

Панелизация печатных плат является широко распространенным методом в промышленном производстве электроники и позволяет улучшить эффективность производства, сократить отходы и повысить качество продукции.

Список литературы

1. В.И. Крючатов, Ф.А. Карамов. Технологическая подготовка производства электронных средств: учебное пособие по курсовому проектированию.- Казань, 2017. – 106 с.

2. Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских. Технология изготовления печатных плат.- Екатеринбург, 2015. – 200 с.

УДК 681.518.5

**СИСТЕМА АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА
ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ, ОСНОВАННЫЙ НА АНАЛИЗЕ
СПЕКТРА СОБСТВЕННЫХ ЕЕ КОЛЕБАНИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Тепляков А.А.

Научный руководитель: Саиткулов Владимир Гельманович, д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**ACOUSTIC QUALITY CONTROL SYSTEM FOR LASER WELDING
OF GAS TURBINE ENGINE COMPRESSOR BLADES, BASED ON
ANALYSIS OF THE SPECTRUM OF ITS NATURAL OSCILLATIONS
USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

Tepliyakov A.A.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается применение акустического метода неразрушающего контроля для оценки качества лазерной сварки лопаток компрессора газотурбинного двигателя и обработка полученных данных посредством искусственной нейронной сети.

Abstract

The article discusses the use of the acoustic non-destructive testing method to assess the quality of laser welding of gas turbine engine compressor blades and processing of the obtained data using an artificial neural network.

1. Введение

В исследовании рассматривается метод контроля сварного шва лопаток к диску турбомашин. В процессе эксплуатации турбомашин работают при значительных динамических нагрузках. Наиболее вибронгру-

женными являются лопатки и рабочие колеса [1], поэтому контроль качества лазерной сварки лопатки, сопрягающего лопатку с диском турбины становится критически важен.

В настоящее время для контроля качества сварки лопаток газотурбинных двигателей широко используется оптический метод, но он не гарантирует полного контроля из-за ограничений видимости рабочей области. Ультразвуковой и вихре-токовый методы оказались неэффективными из-за сложной геометрии изделия. Вместо этого выбран акустический метод, который позволяет контролировать результат сварки, независимо от специфических особенностей процесса сварки и геометрии лопаток.

2. Описание метода

В данном исследовании предложен метод акустического контроля для оценки дефектности сварного шва по собственным колебаниям пера лопатки. Метод включает в себя возбуждение собственных резонансных колебаний пера лопатки, запись и оцифровку акустического отклика пера лопатки, определение частотной спектральной характеристики с применением метода быстрого преобразования Фурье. Для анализа результатов и определения дефектности сварного шва используется искусственная нейронная сеть, в которую передаются значения частот собственных колебаний пера лопатки.

Для обучения нейронной сети подготавливаются набор данных из значения частот собственных колебаний лопаток с годными и дефектными сварными швами. Нейронная сеть обучается на основе этой выборки, после чего сохраняются результаты обучения.

3. Заключение

Разработанный метод позволяет производить оценку сварного шва лопатки газотурбинного двигателя по акустическим характеристикам пера лопатки. Для обнаружения и классификации дефекта сварного шва лопатки к диску турбины используется искусственная нейронная сеть, которая позволяет увеличить скорость обработки полученных данных и автоматизировать процесс контроля лазерной сварки.

Список литературы

1. Макаева Р.Х., Каримов А.Х., Царева А.М. Диагностика деталей и узлов турбомашин по их вибрационным характеристикам с применением голографической интерферометрии: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. 242 с.

СРАВНЕНИЕ ДРАЙВЕРОВ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В FDM 3D-ПРИНТЕРАХ

Хамитов Д.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARISON OF STEPPER MOTOR DRIVERS USED IN FDM 3D PRINTERS

Khamitov D.A.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье производится сравнение драйверов TMC2208 и TMC2209 используемых для управления биполярными шаговыми двигателями, которые используются в FDM 3D принтерах.

Abstract

The article compares TMC2208 and TMC2209 drivers used to control bipolar stepper motors used in FDM 3D printers.

1. Введение

В большинстве 3D принтеров, основанных на методе послойного наплавления (FDM, Fused Deposition Modeling) используются двухфазные биполярные шаговые двигатели. Для управления ими служит драйвер – посредник между шаговым двигателем (ШД) и источником управляющих воздействий. С его помощью производится управление ШД с возможностью точного позиционирования вала ШД. Основная задача драйвера в том, чтобы в зависимости от входного сигнала подавать соответствующее напряжение на обмотки шагового двигателя [1].

2. Сравнение драйверов шаговых двигателей TMC2208 и TMC2209

Драйвера TMC2208 и TMC2209 производства компании Trinamic являются одними из самых лучших решений, представленных на данный мо-

мент на рынке. В таблице 1 представлено сравнение основных характеристик микросхем драйверов TMC2208 и TMC2209.

Таблица 1. Характеристики микросхем драйверов TMC2208 и TMC2209

Параметр	TMC2208 [2]	TMC2209 [3]
Интерфейс	Step/Dir или UART	Step/Dir или UART
Деление микрошага	1/256	1/256
Напряжение питания ШД, В	5,5-35	5,5-28
Максимальный фазный ток, А	1,2	1,7
Наличие stealthChop ¹	Да	Да
Наличие spreadCycle ²	Да	Да
Наличие coolStep ³	Нет	Да
Наличие stallGuard2 ⁴	Нет	Да

¹ stealthChop™ – технология, обеспечивающая максимальное снижение шума при работе шаговых двигателей.

² spreadCycle™ – технология, позволяющая обеспечивать прецизионное плавное вращение шагового двигателя.

³ coolStep™ – технология динамического управления током на основе значений StallGuard.

⁴ stallGuard2™ – технология, позволяющая оценивать момент на валу двигателя по обратной ЭДС и токам обмоток.

3. Выводы

Судя по таблице 1, данные драйвера ШД имеют различия в диапазоне напряжений питания ШД, а также в максимальном продолжительном токе на фазу. Также драйвер TMC2209 имеет очень полезную функцию stallGuard2 которая открывает различные возможности управления шаговым двигателем. Одной из таких функций является coolStep, который позволяет добиться динамического изменения крутящего момента на валу ШД, а также снизить нагрев ШД.

Список литературы

1. О. Пушкарев «Первый шаг» шагового двигателя // Современная электроника. — 2004. — №1. — С. 46–47.

2. Техническая документация на микросхему TMC2208 (PDF) // ALLDATASHEET : электронный ресурс. — URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/958409/TRINAMIC/TMC2208.html> (дата обращения: 26.03.24).

3. Техническая документация на микросхему TMC2209 (PDF) // ALLDATASHEET : электронный ресурс. — URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1180128/TRINAMIC/TMC2209.html> (дата обращения: 26.03.24).

ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Игошин Д.А.

Научный руководитель: Тепляков Алексей Александрович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OVERVIEW AND COMPARATIVE ANALYSIS OF POWER SUPPLY PROTOCOLS

Igoshin D.A.

Supervisor: Alexey A. Teplyakov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе исследуются протоколы источников питания электронных устройств, их особенности и сравнительный анализ. Преимущества и недостатки каждого протокола, их влияние на скорость зарядки и эффективность использования для различных устройств.

Abstract

In this paper, the protocols of power supplies of electronic devices, their features and comparative analysis are investigated. Advantages and disadvantages of each protocol, their impact on charging speed and efficiency of use for various devices.

1. Введение

Протоколы источников питания являются неотъемлемой частью современных электронных устройств, обеспечивая их энергией для работы. Существует несколько различных протоколов питания, таких как Quick Charge, Power Delivery, которые также предлагают быструю и удобную зарядку.

2. Протоколы питания

Протокол источников питания обеспечивает стандартизацию питания для большинства гаджетов, но может иметь ограничения по скорости зарядки. Сравнительный анализ показывает, что USB удобна в использовании и доступна, обладает существенными ограничениями в эффективности

по сравнению с альтернативными протоколами [1].

Quick Charge - технология быстрой зарядки, обеспечивающая значительное ускорение процесса зарядки устройств. Сравнительный анализ показывает, что Quick Charge может быть более эффективным в использовании, особенно для пользователей, которым важна скорость зарядки.

Power Delivery (PD) является протоколом быстрой зарядки, способным обеспечить значительные мощности. Сравнительный анализ подтверждает, что PD может быть идеальным вариантом для питания высокоэнергетических устройств, таких как ноутбуки. Однако универсальность его применения может быть ограничена [2].

Каждый из рассмотренных протоколов источников питания имеет свои преимущества и недостатки, которые определяются требованиями и предпочтениями конечного пользователя. Пользователям, которым важна скорость зарядки, могут подойти Quick Charge или Power Delivery. В зависимости от конкретных потребностей и устройств пользователя можно выбрать оптимальный протокол питания для обеспечения эффективной работы электронных устройств.

Таблица 1. Сравнительный анализ протоколов питания

Протоколы питания	Максимальное напряжение, В	Максимальный ток, А	Максимальная мощность, Вт
USB SDP	5	0,9	4,5
PD	20	5	100
QC 4.0	20	4,6	27

3. Заключение

Исследование протоколов источников питания для электронных устройств и сравнение с другими протоколами питания позволяет определить оптимальный способ обеспечения питания в зависимости от конкретных потребностей пользователя. Результаты исследования могут быть полезны при выборе метода зарядки для повседневного использования.

Список литературы

1. Агуров П.В. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 576 с.
2. Хульцебош Ю. USB в электронике. – СПб.: БВХ-Петербург, 2009. – 224 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ И
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ КОЭФФИЦИЕНТА
ПРОПУСКАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК**

Бельтюков С.В., Карандашов С.А.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, доцент;
Данилаев Максим Петрович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**COMPARATIVE ANALYSIS OF CALCULATED AND EXPERI-
MENTAL DATA OF TRANSMITTANCE COEFFICIENT OF POLY-
MER FILMS**

Beltyukov S.V., Karandashov S.A.

Supervisor: Elena A. Bobina, associate professor;
Maxim P. Danilaev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе приведено сравнение расчетных и экспериментальных данных коэффициента пропускания полимерных пленок, полученных при электроспиннинге. Исследование включает оптические измерения и расчеты с использованием фотометрического метода. Результаты подтвердили применимость фотометрического метода для точного контроля толщины пленок.

Abstract

The paper presents a comparison of calculated and experimental data of the transmittance coefficient of polymer films obtained by electrospinning. The study includes optical measurements and calculations using the photometric method. The results confirmed the applicability of the photometric method for accurate control of film thickness.

В современной науке и промышленности точные расчеты играют важную роль, особенно в области оптики и материаловедения. Целью данного исследования является подтверждение достоверности теоретических

расчетов коэффициентов пропускания полимерных пленок, получаемых с помощью электроспиннинга, путем проведения экспериментальных исследований и сравнения полученных данных.

Для проведения экспериментальных исследований подготовлены образцы плёнок из фторопласта и полиэтилентерефталата с различной толщиной. Использовались образцы фторопласта толщиной 50 мкм (марка Ф-4 «ЭН») и полиэтилентерефталата толщиной 25 мкм (марка ПЭТ-Э). Образцы плёнок были собраны в несколько слоёв для получения различных толщин.

Для измерения оптических характеристик использовалась схема, аналогичная той, что описана в работе [1]. В данной работе использовался красный светодиод ($\lambda = 620$ нм) в сочетании с интегрирующей сферой для учета рассеянного излучения. После проведения измерений получены коэффициенты пропускания для каждого образца при различных толщинах.

Результаты расчетов коэффициентов пропускания для образцов из фторопласта и ПЭТФ представлены в Таблице 3, а также отображены на соответствующих графиках. Сравнительный анализ экспериментальных данных с расчетными коэффициентами пропускания позволил выявить небольшие расхождения. Максимальное расхождение составило 3,93% для фторопласта и 6,6% для ПЭТФ, что подтверждает возможность применения фотометрического метода для контроля толщины пленок с заданными ограничениями в исследуемых диапазонах толщин.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили достоверность расчетов коэффициента пропускания полимерных пленок. Результаты показали, что фотометрический метод может быть эффективно использован для контроля толщины пленок фторопласта и ПЭТФ с высокой точностью в заданных диапазонах толщин. Данные результаты имеют важное значение для практического применения в области оптики и материаловедения.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г.

Список литературы

1. Данилаев, М. П. Турбидиметрический фотометр для исследования седиментации наноразмерных объектов / М. П. Данилаев, С. А. Карандашов, В. А. Куклин, А. Ж. Сахабутдинов, С. М. Р. Х. Хуссейн / Научное приборостроение, 2021, том 31, №2, с. 35-43.

КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ В ПЕРЕДАТЧИКАХ С ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Латыпов А.И.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DISTORTION COMPENSATION IN PHASE MODULATED TRANSMITTERS

Latypov A.I.

Supervisor: Elena A. Bobina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассмотрена проблема компенсации искажений в системах связи. Определяется наиболее перспективный метод компенсации искажений в передатчиках с фазовой модуляцией.

Abstract

The paper considers the problem of distortion compensation in communication systems. The most promising method of distortion compensation in phase modulated transmitters is defined.

1. Введение

В современных системах связи фазовая модуляция (ФМ) является одним из основных методов модуляции, который обеспечивает эффективную передачу данных. Однако даже при использовании этого метода возникают различные искажения, которые могут существенно снизить качество передачи информации. Для решения этой проблемы существуют различные методы компенсации искажений. Цель данного исследования состоит в определении наиболее перспективного метода компенсации искажений в передатчиках с фазовой модуляцией, обладающего оптимальным сочетанием преимуществ и недостатков для эффективной передачи данных.

2. Методы компенсации искажений

Анализ литературных источников показал, что существует 3 основных метода компенсации искажений в передатчиках с фазовой модуляцией.

Метод компенсации нелинейных эффектов на основе динамических нейронных сетей.

Этот метод основан на использовании динамических нейронных сетей для компенсации нелинейных искажений [1]. Он обладает несколькими преимуществами, включая эффективность, гибкость и автоматизацию. Однако стоит отметить, что для его реализации требуются значительные вычислительные ресурсы, а также достаточное количество обучающих данных. Кроме того, настройка параметров нейронных сетей может быть тривиальной задачей.

Метод компенсации мешающих сигналов и нелинейных искажений.

Этот метод направлен на уменьшение влияния помех и нелинейных искажений на передаваемый сигнал [2]. Его преимущества включают улучшение качества передачи данных, увеличение дальности передачи и адаптацию к изменяющимся условиям. Однако его недостатки связаны с вычислительной сложностью и возможностью ошибок компенсации.

Метод предварительной коррекции.

Этот метод основан на предварительной коррекции нелинейных искажений перед передачей сигнала [3]. Он способствует улучшению качества сигнала, увеличению динамического диапазона и снижению межсимвольных искажений. Однако его реализация может быть сложной из-за необходимости точной настройки параметров.

3. Заключение

Несмотря на некоторые недостатки, метод предварительной коррекции в целом имеет больше преимуществ, так как позволяет значительно улучшить качество передаваемого сигнала и эффективность работы передатчика. Однако при его применении необходимо учитывать особенности усилителя мощности и дополнительные затраты на оборудование.

Список литературы

1. Agrawal G. P. / Nonlinear Fiber Optics // Boston: Academic Press Vol. 5.
2. Che M., Kuboki T., Kato K. / Nonlinear compensation for indoor visible light communication systems with carrierless amplitude and phase modulation // Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 58.
3. Fatungase I. / Digital predistortion for nonlinear rf power amplifiers in wideband communication systems // Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ LM317T

Вельгас И.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEFINITION OF INSULATORS FOR MICROWAVE SWITCHES

Velgas I.A.

Supervisor: Nasybullin Aidar Revkatovich, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается стабилизатор напряжения на базе популярной микросхемы LM317T. Целью работы является исследование характеристик этого стабилизатора и определение его применимости в различных электронных системах.

Abstract

This article discusses a voltage stabilizer based on the popular LM317T microchip. The aim of the work is to investigate the characteristics of this stabilizer and determine its applicability in various electronic systems.

1. Введение

Современные электронные устройства требуют стабильного и надежного питания для корректной работы. Одним из распространенных решений является использование стабилизатора напряжения, который обеспечивает постоянное и стабильное напряжение для всех компонентов устройства. В данной статье мы рассмотрим стабилизатор напряжения на основе популярной интегральной микросхемы LM317T.

2. Общие сведения о LM317T

LM317T – это трехвыводной регулируемый стабилизатор напряжения. Он обеспечивает высокую точность стабилизации (до $\pm 1\%$) и имеет широкий диапазон входных и выходных напряжений. Максимальный вы-

ходной ток составляет 1,5А, что позволяет использовать данную микросхему в большинстве электронных устройств.

Для исследования характеристик стабилизатора на основе LM317T были проведены эксперименты, которые включали в себя измерение точности стабилизации, зависимости выходного напряжения от входного, а также температурного коэффициента [1].

Результаты экспериментов показали, что точность стабилизации стабилизатора на основе LM317T составляет около $\pm 0,5\%$. Тем не менее, данный стабилизатор обеспечивает достаточно высокую точность стабилизации для большинства электронных устройств.

Также была исследована зависимость выходного напряжения стабилизатора от входного.

Было установлено, что при изменении входного напряжения в диапазоне от 5 до 25В, выходное напряжение остается практически неизменным. Это означает, что стабилизатор на основе LM317T обеспечивает стабильное выходное напряжение независимо от колебаний входного напряжения.

Температурный коэффициент стабилизатора на основе LM317T составил около 0,005% на градус Цельсия, что является хорошим результатом для данного типа микросхем. Однако следует учитывать, что при повышении температуры окружающей среды точность стабилизации может снижаться [1].

Области применения стабилизатора на основе LM317T достаточно разнообразны. Он может использоваться в качестве источника стабильного напряжения для питания различных электронных компонентов, в том числе микроконтроллеров, светодиодов и других устройств. Благодаря своей простоте, надежности и доступности, стабилизатор на основе LM317T получил широкое распространение в различных областях электроники.

3. Заключение

В заключении можно сказать, что стабилизатор напряжения на основе LM317T обладает рядом преимуществ, таких как высокая точность стабилизации, широкий диапазон входных и выходных напряжений и низкий температурный коэффициент.

Список литературы

1. Орлов Г.К. Курсовой проект «Разработка регулируемого стабилизированного блока питания прибора на микросхеме LM317T». С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения, 2022 г, 10-20 с.

ПРИНЦИП МОДУЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Исхаков А. Т.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(АО "КАЗАНСКОЕ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО",
г. Казань)

THE PRINCIPLE OF MODULARITY AS THE BASIS FOR THE CREA- TION OF UNIFIED ELECTRONIC SYSTEMS.

Iskhakov A. T.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, ass. professor
(JSC "KAZAN INSTRUMENTAL DESIGN BUREAU", Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается применение принципа модульности для разработки унифицированных радиоэлектронных систем ответственного назначения, что позволит существенно высвободить временной и человеческий ресурс процесса разработки.

Abstract

The article considers the application of the modularity principle for the development of unified electronic systems for responsible purposes, which will significantly free up the time and human resources of the development process.

Для разработки сложных радиоэлектронных систем, промышленность тратит бесценные временные и человеческие ресурсы. Для направления этих ресурсов на эффективное развитие и сокращение ошибок, предлагается принцип модульности на уровне корпорации (государства).

Предлагаемый принцип модульности основывается на выделении функциональных частей радиоэлектронных систем, как обособленных стандартизированных модулей. Каждый модуль - готовое решение для интеграции в разрабатываемую систему [1].

К примеру, функциональные модули «Источник вторичного электропитания» должны быть охвачены следующими стандартизованными параметрами: напряжения входного питания, выходные напряжения, схемотипы.

технические, программные, конструктивные решения, уровень защищённости от внешних воздействующих факторов.

Разработчики унифицированных систем не должны тратить временной и человеческий ресурс на изобретение «велосипеда». Применяя стандартизованный модуль, разработчики системы должны уделять основное внимание функционалу системы, и лишь малое – подбору модулей.

Стандартизации должны подлежать модули защиты, фильтрации, питания, управления, ввода-вывода информации, хранения данных, передачи данных, формирования сигналов и др [2].

Унифицированные модули смогут работать в любой технике, как гражданского, так и военного назначения. Сопутствующая унификация производственных процессов даст возможность наращивать производство необходимого количества модулей по потребностям промышленности. Также хочется отметить, что унификация и стандартизация – это путь к снижению стоимости модулей.

Организации, задействованные в разработке нормативов и изготовлении стандартизованных модулей должны обладать узкой направленностью, что позволит им сконцентрировать человеческий ресурс, получить необходимые компетенции, создать научный задел, накопить эксплуатационную статистику.

Цикл разработка-производство-эксплуатация замкнётся в рамках применяемой корпорации (государства) и позволит эффективно накопить внутри себя необходимые данные для дальнейшего развития.

НИОКРы на разработку данных модулей должны выполняться передовыми предприятиями в области радиоэлектронного оборудования и находиться под особым вниманием контролирующих органов для обеспечения высокого уровня гарантии качества.

Таким образом, внедрение предложенного принципа модульности позволит создать предпосылки для развития отечественной продукции ответственного назначения, отвечающей современным требованиям надёжности, даже в условиях недостатка ресурсов времени и дефицита технических специалистов.

Список литературы

1. Муромцев, Д.Ю. Надёжность радиоэлектронных средств / Д.Ю. Муромцев, и др. – С.Петербург, Изд-во «Лань», 2021. – 88 с.
2. ГОСТ Р МЭК 62508-2014. Менеджмент риска. Анализ влияния на надёжность человеческого фактора: утвержден и введен в действие Приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2014 г. N 1350-ст: дата введения 2015-12-01.

УДК 681.586.5

СТЕНД ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

Михайлова А.М.

Научный руководитель: Данилаев Дмитрий Петрович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STAND FOR THE DESIGN AND RESEARCH OF DEVICES ON MI- CROCONTROLLERS

Mikhailova A.M.

Supervisor: Dmitriy P. Danilaev, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье повествуется о серии микроконтроллеров Texas Instruments TMS320F2833x, 32-разрядном однокристальном микрокомпьютере с цифровым сигнальным процессором (DSP) в качестве основного блока. Рассказывается о способах применения данного микроконтроллера в различных устройствах.

Abstract

The article describes the Texas Instruments TMS320F2833x series of microcontrollers, a 32-bit single-chip microcomputer with a digital signal processor (DSP) as the main unit. It describes how to use this microcontroller in various devices.

1. Введение

Цифровой сигнальный процессор — это специальное устройство, разработанное на основе типичных математических операций для манипулирования цифровыми данными, которые измеряются датчиками сигнала. Цель состоит в том, чтобы обрабатывать данные как можно быстрее, чтобы иметь возможность генерировать выходной поток “новых” данных в режиме “реального времени”.

2. Цифровой сигнальный контроллер.

Основное назначение цифровых сигнальных контроллеров — это

внедрение всевозможных цифровых автоматов, современных источников питания, а также систем управления электроприводами. Это семейство контроллеров сочетает в себе технологии DSP (ядро сигнального процессора) и MCU (периферийные устройства контроллера). Поэтому компания TI называет их цифровыми сигнальными контроллерами.

Контроллеры семейства TMS320C2000 пополнились процессорами с плавающей точкой TMS320C2833x (C28x+FPU). Эти процессоры имеют ту же 32 разрядную архитектуру, что и контроллеры с фиксированной точкой TMS320C281x (C28x).

Однако использование аппаратного модуля поддержки с плавающей запятой позволяет разрабатывать эффективные цифровые системы на языке высокого уровня C/C++ и значительно расширяет область возможного применения этих устройств. можно с уверенностью сказать, что появилось еще одно универсальное решение для широкого круга задач.

В стандартный набор команд процессоров C28x добавлены команды с плавающей запятой. Однако изменения не затронули базовый набор команд C28x, конвейер, отладчик и архитектуру шины памяти. Это позволило добиться практически полной совместимости программ, написанных для C28x, с новыми процессорами C28x+FPU.

В качестве среды разработки для процессоров C28x+FPU необходимо использовать интегрированную среду разработки Code Composer Studio версии выше 3.3, а компилятор, ассемблер и компоновщик должны быть версии 5.0V и выше.

3. Заключение

Хотелось бы обратить внимание на появление процессоров TMS320F2823x – целочисленных аналогов процесса с плавающей запятой. Они соединены на уровне выводов, это позволяет снизить стоимость решения, разработанного на базе процессора TMS320F2823x, при превышении производительности контроллера в решаемой задаче.

Список литературы

1. Новые цифровые сигнальные контроллеры // КиберЛенинка URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tsifrovye-signalnye-kontrollery-s-plavayushey-tochkoy-tms320f28335/viewer> (дата обращения: 25.03.2024).

КОНТРОЛЬ ЗА СЛЕЖЕНИЕМ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Кальметов Т.В.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

UAV TRACKING CONTROL USING PASSIVE RADAR MAP- PING METHODS

Kalmetov T. V.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается использование пассивной радиолокации в контроле за беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Описываются преимущества пассивной радиолокации. В статье также обсуждаются возможности использования картографических методов в сочетании с пассивной радиолокацией.

Abstract

This article discusses the use of passive radar in the monitoring of unmanned aerial vehicles (UAVs). The advantages of passive radar are described. The article also discusses the possibilities of using mapping methods in combination with passive radar.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся все более распространенным элементом в воздушном пространстве, применяемым в различных областях, включая военные операции, гражданскую авиацию, а также в сферах мониторинга и обследования. Однако, с ростом числа БПЛА возрастает и необходимость эффективного контроля за их движением для обеспечения безопасности полетов.

2. Что такое пассивная радиолокация?

Радиолокация – это область радиоэлектроники, занимающаяся обнаружением объектов (целей), определением их пространственных координат, параметров движения и физических размеров.

Пассивная радиолокация - это метод определения положения объектов в пространстве с помощью анализа радиосигналов, излучаемых этими объектами или отражаемых ими. В пассивной радиолокации используется только приемник для анализа существующих радиосигналов.

Преимущества использования пассивной радиолокации для контроля: скрытность, экономическая эффективность, широкий охват

Пассивная радиолокация (П. р.) используется для определения координат радиоизлучающих объектов с помощью нескольких радиолокационных систем (РЛС), разнесенных на известное расстояние. Существуют три способа определения координат с помощью П. р.: угломерный, разностно-дальномерный и угломерно-разностно-дальномерный. Угломерный способ определяет только направление, разностно-дальномерный способ определяет разности расстояний от объекта до РЛС, угломерно-разностно-дальномерный способ позволяет определить и направления, и разности расстояний до объекта [1].

3. Использование картографических методов

Для повышения эффективности контроля за БПЛА пассивная радиолокация может быть комбинирована с картографическими методами. Это позволяет создать цифровые карты воздушного пространства, на которых отображаются обнаруженные БПЛА и их траектории движения. Эти карты могут быть использованы операторами для мониторинга и управления воздушным движением, а также для принятия решений в реальном времени в случае необходимости изменения маршрутов или предотвращения столкновений.

4. Заключение

Использование картографических методов пассивной радиолокации представляет собой перспективный подход к контролю за БПЛА в воздушном пространстве. Этот метод обладает рядом преимуществ, таких как скрытность, экономическая эффективность и возможность широкого охвата. При правильной реализации и интеграции с существующими системами управления воздушным движением, он может существенно повысить безопасность полетов и обеспечить эффективное управление воздушным пространством

Список литературы

1. Аверьянов В.Я. Разнесенные радиолокационные станции и системы. - Минск: Техника, 1978. - 148 с.

МЕТОДЫ УСТАНОВКИ КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Федотов П.С.

Научный руководитель: Крючатов Владимир Иванович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS FOR INSTALLING COMPONENTS

Fedotov P.S.

Supervisor: Kruchatov Vladimir Ivanovich, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данный научный тезис посвящен методам установки компонентов, используемым в современных технологиях. В работе рассматриваются различные подходы к установке компонентов, включая механические, электрические и программные методы. Результаты исследования могут быть полезны для специалистов в области разработки и производства электроники, машиностроения и других отраслей, где требуется установка компонентов с высокой точностью и надежностью.

Abstract

This scientific thesis is devoted to the installation methods of components used in modern technologies. The paper discusses various approaches to the installation of components, including mechanical, electrical and software methods. The results of the study can be useful for specialists in the field of development and production of electronics, mechanical engineering and other industries where the installation of components with high accuracy and reliability is required.

1. Введение

Основной способ сборки печатной платы - это пайка. Это делается вручную или с использованием технологии групповой сварки. Выбирая способ установки, следует обратить внимание на серийный номер и основание комплектующих. Для малогабаритных изделий более удобен поверхностный монтаж SMD-компонентов. Для массового производства более

эффективно использовать автоматическую сборку печатных плат. Когда процесс автоматизирован, ошибки размещения элементов устраняются [1].

2. Ручная сборка модулей целесообразна в следующих случаях: использование автоматического оборудования невыгодно из-за небольшого количества заказа или сборки различных моделей модулей, платы не подходят для автоматической сборки, при окончательной сборке выходных элементов после автоматической сборки.

Сегодня электроника находится на уровне развития, который не позволяет полностью отказаться от операций ручной сборки. Установщик тщательно проверяет внешний вид каждого компонента перед установкой. При необходимости очищает выводы от оксидов и лужение выводов. Также придает к выводам каждого компонента оптимальную форму для установки на плату исходя из конструкции электронного модуля.

Автоматическая сборка осуществляется с использованием специального оборудования двух видов: монтажников компонентов и автоматов для пайки. Преимущества автоматической установки печатных плат: надежность, снижение затрат, высокая точность, скорость, сборка миниатюрных элементов, автоматическое управление. Автоматы позволяют перестраивать производственные линии благодаря программированию. Качество автоматической установки, а также ее стоимость при использовании автоматизированных устройств в значительной степени гарантируются на этапе проектирования.

Выбор технологии пайки осуществляется в зависимости от количества монтируемых элементов, их расположения, объема монтажа и сложности [2].

3. Заключение

Использование эффективных и надежных методов установки позволяет обеспечить высокую точность сборки, улучшить качество продукции и повысить производительность процесса. Поэтому разработка новых методов установки компонентов и совершенствование существующих технологий имеет большое значение для различных отраслей промышленности.

Список литературы

1. Современные способы монтажа печатных плат : [сайт]. – Москва, 2012 - URL:<https://www.ctelectronics.ru/post/vidmontazha-pechatnykh-plate> (дата обращения: 26.03.2024). – Текст: электронный.

2. ГОСТ 17349-79.Пайка. Классификация способов, введен в действие постановлением Госстандарта СССР от 26 декабря 1979 г. N 5048

ВЫБОР СПОСОБА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ДЛЯ СТЕНДА «МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ»

Иванов Н.В.

Научный руководитель: Кирсанов Александр Юрьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHOOSING A METHOD FOR CONTROLLING THE POSITION OF AN OBJECT FOR THE MAGNETIC LEVITATION STAND

Ivanov N.V.

Supervisor: Alexander Y. Kirsanov, PhD., associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются способы реализации цифрового регулятора положения металлического шара вдоль вертикальной оси при помощи электромагнита. Приводится анализ выбора типа регулятора для реализации системы «Магнитная левитация».

Abstract

The article discusses methods for implementing a digital controller for the position of a metal ball along a vertical axis using an electromagnet. An analysis of the choice of the type of regulator for the implementation of the “Magnetic Levitation” system is provided.

Создание системы, способной точно и эффективно управлять положением металлического шара, представляет собой достаточно сложную инженерную задачу, требующую интеграции электроники, механики и программного обеспечения. Системы активного магнитного подвеса (АМП) находят применение в различных областях науки и техники [1,2,3].

Регулирование положения металлического шара микропроцессорной системой с помощью электромагнита может осуществляться разными методами:

ПИД-управление - настраивает электромагнит для поддержания нужного положения шара, используя разницу между желаемым и текущим положением.

Обратная связь по положению - использует данные с датчиков для коррекции управления.

Прогнозирующие модели и алгоритмы - микропроцессор прогнозирует будущее положение для оптимальной настройки управления.

Адаптивное управление - система автоматически корректирует управление в реальном времени в ответ на изменения.

При выборе метода регулирования важно учитывать точность, динамику системы, ресурсы и сложность реализации. Обратная связь по положению обеспечивает простоту и точность, делая его предпочтительным выбором для многих приложений.

В работе рассмотрены некоторые способы регулирования. Путем сравнения и анализа преимуществ и недостатков каждого способа, было установлено, что обратная связь по положению выделяется своей простотой и высокой точностью управления. В контексте точности, стабильности и универсальности применения, этот метод демонстрирует значительные преимущества перед другими подходами. Таким образом, для многих задач в области управления системами, выбор метода обратной связи по положению является оптимальным решением, обеспечивая эффективное и надежное регулирование положения объекта.

Список литературы

1. Андрианов А.В., Фаляхов И.В., Сусликов Э.В., Кирсанов А.Ю., Евдокимов Ю.К. Разработка алгоритмического и программного обеспечения для системы управления магнитным подвесом стенда газодинамических испытаний // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 16. С. 240-244.

2. Изосимова Т.А., Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю. Устройство и алгоритм адаптивного управления для активного магнитного подвеса на основе программируемых логических интегральных схем // Вестник Каз. гос. техн. у-та им. А.Н. Туполева. 2017. Т. 73. № 1. С. 152-157.

3. Евдокимов Ю.К. Дистанционные автоматизированные учебные лаборатории и технологии дистанционного учебного эксперимента в техническом вузе/ Кирсанов А.Ю., Салахова А.Ш. // Открытое образование. 2009. № 5. С. 101-116.

ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Ахметгареева К.Р.

Научный руководитель: Добрынин А.Б., к.х.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TYPES OF ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES AND THEIR APPLICATION POSSIBILITIES

Akhmetgarayeva K.R.

Supervisor: Dobrynin A.B., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются виды органических светодиодов и их основные характеристики. Рассмотрены отличия матриц, состоящих из разных типов OLED светодиодов. Также обзревается различные методы осаждения органических молекул для создания OLED матриц.

Abstract

The article discusses types of organic light-emitting diodes and their main characteristics. The differences of matrices consisting of different types of OLEDs are considered. Different methods of deposition of organic molecules to create OLED matrices are also reviewed.

В настоящее время технология органических светодиодов (Organic Light Emitting Diodes – OLED) обладает большими перспективами. Это объясняется следующими ее достоинствами: высокая яркость (свыше 100000 кд/м²); высокая контрастность (2000000:1); низкое энергопотребление; отсутствие необходимости подсветки; возможность создания гибких экранов; возможность создания бескорпусных светоизлучающих панелей большой площади [1].

Пассивно-матричные OLED (PMOLED) представляют собой матрицу элементов изображения, образуемую пересекающимися анодными и катодными линиями. При подаче с помощью внешнего контроллера на

определенные столбцы и строки входного напряжения и сигнала передачи видеоданных высвечиваются соответствующие элементы изображения.

Активно-матричные OLED (AMOLED) выполняются на стеклянных подложках, на поверхности которых располагаются тонкопленочные транзисторы, обеспечивающие индивидуальную адресацию каждого пиксела дисплея и позволяющие тем самым снизить потребляемую ими мощность. Также благодаря использованию AMOLED сокращается число требуемых внешних схем управления [2].

При изготовлении органических светодиодов используются следующие способы осаждения органических молекул:

Осаждение органического вещества из паровой фазы (organic vaporphase deposition, OVPD): при низком давлении в камере нагретое органическое вещество переносится газом-носителем к охлажденной подложке и осаждается на ней в виде тонкой плёнки;

Вакуумное осаждение или вакуумное термическое испарение (vacuumdeposition or vacuum thermal evaporation, VTE): нагретые в вакуумной камере органические молекулы переносятся к холодной подложке и осаждаются на ней в виде тонкой плёнки;

Струйная печать (inkjet printing): молекулы «разбрызгиваются» по поверхности подложки. Такой процесс уменьшает стоимость изготовления и позволяет создавать органические панели большой площади [1].

Органические светодиоды являются перспективными благодаря их выдающимся характеристикам. Уже сейчас дисплеи, разработанные по OLED технологиям, становятся доминирующими на рынке электроники.

Список литературы

1. «Рыбина Н. В. Оптоэлектроника и квантовая оптика» (Рыбина, Н. В. Оптоэлектроника и квантовая оптика : учебное пособие / Н. В. Рыбина. — Рязань : РГРТУ, 2022. — ISBN 978-5-7722-0363-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380474> (дата обращения: 26.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 1.).

2. «Бугров В.Е., Виноградова К.А. Оптоэлектроника светодиодов» (Бугров, В. Е. Оптоэлектроника светодиодов : учебное пособие / В. Е. Бугров, К. А. Виноградова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70950> (дата обращения: 26.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 1.).

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПЕРЕБОЙНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ БПЛА

Еграшин Н.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

IMPROVED UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY PERFORMANCE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Egrashin N.A.

Supervisor: Vasilij Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Беспилотные летательные аппараты, или дроны, являются ключевыми компонентами современных беспилотных авиационных систем. Эти аппараты функционируют без присутствия человека-пилота на борту и включают в себя наземные контроллеры и системы связи для управления и мониторинга.

Abstract

Unmanned aerial vehicles, or drones, are key components of modern unmanned aircraft systems. These aircraft operate without a pilot on board and include ground controllers and communication systems for control and monitoring.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как дроны, представляют собой летательные аппараты, которые работают без пилота-человека на борту. Они являются составными компонентами сложной беспилотной авиационной системы (БПЛА), включающей в себя наземный контроллер и механизм связи, обеспечивающий взаимодействие контроллера и БПЛА. Во время работы БПЛА может функционировать автономно посредством внутренней электроники или управляться человеком-оператором дистанционно.

2. Способы улучшения характеристик

Улучшение характеристик бесперебойного источника питания (БПЛА) является важным аспектом для обеспечения стабильной и продолжительной работы беспилотных летательных аппаратов. Способы улучшения характеристик БПЛА:

Емкость батарей. Увеличение емкости батарей позволит увеличить время полета и дальности действия БПЛА. Применение более емких литий-ионных батарей или других продвинутых источников питания может повысить энергоэффективность и продолжительность работы [1].

Теплоотвод и терморегулирование. Обеспечение эффективного теплоотвода и системы терморегулирования поможет предотвратить перегрев и повысить долговечность батарей и других компонентов источника питания [1].

Работа на различных высотах и условиях. Улучшение характеристик БПЛА также включает разработку систем, способных обеспечить стабильную работу источника питания даже в экстремальных условиях работы на разных высотах и в различных климатических условиях.

Резервное питание и системы автоматического переключения. Введение резервного источника питания и систем автоматического переключения позволит обеспечить непрерывную работу системы в случае отказа основного источника питания [2].

3. Заключение

Подводя итог, можно сделать вывод, что улучшение характеристик бесперебойного источника питания (БПЛА) играет ключевую роль в обеспечении стабильной и продолжительной работы беспилотных летательных аппаратов. Повышение емкости батарей, оптимизация теплоотвода, адаптация к различным условиям эксплуатации, а также резервное питание и системы автоматического переключения - это важные шаги на пути к совершенствованию и эффективности источника питания для БПЛА. Комплексный подход к улучшению характеристик БПЛА поможет повысить производительность, энергоэффективность и надежность систем беспилотной авиации в целом.

Список литературы

1. Kocaoglu, B. Thermal Management of Lithium-Ion Batteries: Design Analysis Strategies / Bahattin Kocaoglu. - CRC Press, 2020. - 183-194 с.
2. Гомес-Экспозито, А., Конехо, А. Дж., Канizarес, К. Electric Energy Systems: Analysis and Operation / Антонио Гомес-Экспозито, Антонио Дж. Конехо, Клаудио Канizarес. – 2-е изд., испр. и доп. – CRC Press, 2018. – 748 с.

НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СНА НА ОСНОВЕ РАДАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Попов А.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

NON-INVASIVE SLEEP QUALITY MONITORING SYSTEM BASED ON RADAR TECHNOLOGY

Popov A.A.

Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

Сон важен для здоровья, но многие методы мониторинга сна требуют ношения устройств или контакта с субъектом, что неудобно. Мы рассмотрим неинвазивную систему контроля сна на основе радарной технологии.

Abstract

Sleep is important for health, but many sleep monitoring methods require wearing devices or contact with the subject, which is inconvenient. We will review a non-invasive sleep monitoring system based on radar technology.

Качество сна имеет огромное значение в течении всего дня, но его оценка и мониторинг могут представлять трудности из-за необходимости использования устройств, нарушающих нормальный процесс сна. Традиционные методы контроля качества сна требуют ношения специальных датчиков или проведения полисомнографии, что может быть неудобно и вызывать дискомфорт у пациентов. В данном контексте возникает необходимость в разработке неинвазивной системы, которая позволила бы эффективно оценивать качество сна, не нарушая его естественного хода [1].

Для решения этой проблемы мы предлагаем использовать радарную технологию как неинвазивный метод контроля качества сна.

Радарная технология представляет собой мощный инструмент для мониторинга физиологических параметров человека без необходимости прямого контакта с ним. Она позволяет регистрировать движение и дыхательный ритм субъекта с высокой точностью и без использования нарушающих сон устройств [2].

Достоинства:

- Неинвазивность;
- Высокая точность;
- Непрерывный мониторинг.

Недостатки:

- Ограниченная глубина анализа;
- Влияние окружающей среды;
- Затраты.

В заключение, несмотря на ограничения, неинвазивная система контроля качества сна на основе радарной технологии представляет собой перспективное направление для исследований и разработок. Ее преимущества в виде удобства использования и высокой точности делают ее привлекательным вариантом для клинического применения и научных исследований в области сна и сомнологии. Дальнейшее развитие этой технологии может привести к созданию более доступных и эффективных методов диагностики и лечения расстройств сна, улучшая качество жизни людей. Перспективы применения радарной технологии в области медицины и здравоохранения являются важным объектом для дальнейших исследований и инноваций, направленных на улучшение общественного здоровья и благополучия.

Список литературы

1. Полисомнография // CMI Brain Research : [сайт]. – 2021. – URL: <https://cmi.to/полисомнография/> (дата обращения 26.03.2024).
2. Alizadeh Mostafa. Remote monitoring of human vital signs using mm-wave FMCW radar / Alizadeh Mostafa, Shaker George, Almeida João Carlos Martins De, Morita Plinio Pelegrini, Safavi-Naeini Safeddin // IEEE Access – 2019. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8695699> (дата обращения: 26.03.2024)

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО СОГЛАСОВАННОГО ФИЛЬТРА

Матюшкин Д.Г.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

THE STUDY OF AN ADAPTIVE MATCHED FILTER

Matyushkin D.G.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Russia)

Аннотация

В данной статье рассматривается принцип работы адаптивного согласованного фильтра и его применение в обработке сигналов.

Abstract

This article discusses the principle of operation of the adaptive matched filter and its application in signal processing.

1. Введение

Изучение адаптивного согласованного фильтра является важной областью обработки сигналов, где применение интеллектуальных методов обеспечивает эффективную обработку сигналов. Адаптивный согласованный фильтр используется для определения оптимального усиления сигнала и минимизации погрешности между входным сигналом и ожидаемым. Этот алгоритм широко используется в различных областях, таких как радиолокация, навигация, системы связи и биомедицинская инженерия.

2. Определение адаптивного согласованного фильтра и область его применения.

Адаптивный согласованный фильтр — это алгоритм обработки сигнала, позволяющий автоматически корректировать параметры фильтра в соответствии с изменяющимся сигналом или условиями окружающей среды. Он используется для улучшения качества сигнала за счет устранения шума, фильтрации помех и повышения разрешающей способности в

различных приложениях, включая системы связи, медицинские приборы, радары и обработку изображений.

Запись биения сердца (ЭКГ) может содержать шумы от сетей переменного тока. Точное значение частоты напряжения сети и его гармоники могут время от времени меняться.

Одним из способов удаления шума является фильтрация сигнала с помощью полосно-заграждающего фильтра по частоте сети и её окрестности, что может сильно испортить качество ЭКГ, поскольку биение сердца может иметь близкие к отсекаемой области частотные компоненты.

Чтобы обойти эти потенциальные потери информации, может быть использован адаптивный фильтр. Адаптивный фильтр мог бы принимать сигнал как от пациента, так и от сети и был бы способен отслеживать действительную частоту шума, как и его флуктуации, и вычитать шум из записи. Такая адаптивная техника в общем случае позволяет применять фильтры с более узкой полосой отсечения, что в данном случае означает более точный выходной сигнал для медицинских целей.

В радиолокации адаптивные согласованные фильтры используются для повышения точности и дальности обнаружения объектов, а также для снижения влияния помех на качество сигнала. Они подстраиваются под сигнатуру объекта, что позволяет более точно определить его характеристики. Кроме того, адаптивные фильтры могут использоваться для настройки параметров системы в зависимости от условий окружающей среды [1-2].

3. Заключение.

Исследование адаптивного согласованного фильтра представляет собой значительный вклад в развитие технологий обработки сигналов, обеспечивающих более эффективные и точные методы фильтрации и обработки сигналов в различных задачах. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к новым технологическим прорывам и повышению производительности сигнальных систем.

Список литературы

1. Thakor N.V., Yi-Sheng Zhu. Applications of adaptive filtering to ECG analysis: noise cancellation and arrhythmia detection // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. — 1991. — Vol.38, Iss.8. — P.785—794.
2. Bernard Widrow, Samuel D. Stearns. Adaptive Signal Processing, 1985. — 474 P.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОКОНТРОЛЛЕРА
LGT8F328p ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ
СУММАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ
УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Казбулатов А.Р.

Научный руководитель: Вильцын Станислав Анатольевич
(ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа)

**STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF THE LGT8F328p MI-
CROCONTROLLER DURING ORGANIZING THE MEASUREMENT
OF TOTAL POTENTIAL READINGS AS PART OF A SYSTEM OF
DATA TRANSMISSION DEVICES**

Kazbulatov A.R.

Supervisor: Stanislav A. Viltsin
(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa)

Аннотация

Рассмотрена и применена при измерении показаний потенциала модель микроконтроллера LGT8F328p. Путем программной настройки режима работы АЦП и дифференциального усилителя удалось добиться точности считывания 0,01 В, в результате чего предложено использовать модель в составе системы устройств обработки и передачи данных.

Abstract

Considered and applied the microcontroller model LGT8F328p for measuring potential readings. By programmatically adjusting the operating mode of the ADC and differential amplifier, has achieved a reading accuracy of 0.01 V, so it was proposed to use the model as part of a system of data processing and transmission devices.

1. Введение

В настоящий момент эксплуатация средств катодной защиты трубопроводов от коррозии подразумевает полноценный и непрерывный контроль за отклонениями показаний суммарного и поляризационного потен-

циалов, отражающих степень защиты трубы, за пределы заданных режимов. Для проектирования системы устройств для сбора и передачи этих показаний к диспетчерам возникает необходимость обеспечить функционал измерения устройством потенциалов с высокой точностью.

2. Организация считывания показаний

LGT8F328р - китайский микроконтроллер, клон популярной AVR ATmega328р, обладающий массой дополнительных функций [1]. Обладает следующими важными характеристиками:

- разрядность АЦП 12 Бит (в отличие от АТМега, где 10 Бит), что позволяет уменьшить погрешность измерений;
- наличие встроенного дифференциального усилителя [1];
- опорное напряжение 1.024/2.048/4.096 В.

Исследование возможностей этой модели микроконтроллера проведено на эмуляции считывания показаний напряжения (что аналогично показаниям суммарного потенциала в задаче) с литиевой батареи. Путем настройки в программном коде регистров управления проведена настройка дифференциального режима работы встроенного АЦП (с помощью бит DNS[4:2] и DPS[1:0], активирующих работу инвертирующего и неинвертирующего входов дифференциального усилителя).

В процессе проведения измерений их погрешность удалось понизить до 0.01 В, для этого в калибровочный регистр V_{CAL} подобрано и записано значение V_{CAL} = 29, близкое к значению регистра V_{CAL3} для опорного напряжения 4,096 В.

После проведения измерений выполнена проверка – напряжение литиевой батареи считано при помощи мультиметра. Обнаружена незначительная погрешность, для устранения которой указанным методом нужно калибровать каждый МК в отдельности.

3. Выводы

На данный момент времени исследование характеристик модели LGT8F328р показало, что дифференциальный режим работы АЦП позволяет решить задачу считывания напряжений обоих полярностей в диапазоне от -5 до +5 В, требуемом в задаче. Принято решение комплектовать этой моделью разрабатываемую систему устройств обработки и передачи показаний датчиков суммарного и поляризационного потенциалов.

Список литературы

1. LGT8F328р. Начало работы, особенности // AlexGyver : сайт. – URL: <https://alexgyver.ru/lessons/lgt8f328/?ysclid=ltfo7fkr7d654407617> (дата обращения: 12.02.2024).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ И РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК

Иванов А. Е.

Научный руководитель: Виноградов В. Ю., д.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

INTERACTION OF FIBER-OPTIC COMMUNICATION CHANNEL TECHNOLOGY AND RADIO FREQUENCY TAGS

Ivanov A. E.

Supervisor: Vasilii Yu. Vinogradov, ass. professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

Статья посвящена исследованию методов взаимодействия технологии волоконно-оптической связи и радиочастотных меток. Рассматриваются различные типы радиочастотных меток, их характеристики и области применения. Описываются преимущества использования волоконно-оптических каналов для передачи данных от радиочастотных меток.

Abstract

The article is devoted to the study of methods of interaction between fiber-optic communication technology and radio frequency tags. Various types of radio frequency tags, their characteristics and applications are considered. The advantages of using fiber-optic channels for transmitting data from radio frequency tags are described.

1. Введение

Радиочастотные метки (RFID) — это технология, которая использует радиоволны для идентификации и отслеживания объектов.

Радиочастотные метки работают на основе принципа электромагнитной индукции. Они содержат антенну, которая принимает и передает радиоволны. Когда метка попадает в зону действия считывателя, она активируется и передает свой уникальный идентификационный код.

Существует несколько видов радиочастотных меток, которые различаются по частоте работы и дальности считывания [1].

Волоконно-оптический канал связи — это технология передачи данных, которая использует световые импульсы для передачи информации. Это один из самых быстрых и надежных способов передачи данных [2].

Необходимость скрещивания технологий оптоволоконного канала связи и RFID возникает в связи с потребностью повышения эффективности управления в различных областях.

2. Основная часть

Скрещивание технологий оптоволоконного канала связи и радиочастотной метки может быть полезно для следующих целей: управление запасами, безопасность, мониторинг и логистика [3].

Для того чтобы реализовать скрещивание технологии оптоволоконного канала связи и RFID, нам понадобится такое устройство, как оптический медиаконвертер.

Медиаконвертеры используются для преобразования сигналов между различными типами кабелей. Они могут преобразовывать сигналы между медными кабелями и оптическими кабелями.

В контексте RFID, медиаконвертер может использоваться для преобразования сигналов от RFID считывателя, в сигнал, который может быть передан по оптоволоконному кабелю [4].

3. Заключение

В заключении исследования становится ясно, что для успешного скрещивания технологий оптоволоконного канала связи и радиочастотных меток, необходимо использование оптического медиа конвертера. Медиаконвертеры играют ключевую роль в преобразовании сигналов между различными типами кабелей, что позволяет объединить преимущества обеих технологий и создать эффективные системы управления и контроля в различных сферах деятельности.

Список литературы

1. Барнашев Максим, Лукин Константин. Безопасность RFID и систем радиочастотной идентификации. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 368 с.

2. Веселов С. В., Волоконно-оптические линии связи: учебное пособие / С. В. Веселов, Е. Г. Аксенов – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 256 с.

3. Jones, E. RFID in logistics. A practical introduction / E. Jones, C. Chung. L.: CRC Press, 2014.

4. Беляев А.С., Применение оптических медиаконвертеров в современных сетях связи / А.С. Беляев – Журнал: Техника и телекоммуникации, 2017, №3, с. 45-50.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ УЧАСТКА ЦЕХА ПО ПАЙКЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ

Туганова Д.Ю.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR CONTROLLING THE AIR- CONDITIONING OF THE RADIO-ELECTRONIC BOARDS SOLDER- ING SHOP AREA

Tuganova D.Yu.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена разработке модуля управления системой кондиционирования участка цеха по пайке радиоэлектронных плат. Рассмотрена автоматизированная система кондиционирования для поддержания оптимальных температурных условий для обеспечения надежности и качества процесса пайки.

Abstract

This article is devoted to the development of the control module of the air-conditioning system of the radio-electronic boards soldering workshop. The automated conditioning system for maintaining optimal temperature conditions to ensure the reliability and quality of the soldering process is considered.

1. Введение

Пайка радиоэлектронных плат является важным этапом в производстве электроники. Для обеспечения стабильности процесса пайки необходимо контролировать и поддерживать оптимальные температурные условия.

Система кондиционирования воздуха позволяет поддерживать в помещении заданные кондиции воздуха независимо от уровня и колебаний

метеорологических параметров наружного (атмосферного) воздуха, а также переменных поступлений в помещение тепла и влаги.

Технологические СКВ предназначены для обеспечения параметров воздуха, в максимальной степени отвечающих требованиям определенного производственного или технологического процесса [1].

2. Метод реализации модуля управления кондиционирования.

Установка подачи воздуха из внешней среды включает в себя фильтр, вентилятор и секцию охлаждения/нагрева воздуха. Для предотвращения попадания холодного или горячего наружного воздуха

на входе устанавливается заслонка. Когда вентиляционные установки выключены, заслонка свежего воздуха закрывается.

Попадающая снаружи пыль может снизить эффективность работы вентилятора и клапана охлаждения/нагрева воздуха. Поэтому для предотвращения ее попадания в систему устанавливается фильтр. Следует отметить, что спустя некоторое время фильтр загрязняется, что приводит к недостаточной подаче воздуха и ухудшению качества воздуха в помещении. Разницу давления воздуха в фильтре можно контролировать с помощью сигнализатора давления фильтра. Когда разность давлений достигает определенного значения, генерируется сигнал, оповещающий о необходимости чистки фильтра.

По периметру помещения устанавливаются датчики температуры возвратного воздуха. Датчики снимают основные параметры и подают сигнал в блок управления. Контроллер блока обрабатывает информацию и управляет вентилятором и клапанами нагрева/охлаждения воздуха для обеспечения циркуляции воздуха и поддержания его постоянной температуры.

3. Заключение.

Таким образом, преимуществом данного модуля является обеспечение равномерного распределения воздуха по всему помещению и поддержания оптимальной температуры как для людей, так и для оборудования.

Список литературы

1. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. М.: Евроклимат, 2001. 416 с.

РАЗРАБОТКА НЕИНВАЗИВНОГО ГЛЮКОМЕТРА

Комар К.О.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A NON-INVASIVE BLOOD GLUCOSE METER

Комар К.О.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Контроль уровня сахара в крови является неотъемлемой частью жизни людей, страдающих диабетом. Однако, инвазивные методы имеют ряд недостатков от высокой стоимости до риска получить инфекцию, поэтому стоит задача разработать дешевый и безопасный вид глюкометра.

Abstract

Blood sugar control is an integral part of the lives of people with diabetes. However, invasive methods have a number of disadvantages, from high cost to the risk of infection, so the task is to develop a cheap and safe type of glucose meter.

1. Введение

Определение уровня глюкозы крови — один из самых популярных тестов, выполняемых клинико-диагностическими лабораториями. Чаще используется инвазивный метод измерения сахара в крови но в то же время измерение таким путем требует больших затрат и риски заражения крови.

2. Основная часть

Неинвазивный глюкометр - это устройство для измерения уровня глюкозы (сахара) в крови без необходимости прокалывать кожу и брать анализ крови. Этот тип глюкометров использует различные технологии для измерения уровня сахара в крови, не требуя проникновения в организм [1].

Преимуществами неинвазивного глюкометра являются удобство и безболезненность в использовании, так как не требуется прокалывание

кожи. Однако точность и надежность этих устройств могут быть ниже, чем у традиционных инвазивных глюкометров

– существует несколько методов работы неинвазивных глюкометров – оптические и электромагнитные методы.

В нашей работе используется оптический метод, который осуществляется с помощью инфракрасного светодиода типа АЛ107А с длиной волны 940-965 нм. В качестве фотоприемника применен фотодиод типа ФД-21КП, у которого спектр приема 450-1100 нм.

Инфракрасный свет проходит через биологический объект, глюкоза поглощает часть света с этой длиной волны в зависимости от ее концентрации, а другая часть света, которую не поглотила глюкоза, попадает на фотоприемник. Но главным препятствием является то, что фотоприемники, регистрирующие свет, прошедший через биологический объект, имеют низкую чувствительность регистрации. Поэтому для этого необходимо применять усилители сигналов, поступающих с фотоприемников на регистратор [2]. В качестве регистратора у нас служит модуль Arduino Nano. После обработки сигнала в модуле Arduino Nano результат измерения выводится на телефон с помощью Bluetooth модуля HC-05. Так же в приборе имеется модуль зарядки аккумулятора Li-ion TP4056.

3. Заключение

Разработка неинвазивных глюкометров является актуальной задачей, решение которой позволит значительно улучшить качество жизни больных сахарным диабетом и снизить риск развития осложнений. Однако для достижения этой цели необходимо продолжить исследования и разработку новых методов и технологий измерения уровня глюкозы без прокола кожи.

Список литературы

1. Мезенцева М. А. , Букрина Т. А. Неинвазивные методы измерения сахара в крови [Электронный ресурс] // Информационно-измерительная техника и технологии: материалы VI Научно-практической конференции с международным участием, Томск, 27-30 Мая 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 74-82.
2. Базаев Н. А., Маслобоев Ю. П., Селищев С. В. Оптические методы неинвазивного определения уровня глюкозы в крови //Медицинская техника. – 2011. – Т. 6. – С. 29-33.

РЕЗИСТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ-УСТРОЙСТВ

Соколов Р.Э.

Научный руководитель: Голованов Матвей Сергеевич
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

RESISTIVE ELEMENTS OF MICROWAVE DEVICES

Sokolov R.E.

Supervisor: Matvey S. Golovanov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация.

В статье рассматриваются резистивные элементы, их принцип работы, недостатки при работе в диапазоне высоких частот.

Abstract

The article discusses resistive elements, their principle of operation, and disadvantages when operating in the high frequency range.

1. Введение

В резистивных элементах электрическая энергия необратимо преобразуется в другие виды энергии. Примеры резистивных элементов - лампы накаливания (электрическая энергия необратимо преобразуется в световую и тепловую энергии).

2. Обзор резистивных элементов СВЧ-устройств

Постоянные резисторы - это один из типов линейных резисторов. Резистор называется постоянным, если его значение фиксировано. Значение постоянного резистора нельзя изменять, как у переменного резистора, поскольку его значение определяется во время самого изготовления.

Аттенюатор – устройство для фиксированного, ступенчатого и/или плавного понижения (ослабления) эл. Напряжения, силы тока или мощности электромагнитных колебаний в электрических цепях, линиях передачи, измерительных каналах и т. д. Выполняется как отдельное устройство либо встраивается в измерительные и др. приборы. Различают: А. – некалибров-

ванные, или с малой точностью установки ослабления. Б. – с высокой точностью ослабления. Преобразуют электро – магнитную энергию в тепловую [1].

Резисторы с температурной компенсацией – резисторы, при проектировании которых, была заложена устойчивость к изменению сопротивления от температуры.

Поглотители - Это микроволновые компоненты представляют собой резистивные элементы, используемые для разделения высокочастотных сигналов и поглощения высокочастотной мощности. Они отличаются от обычных резисторов большой мощности своей конструкцией и наличием водяного охлаждения.

Согласующий подстроечный резистор – это резистор, который используется в устройствах СВЧ для согласования импедансов между различными компонентами устройства. Он позволяет точно настроить сопротивление в соответствии с требуемыми параметрами, что позволяет получить максимальную передачу мощности между компонентами устройства.

Резистивный делитель напряжения – электрическая цепь, которая состоит из двух резисторов и служит для деления входного напряжения на 2 части. Применяется для снижения уровня входного сигнала, что помогает усилителю избегать перегрузок [2].

3. Заключение.

Обзор резистивных элементов в СВЧ-устройствах выявляет их роль в точной настройке и снижении шума в усилителях и передатчиках, но также указывает на ограничения, связанные с потерями мощности и температурной нестабильности.

Список литературы

1. Тонкие резистивные пленки в устройствах СВЧ и КВЧ // CYBERLENINKA : сайт. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tonkie-rezistivnyye-plenki-v-ustroystvah-svch-i-kvch> (дата обращения: 27.03.2024)
2. Барданов, А.И. Теоретические основы электротехники. Резистивные элементы в электрических цепях: Методические указания к практическим занятиям / А.И. Барданов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный университет, 2021. – 68 с.

СВЧ ДЕЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ

Ковалев В.К.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, ст.преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

SUPER HIGH FREQUENCIES POWER DIVIDER IN MICROSTRIP DESIGN

Kovalev V.K.

Supervisor: Ishkaev Timur Maratovich, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье СВЧ делитель мощности в микрополосковом исполнении будет рассмотрены преимущества и недостатки данной технологии, инструменты разработки, а также существующие патенты.

Abstract

The article super high frequencies power divider in microstrip design will consider the advantages and disadvantages of this technology, development tools, as well as existing patents.

1. Введение

Делитель мощности – это СВЧ устройство с тремя портами, которое используется для распределения или суммирования мощности. В идеальном делителе мощности сигнал, подаваемый на порт 1, в равной мере разделяется между двумя выходными портами при распределении мощности и наоборот – при суммировании мощности.

В технике СВЧ мостовые схемы обычно используются как делители мощности на два канала (в равных отношениях при высокой развязке между ними) и как балансные смесители с высокой развязкой между входными каналами.

Наиболее распространенной является микрополосковая линия, которая состоит из диэлектрической подложки, полностью металлизированной на одной стороне, и металлической полосы на другой.

2. Преимущества

- Являются компактным решением, мало затратным и легким в весе.
- Практичны, поскольку на их поверхность можно добавлять активные или пассивные компоненты.

- Совместимы с интегральными схемами.

- Простота изготовления и надежность конструкции.

- Большое количество готовых технических решений.

3. Недостатки

- Использование при проектировании линии $\lambda/4$, что уменьшает количество технических решений.

- Некая невозможность уменьшить размеры из-за начальных условий разработки делителя.

4. САПР

Для разработки делителей часто используется Keysight Advanced Design System. Система ADS является самой передовой в отрасли системой автоматизированного проектирования ВЧ, СВЧ и высокоскоростных цифровых электронных устройств. В САПР ADS впервые использованы такие инновационные и коммерчески успешные технологии. Благодаря широкому набору библиотек и ко-симуляции, система ADS обеспечивает полный цикл проектирования и верификации устройств WiMAX™, LTE, высокоскоростных устройств передачи данных, радиолокационных и спутниковых систем.

В ходе моей научной работы я рассмотрю принцип работы в ADS с помощью написанного пособия, что поможет мне правильно выполнить все аспекты разработки.

5. Заключение

Микрополосковые делители мощности являются отличной технологией, имеющей малое количество недостатков. Существует большое количество готовых схем, что облегчает этап разработки и тестирования. Нельзя не отметить простоту их изготовления и малые затраты, что положительно влияет на выбор данной технологии.

Список литературы

1. «Миниатюрный делитель мощности с планарными шлейфами»
Р. Эль-Буслемти, Ф. Салах-Белходжа, 2021г.

2. Учебное пособие УГТУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ», 2001г.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МИКРОПОЛОСКОВЫЙ СПЛИТТЕР

Хабибрахманов Р.Р.

Научный руководитель: Кузнецов Дмитрий Игоревич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

HIGH FREQUENCY MICROSTRIP SPLITTER

Habibrakhmanov R.R.

Supervisor: Kuznetsov D.I., PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Делители сигнала, так называемые телевизионные крабы или сплиттеры - часто используются, когда требуется подключить один телевизионный кабель, идущий от спутниковой или эфирной антенны, сразу к нескольким телевизорам или ресиверам. Особенно это актуально в многоквартирных квартирах или многоквартирных загородных домах.

Abstraction

Signal dividers, the so-called TV crabs or splitters, are often used when it is necessary to connect one television cable coming from a satellite or terrestrial antenna to several televisions or receivers at once. This is especially true in multi-room apartments or multi-room country houses.

1. Введение

Микрополосковая линия является неоднородной линией передачи, так как не все силовые линии поля между полосковым проводником и заземленной пластиной проходят через подложку. Поэтому волна, распространяющаяся вдоль микрополоскового проводника, является не чистой Т-волной (является «квази – Т-волной»). Бывают резистивные делители и гибридные делители, с разницей в том, что в первом используют резисторы а для второго трансформаторы для обеспечения низкого уровня потерь. Впрочем, следует знать, что сплиттеры могут отличаться друг от друга в зависимости от того, на какое количество устройств они рассчитаны [1].

2. Основные характеристики

Конфигурация: количество каналов, по которым входной сигнал распределяется делителем мощности, например, 2-канальный, 3-канальный, 4-канальный... N каналов.

Мощность (Вт): средняя входная мощность, которую может выдержать делитель напряжения.

Вносимые потери (дБ): потери сигнала при преобразовании одного сигнала в несколько сигналов называются вносимыми потерями и измеряются в дБ.

Баланс амплитуд и фаз. Баланс амплитуд является мерой того, насколько равномерно мощность распределяется между выходами n-полосного делителя мощности. Баланс фаз — это мера дифференциального фазового сдвига между выходными сигналами делителя мощности.

Изоляция (дБ): Это будет выходная изоляция между портами. Выражается в дБ. Чем выше изоляция, тем лучше.

Типы упаковки: Делители мощности доступны в различных упаковках. Некоторые типы упаковки включают в себя - модуль с разъемом, поверхностный монтаж, вставной модуль, плоская упаковка и вставной модуль [1].

3. Заключение

Каждая модель сплиттера предназначена для определенного диапазона частот. Когда вы делите сигнал о том, что не в своем рабочем диапазоне, затухание увеличивается. Некоторые модели также имеют встроенные полосовые фильтры для подавления частот, лежащих ниже и выше их рабочего диапазона, что позволяет защищать входы коаксиальных кабелей от шумовых. При установке сплиттера следует обратить внимание на уровень входного и выходного сигналов, а также ослабление вводится посредством коаксиального кабеля [2].

Список литературы

1. Малорадский А. Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях. – М.: Советское радио, 1972. – 232 с.
2. Полосковые платы и узлы. Проектирование и изготовление /Под ред. Е.П. Котова и В.Д. Каплуна. – М.: Советское радио, 1979. – 243 с.

РАСЧЕТ ПОЛОСКОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗИСТИВНЫХ МИКРОСХЕМ

Юсупов И.В.

Научный руководитель: Голованов Матвей Сергеевич, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CALCULATION OF THE STRIP DESIGN OF THE RESISTIVE ELE- MENTS OF THE MICROCHIPS

Yusupov I.V.

Supervisor: Matvey S. Golovanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена выбору материала и расчету микрополосковой конструкции резистивных элементов микросхем для дальнейшего применения при проектировании резистивных элементов СВЧ-устройств. Рассмотрен вариант использования резистивных элементов в гибридных микросхемах

Abstract

This article is devoted to the selection of the material and calculation of the microstrip design of the microchip elements for further use in the design of resistive elements of microwave devices. A variant of using resistive elements in hybrid microcircuits is considered

1. Введение

Гибридные микросхемы наиболее подходящие для использования полосковой конструкции элементов по причине возможности использования широкого спектра активных элементов, что позволяет создавать схемы с широким спектром функций. Воспроизведение номинального значения элементов гибридных микросхем может быть достигнуто с высокой точностью. Именно по этой причине расчеты полосковых конструкций будут проводиться именно на гибридных микросхемах

2. Определение параметров полосковой конструкции элементов микросхем.

Расчет полосковой конструкции начинается с выбора материала. Наиболее оптимальным вариантом является медь благодаря ее очень высокой электропроводности.

Для расчета параметра резистивного элемента применяется формула сопротивления резистора:

Сопротивление резистора

$$R = \rho_s * \frac{l}{b}, \quad (1)$$

где: l и b - длина и ширина резистора, который известен в зависимости от формата резистивного элемента, ρ_0 - удельное поверхностное сопротивление. Для меди $\rho_0 = 300 \frac{\text{Ом*мм}^2}{\text{м}}$. Наиболее лучший формат резисторов будет 1206 за счет ее более простой замены. Таким образом $l=3.2$ мм и $b=1.6$ мм. Коэффициент формы вычисляется по следующей формуле [1]:

$$K_{\phi} = \frac{R}{\rho_s} \quad (2)$$

Допуск на номинальное сопротивление резистивных элементов ΔR определяется относительным изменением сопротивления резистора:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho_s}{\rho_s} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta b}{b}, \quad (3)$$

где: ΔR – абсолютная погрешность воспроизведения сопротивления; $\Delta \rho_s$ – абсолютная погрешность воспроизведения удельного поверхностного сопротивления; $\Delta l, \Delta b$ – абсолютные погрешности воспроизведения длины и ширины резистора соответственно.

3. Заключение

Подводя итог можно сделать вывод, что наиболее подходящий материал для резистивных элементов микросхем является медь за счет ее высокой электропроводности. Используя параметры резистивного элемента был определен коэффициент формы резистора, стало известно какой наиболее подходящее сопротивление для резистивных элементов микросхем.

Список литературы

1. Б. С. Колосницын, Д. А. Котов. Расчет параметров элементов интегральных микросхем // Учебное пособие - 2017 - С. 10-54.

ВИХРЕТОВОКИЙ ТОЛЩИНОМЕР

Камалетдинов И.З.

Научный руководитель: Сaitкулов Владимир Гельманович, д.т.н. профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

EDDY CURRENT THICKNESS GAUGE

Kamaletdinov I.Z.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Вихретоковый контроль это один из электромагнитных методов неразрушающего контроля, применимый для токопроводящих материалов. В дефектоскопии метод вихревых токов применяют для индикации и оценки поверхностных и подповерхностных дефектов.

Abstract

Eddy current control is one of the electromagnetic non-destructive testing methods applicable to conductive materials. In flaw detection, the eddy current method is used to indicate and evaluate surface and subsurface defects.

1. Введение

Вихретоковые толщиномеры – это приборы для измерения толщины объектов и покрытий на них. Объектами контроля могут быть листы, ленты и фольга из металлов и сплавов, стенки труб и баллонов, детали машин [1]. В вихретоковой толщинометрии все виды покрытий удобно разделить на следующие группы:

- Изоляционные покрытия на электроприводящих основаниях, например лакокрасочные, эмалевые, пластиковые, стеклянные, резиновые покрытия на металлах и сплавах;
- Электропроводящие покрытия на изоляционных основаниях, например медные слои на стеклотекстолитовых печатных платах, алюминиевые покрытия на стекле (зеркала) и пластиках;

- Электропроводящие покрытия на электропроводящих основаниях, например антикоррозионные слои алюминия на алюминиевых сплавах, нанесенные плакированием (от франц. plaquer – покрывать).

2. Физическая сущность метода

Вихретоковый метод основан на анализе электромагнитного поля вихревых токов, так же называемых токами Фуко, наведенных в объекте контроля при помощи преобразователя.

Вихревые токи создаются в объекте контроля за счет катушки индуктивности, входящей в состав преобразователя, через которую пропускают переменный электрический ток, что создает переменное электромагнитное поле в области преобразователя [2]. При прохождении переменного электромагнитного поля через токопроводящий материал, в материале создается ЭДС по закону электромагнитной индукции (1).

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Под действием электродвижущей силы в объекте возникают замкнутые индукционные токи, мгновенное значение которых так же переменное. Именно поле этих переменных токов анализируется при контроле.

Основные преимущества вихретокового метода:

- Высокая скорость контроля;
- Отсутствие необходимости непосредственного контакта;
- Независимость от погодных условий;
- Представление результатов контроля.

3. Заключение

Вихретоковая дефектоскопия активно развивается, постепенно вытесняя другие методы, предназначенные для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов. Метод наукоемкий, требует предварительные теоретические расчеты и экспериментальную базу перед применением. Однако правильно примененная технология выгоднее экономически и по временным затратам чем другие, конкурирующие с ней технологии.

Список литературы

1. Герасимов В.Г., Покровский А.Д., Сухоруков В.В. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн.3. Электромагнитный контроль: Практик. пособие, изд.- М.: Высш. шк., 1992. – 284 с.

2. Вихретоковый метод (электронный ресурс) <https://ets-ndt.ru/azbuka/metod-vikhretok/> [дата доступа 27.03.2024].

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Смолин А.Ю., Яруллин Р.Р.

(АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко» г. Казань)

APPROACH TO SSR TESTING PARAMETERS DETERMINATION

Smolin A.Yu., Yarullin R.R.

(PLC "SPU "Radioelectronics" named after V.I. Shimko", Kazan)

Аннотация

В данной статье представлен подход к выбору условий испытаний средств систем вторичной радиолокации посредством подбора аналога на основе физических характеристик средств.

Annotation

This paper represents approach to testing parameters determination in secondary surveillance systems by analogue selection based on testing object physical characteristics.

Системы вторичной радиолокации обеспечивают идентификацию (присвоение идентификатора) первично обнаруженной цели. Рассматриваемый класс систем вторичной радиолокации функционирует в сложной сигнально-помеховой обстановке, которая может быть характеризована распределениями вероятностей времён и комплексных амплитуд полезных сигналов, сигналов внутрисистемного потока, а также преднамеренных помех.

Проведение испытаний средств рассматриваемого класса систем требует натурального или полунатурного воспроизведения сигнально-помеховой обстановки в каждом канале приёма испытываемого средства. Натурные испытания крайне дороги, но сигнально-помеховая обстановка воспроизводится в соответствии с разыгрываемым сценарием применения средств, необходимость применения математического аппарата отсутствует.

Экспериментальные оценки немногим дешевле натуральных испытаний и описывают исследуемый вероятностный процесс небольшим набором сечений. Излишняя абстрактность аналитических моделей, возникаю-

щая ввиду сложности формализации условий применения средств, приводит к нерелевантности результатов. Имитационные модели допустимой степени абстракции и точности требуют больших временных и аппаратных ресурсов для своей реализации.

Богатая история эксплуатации, проведения испытаний, означает наличие крупной статистической выборки по широкой номенклатуре средств. Использование уже известной сигнально-помеховой обстановки (далее аналога) на входе каналов приёма с близкими параметрами способствует экономии, повторному использованию ресурсов.

Воздействие сигнально-помеховой обстановки на канал приёма испытываемого средства определяется набором параметров, к которым относятся характеристики нормированной диаграммы направленности антенны (ДНА) и энергетического потенциала (ЭП).

Характеристики ДНА зависят от реализованного принципа приёма и принятой аппроксимации антенной системы, к таковым, например, могут относиться ширина главного лепестка ДНА, уровень подавленных боковых лепестков, характеристики ДН в канале подавления т.д. К характеристикам энергетического потенциала относятся чувствительность в данном канале приёма, коэффициент усиления антенны, потери в тракте. Изменение энергетического потенциала приводит к смещению распределений вероятностей уровней амплитуд сигнальных и помеховых воздействий в пределах динамического диапазона без существенных изменений формы распределения. Изменение ДНА приводит к перераспределению воздействующей сигнально-помеховой обстановки между каналами приёма, подавленные боковые лепестки влияют на форму распределения. Поэтому подбор аналога предлагается выполнять по критерию близости ДНА, с последующим восстановлением распределения комплексных амплитуд. Для каждого канала приёма должен быть определён аналог, то есть определены распределения плотностей потоков сигналов и помех, затем для каждого воздействия, с учётом его пространственного положения в ДНА, определена и восстановлена разница в энергетических потенциалах между параметрами приёмных каналов испытываемого средства и средства-аналога. В большинстве случаев испытания проводятся подведением сигнально-помеховых воздействий на вход испытываемых устройств, поэтому задачу на данном этапе можно считать решённой.

Предложенный подход прошёл проверку в сравнении с рассчитанными на имитационной модели параметрами сигнально-помеховой обстановки и показал высокую степень близости результатов.

**ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР
ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И
МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE**

Образцова Д.В.

Научный руководитель: Малахов Василий Алексеевич, д.т.н, профессор
(*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород*)

**ELECTRODYNAMIC MODELING IN CAD OF FILTERS FOR BUILD-
ING DIPLEXERS AND MULTIPLEXERS OF LTE BASE STATIONS**

Obraztsova D.V.

Scientific supervisor: Malakhov Vasily Alekseevich, professor
(*Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod*)

Аннотация

Данная работа посвящена проектированию фильтров, которые используются в диплексерах и мультиплексерах базовых станций LTE. В данной работе рассматриваются возможные подходы к реализации фильтра, а также способы моделирования этого фильтра с использованием систем автоматизированного проектирования Ansys HFSS и CST Studio Suite.

Abstract

This work is devoted to the design of filters that are used in diplexers and multiplexers of LTE base stations. This paper discusses possible approaches to implementing a filter, as well as methods for modeling this filter using Ansys HFSS and CST Studio Suite computer-aided design systems.

1. Введение

Особое место среди СВЧ ППФ занимают фильтры, входящие в состав мультиплексоров, в частности, диплексеров, применяемых в системах сотовой связи. Широкое применение нашли конструкции фильтров и диплексеров на коаксиальных резонаторах. В настоящее время продолжается совершенствование конструкций фильтров и диплексеров с точки зрения технологии их изготовления и сборки.

2. Моделирование фильтров диапазонов n78 и b7 с использованием систем автоматизированного проектирования

В настоящей работе рассмотрено моделирование фильтров диапазонов n78 и b7 с использованием систем автоматизированного проектирования Ansys HFSS и CST Studio Suite. Использование САПР при решении задачи проектирования фильтра позволяет разрабатывать конструкцию фильтра с учётом влияния на характеристики фильтра корпуса и связей между звеньями фильтра, а также обеспечить анализ параметров электромагнитного поля в объёме проектируемого фильтра и осуществить строгий расчёт его технических характеристик. Доклад содержит основные шаги 3D моделирования конструкций фильтров с расчетом основных характеристик на каждом этапе модификации моделей и применение возможности оптимизации конструкции для достижения оптимальных характеристик. Для создания моделей фильтров диапазона b7 за основу была взята модель коаксиального фильтра диапазона n78, перенесенная с лабораторного макета в САПР HFSS. Для изменения диапазона рабочих частот фильтра была изменена высота резонаторов, в том числе и самого корпуса, для сужения рабочей полосы частот фильтра были уменьшены связи между резонаторами, были уменьшены ширины окон связи между соседними резонаторами. Дальнейшее изменение конструкции с целью уменьшения потерь в полосе пропускания фильтра производилось с использованием автоматической оптимизации.

3. Заключение

В работе представлены результаты моделирования фильтра, а также рассказаны методы изменения конструкции с целью получения требуемых характеристик.

Список литературы

1. Sabate D. Characterization and modeling of a coaxial cavity quadruplet based filter for mobile phone LTE-2 band - 2016. - 5 p.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Романчева Т.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия*)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR CONTROL OF TEMPERATURE CONDITIONS OF POWER LINES

Romancheva T.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan, Russia*)

Аннотация

В данной статье рассматривается возможность разработки модуля для использования автоматизации процесса сбора и обработки результатов данных при нагреве проводов линии электропередач.

Abstract

This article discusses the possibility of developing a module for using automation of the process of collecting and processing data results when heating power line wires.

1. Введение

При транспортировке электроэнергии через конкретную ЛЭП регламентированы допустимые токовые и температурные нагрузки. Также важно поддержание температуры провода ниже максимально допустимой температуры для предотвращения чрезмерного старения проводов. [1] Наличие системы мониторинга позволяет использовать дополнительный ресурс для пропускания больших мощностей без нарушения регламента по надежности. Для этого необходимо контролировать уровень тока и температуру проводов по всей трассе и в соответствии с реальным состоянием линии динамически регулировать уровень передаваемой мощности. [2]

2. Разработка модуля для контроля температурных режимов

Ключевой частью системы температурного мониторинга (СТМ) являются датчики телеметрического контроля, которые устанавливаются непосредственно на фазный провод, измеряют и передают на центральный сервер данные о его температуре и протекающем токе. Эти данные в свою очередь позволяют эффективно контролировать процесс повышения предельно допустимой температуры провода. Измерение температуры провода производится контактным способом, с помощью чувствительного температурного сенсора. Данные измерений по радиоканалу передаются с заданной периодичностью на базовую станцию (БС), а от неё передаются на центральный сервер системы.

СТМ состоит из трёх основных компонентов:

- дистанционного измерительного модуля (ДИМ);
- базовой станции приёма и ретрансляции данных;
- центрального сервера системы (сервер СТМ).

ДИМ выполняется в ударопрочном герметичном корпусе, снабжённом средством крепления к проводу линии электропередач. Внутри корпуса размещаются блок питания и измерительно-передающий модуль. В состав ДИМ входят: датчик измерения температуры провода и воздуха; датчик Холла для определения величины тока, протекающего по проводу; микропроцессор для преобразования измеряемых параметров в цифровой формат с устройством накопления данных; блок датчиков инструментального контроля положения и поведения провода; антенна блока приема и передачи данных; блок питания.

3. Заключение

При передаче электроэнергии по линиям электропередач возникает ряд проблем, связанных с перегрузкой и перегревом системы. Таким образом, разработка и внедрение модуля позволит своевременно выявлять дефектные участки, повысить уровень оперативно-технологического управления электрическими сетями, а также обеспечить высокий уровень надежности оказываемых потребителям услуг по передаче электрической энергии.

Список литературы

1. Дьяков Ф.А. Эксплуатация ВЛ 330 – 500 кВ в условиях интенсивных гололедно-ветровых воздействий. Внедрение системы автоматического наблюдения за гололедом / Дьяков Ф.А. // Энергетик. – 2005. – №6.
2. Самарин А.В., Рыгалин Д.Б., Шкляев А.А. Современные технологии мониторинга воздушных электросетей ЛЭП// Естественные и технические науки. – 2012.–№1,2.

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКТОКОПТЕРОВ

Сафарова В.В

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARISON OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF OCTOCOPTERS

Safarova V.V

Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются и сравниваются основные характеристики октокоптеров. Проводится анализ ключевых параметров и выявление лучшего летательного аппарата из приведённых в статье моделей.

Abstract

The article discusses and compares the main characteristics of the octocopters. The analysis of key parameters and identification of the best aircraft from the models given in the article below is carried out.

Октокоптер представляет собой беспилотный летательный аппарат вертолетного типа, имеющий восемь электродвигателей с воздушными винтами. По мере развития технологий появляются новые модели с улучшенными техническими характеристиками и функциональными возможностями. В данной статье рассматриваются три модели октокоптеров, разработанные разными компаниями: Vulcan Airlift, FlyCart 30, Octopus M240.

1. FlyCart 30

Данный октокоптер презентовала китайская компания DJI. FlyCart 30 спроектирован на базе четырёхосевой многороторной конструкции с восемью лопастями из углеродного волокна. Аппарат обладает грузоподъемностью 30 кг, а его запас хода составляет 16 км. Без груза он может пролететь до 28 км [1].

2. Octopus M240

Octopus M240 — крупногабаритный винтокрылый беспилотный летательный аппарат Octopus M240 грузоподъемностью 25 кг. Фюзеляж интегрирован полностью из углеродного волокна с учетом преимуществ высокой прочности и легкости. Он может летать в течение двух часов без груза и до 60 минут с полной нагрузкой 25 кг [2].

3. Vulcan Airlift

Vulcan Airlift – британский гражданский беспилотный летательный аппарат, разработанный компанией «Vulcan UAV». Собственный вес беспилотного летательного аппарата составляет всего лишь 10 килограмм, чего удалось достичь благодаря использованию современных композитных материалов [3].

В таблице приведены параметры моделей рассмотренных октокоптеров (табл. 1).

Таблица 1

Модель	FlyCart 30 [1]	Octopus M240 [2]	Vulcan Airlift [3]
Максимальная грузоподъемность	30 кг	30 кг	30 кг
Максимальная скорость полёта	20 м/с	20 м/с	14 м/с
Максимальная дальность полёта	28-40 км	50 км	35 км
Максимальная высота полёта	6000 м	2000 м	5000 м

Исходя из приведённых данных, можно сделать вывод, что наилучшими характеристиками из рассмотренных моделей является Octopus M240.

Список литературы

1. Официальный интернет магазин DJI в России: сайт. - URL: <https://dji-rus.ru/dji-flycart-30/> (дата обращения 20.03.2024). -Текст: электронный.
2. ViewPro: сайт. - URL: <https://www.viewprouav.com/ru/product/octopus-m240-heavy-lift-octocopter-for-logistics-transportation-and-fire-fighting.html> (дата обращения 24.03.2024). -Текст: электронный.
3. Vulcah UAV: сайт. - URL: https://vulcanuav.com/custom_projects/ (дата обращения 24.03.2024). - Текст: электронный.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Ломаева Е.К.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

OBTAINING AND STUDYING POROUS SILICON

Lomaeva E.K.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию конструирования и технологии элементарного безмасочного литографа. Рассмотрен вариант технологии создания литографа на основе проектора.

Abstract

This article is devoted to the study of the design and technology of an elementary maskless lithograph. A variant of the technology for creating a lithograph based on a projector is considered.

1. Введение

Пористый кремний - это материал с уникальными свойствами, который может быть использован в различных областях, таких как микроэлектроника, катализ и биомедицинская технология. Получение пористого кремния является важным процессом, который требует специальных методов и оборудования [1].

Одним из наиболее распространенных методов получения пористого кремния является электрохимическое травление кремния. Этот метод основан на использовании электрохимической коррозии кремния в щелочных или кислотных растворах. В результате этого процесса образуется пористая структура кремния с высокой поверхностной площадью.

2. Метод получения пористого кремния.

Для создания пористых структур на кремнии используется технология электрохимического анодирования. На начальных пластинах из кремниевых подложек марки КЭФ-10 (100) формируются одно- и многослойные пористые структуры в электрохимической ячейке с различной формой катода [2].

Электрохимическое травление кремния происходит в растворах кислот или оснований под воздействием постоянного электрического тока. Процесс заключается в удалении материала из поверхностного слоя кристалла кремния путем электролитического растворения. В результате образуется пористая структура с высокими значениями коэффициента пористости и объема пор.

Этот процесс можно контролировать путем изменения параметров травления, таких как концентрация раствора, температура, напряжение, время травления и другие. Путем правильного подбора условий можно добиться получения пористого кремния с определенными свойствами, такими как размер и форма пор, толщина стенок и т.д. [2].

Полученный пористый кремний можно использовать в различных областях науки и техники. Например, он может быть использован для создания наноструктурных материалов, сенсоров, мембран, складывающихся капель и других устройств. Также пористый кремний может быть применен в фотонике для создания оптических датчиков и устройств светоизоляции.

3. Заключение.

Подводя итог, можно сделать вывод, что получение пористого кремния путем электрохимического травления является эффективным способом формирования уникальных структурных материалов с широким спектром применения

Список литературы:

1. И.А. Пронин, П.Г. Травкин, В.А. Мошников Особенности получения пористого кремния методом одностадийного анодирования / Материалы 2 Всероссийской научно-инновационной молодежной конференции «Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент», - С. 205 – 207
2. Е.А. Сагун, А.В. Полюшкевич, П.А. Харлашин, О.В. Семенова, А.Я. Корец Разработка пористых структур на кремнии / Журнал Сибирского федерального университета «Техника и технологии» – С. 430 – 443

УДК: 621.396

РОЛЬ LORA ТЕХНОЛОГИИ В ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ЖИВОТНЫХ НА ФЕРМАХ

Савинова А.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE ROLE OF LORA TECHNOLOGY IN REMOTE MONITORING OF ANIMALS ON FARMS

Savinova A.A.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье исследуются возможности и преимущества применения технологии LoRa (Long Range) в контексте дистанционного мониторинга животных на фермах. Рассматривается, как данная технология может служить основой для создания масштабируемых и гибких систем мониторинга, обеспечивая фермеров важными данными о здоровье, благополучии и поведении их животных в реальном времени.

Abstract

This article explores the opportunities and benefits of LoRa (Long Range) technology in the context of remote monitoring of animals on farms. It examines how this technology can underpin scalable and flexible monitoring systems, providing farmers with important real-time data on the health, welfare and behaviour of their animals.

1. Введение

LoRa технология, благодаря своей способности обеспечивать дальнюю и энергоэффективную передачу данных в условиях, где традиционные методы связи могут оказаться неэффективными, открывает новые горизонты для сельскохозяйственного производства [1]. Она позволяет собирать и передавать данные с датчиков, установленных на животных, в цен-

тральную систему обработки, предоставляя фермерам актуальную информацию о местоположении, состоянии здоровья, активности и других важных параметрах их стада.

2. LoRa IOT

Рассмотрим возможный принцип работы LoRa на ферме. Несколько животных, которые оснащены трекерами, которые собирают данные и отправляют их на LoRa шлюз, что позволяет информации передаваться на большие расстояния с крайне низким энергопотреблением. Шлюз подключается к облаку, что предполагает передачу данных в интернет для обработки и хранения. Пользователи могут получать эту информацию в реальном времени через мобильное приложение на своих смартфонах, что позволяет им отслеживать местоположение и возможно другие показатели о состоянии животных, такие как активность, здоровье и т.д.

Эта технология хороша простотой исполнения, не требуется большое количество сложного оборудования, при этом мы получаем хорошую скорость передачи данных. Но стоит отметить, что технологию LoRa чаще используют для отслеживания роста растений [2].

Системы отслеживания на базе LoRa также позволяют экономить энергию и продлить срок службы батарей у устройств, так как передача данных через эту сеть требует меньшего энергопотребления, чем традиционные беспроводные технологии. Это делает их идеальным решением для длительного отслеживания объектов без необходимости постоянной замены или зарядки батарей.

3. Заключение

В целом, отслеживание с помощью технологии LoRa представляет собой эффективный способ для животноводческих ферм. За счет своей высокой дальности передачи данных и низкого энергопотребления, LoRa является идеальным выбором для различных отслеживающих систем и помогает увеличить производительность и снизить затраты ферм. Таким образом стоит начать популяризировать данную технологию в данной области.

Список литературы

1. Devalal S., Karthikeyan A. LoRa technology-an overview //2018 second international conference on electronics, communication and aerospace technology (ICECA). – IEEE, 2018. – С. 284-290.
2. Мирманов А. Б., Острецов К. И., Байгуаныш С. Б. Алгоритм снятия показаний счетчика для дальнейшей передачи по радиоканалу //Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2020. – №. 1. – С. 283-292.

РОБОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Будрецов Е.С.

Научный руководитель: Сaitкулов Владимир Гельманович, д.т.н., профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ROBOTECANICAL COMPLEX

Budretsov E.S.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Роботизированный комплекс – это автономно действующая совокупность технологических средств производства, включающая единицу или группу технологического полуавтоматического оборудования, и набор вспомогательного оборудования, обеспечивающего полностью автоматический цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.

Abstract

A robotic complex is an autonomously operating set of technological means of production, including a unit or group of semi-automatic technological equipment that interacts with one or several PDs, and a set of auxiliary equipment that ensures a fully automatic cycle of work within the complex and its connection with the input and output flows of the rest of the production.

1. Введение

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью. Робототехнические комплексы становятся всё более востребованными в различных областях деятельности человека, от промышленности и медицины до сельского хозяйства и сферы услуг. Они позволяют автоматизировать процессы, повысить производительность и эффективность работы, а также обеспечить безопасность и качество продукции

2. Состав робототехнического комплекса

Датчики и сенсоры. Это устройства, которые позволяют роботу получать информацию об окружающей среде. Датчики могут измерять расстояние, определять положение в пространстве, обнаруживать препятствия и т.д.

Исполнительные механизмы. Это устройства, которые позволяют роботу выполнять различные действия. Исполнительные механизмы могут включать в себя двигатели, приводы, манипуляторы и другие устройства.

Контроллеры. Это устройства, которые обрабатывают информацию, полученную от датчиков, и управляют исполнительными механизмами.

Программное обеспечение. Это набор алгоритмов и программ, которые определяют поведение робота. Программное обеспечение может быть написано на различных языках программирования, таких как Python, C++, Java и др.

Связь и коммуникация. Это система, которая позволяет роботу обмениваться информацией с другими устройствами и системами. Связь может осуществляться через различные протоколы, такие как Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth и др.

Система питания. Это источник энергии, который обеспечивает работу всех компонентов робототехнического комплекса..

Эти компоненты взаимодействуют друг с другом, образуя сложную систему, которая позволяет роботу выполнять задачи, поставленные перед ним [1].

3. Заключение

Развитие робототехнических комплексов является перспективным направлением, которое может привести к созданию новых технологий и улучшению качества жизни людей. Роботы могут быть использованы в различных областях, таких как промышленность, медицина, сельское хозяйство и сфера услуг. Они позволяют автоматизировать процессы, повысить производительность и эффективность работы, а также обеспечить безопасность и качество продукции [2].

Список литературы

1. В. Г. Хомченко. Мехатронные и робототехнические системы: учеб. пособие / В. Г. Хомченко, В. Ю. Соломин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.
2. А.Г. Схиргладзе. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А.Г. Схиргладзе. – Пенза: ПензГТУ, 2015. – 442 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ОСВОЕНИИ
ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Саяхов Р.И.

Научный руководитель: Голованов Матвей Сергеевич
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

**THE USE OF ELECTROMECHANICAL ENERGY CONVERTERS IN
THE DEVELOPMENT OF HARD-TO-REACH AREAS**

Sayakhov R.I.

Supervisor: Golovanov Matvey Sergeevich
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе обсуждается целесообразность использования электро-механических преобразователей энергии. Представлены достоинства и недостатки, также проведен анализ технологий.

Abstract

The article discusses the feasibility of using electromechanical energy converters. Advantages and disadvantages are presented, and an analysis of technologies is also carried out.

Электро-механический преобразователь – устройство, в котором реализуется преобразование электрической энергии в механическую или, наоборот, механической в электрическую [1]. В наше время изучение данной темы имеет важную роль в изучении труднодоступных территорий таких как: северный полярный круг, высокогорная местность и многие другие.

Главными преимуществами электро-механических преобразователей являются – надежность и мобильность. Говоря об освоении труднодоступных территорий, важно понимать, что габариты и вес электро-механических преобразователей должны быть достаточно малы для свободной их транспортировки в самые труднодоступные уголки нашей бескрайней страны.

Также не мало важным аспектом в данном вопросе является надежность используемого устройства. Это связано с необходимостью постоянного обеспечения первопроходцев электроэнергией [2]. Однако у существующих на данный момент электромеханических преобразователей есть некоторые недостатки. Главным недостатком подобных устройств является потребность в сжигании топлива. Данный недостаток является ключевым в вопросе освоения труднодоступных территорий. Первопроходцы не имеют возможности нести с собой большой запас топлива. К сожалению, на данный момент все еще не разработаны устройства использующие возобновляемые источники энергии и обладающие достаточной мощностью.

В наше время существует огромное множество видов электромеханических преобразователей. Многие из них производятся и активно используются в России. Однако самым популярным видом подобных устройств является обычный топливный генератор. Таким званием топливные генераторы обладают благодаря ряду их преимуществ и отсутствию более выгодных в использовании аналогов. Начнем с плюсов топливных генераторов. Данные устройства обладают наименьшими размерами относительно аналогов и наименьшим весом, что в свою очередь сильно улучшает важнейшее качество подобных устройств – мобильность. А главным недостатком таких устройств является – потребность в топливе. Этот недостаток вынуждает пользователей иметь достаточно большой запас топлива для того, чтобы иметь постоянное энергоснабжение.

Однозначно использование и разработка электромеханических преобразователей малых габаритов и высоких мощностей является одной из наиболее важных задач в развитии освоения труднодоступных территорий. Современные устройства обладают хорошими характеристиками, однако они далеко не совершенны. Поэтому основной задачей является разработка принципиально новых и модернизация уже существующих электромеханических устройств.

Список литературы

1. Инженерные решения & about motors // [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.about-motors.com/motorcontrol/electromechanics/>. (дата обращения: 26.03.2024).

2. Перспективы использования электромеханических преобразователей энергии в авиационной промышленности / Ф.Р. Исмагилов, В.Е. Вавилов, Е.А. Пронин. // Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 283.

ОЦЕНКА ДИАПАЗОНА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ВЫСОТОМЕРА ВО ВРЕМЕНИ

Савенко М.А.², Фролов И.Н.¹

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н.

(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им В.И. Шимко»,

*²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

EVALUATION OF VARIATION OF BAROMETRIC ALTIMETER DATA

Savenko M.A.¹, Frolov I.N.²

Supervisor: Sergey S. Loginov

(¹AO "NPO "Radioelectronics" named after V.I. Shimko",

*²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Рассмотрен вопрос определения диапазона изменения параметров, считываемых с барометрического высотомера на основе датчика BMP280, за фиксированное время.

Abstract

This article discusses evaluation of range of barometric altitude data got using BMP280 pressure sensor in time that is equal to one hour.

1 Введение

Одним из перспективных применений барометрических высотомеров является их использование в качестве датчиков стирания информации или срабатывания механизмов беспилотных летательных аппаратов при аварийной ситуации (падении). Это делает актуальным исследование диапазона изменений оцениваемой высоты в зависимости от времени при нахождении объекта на фиксированной высоте для барометрических высотомеров.

Целью данной работы является статистическая оценка вышеуказанного диапазона для определения целесообразности использования таких

высотометров в качестве датчиков стирания информации. В качестве барометрического высотометра использован датчик BMP-280, для его работы и обработки результатов использован микроконтроллер STM32F407VT.

2 Описание эксперимента

Результаты измерения абсолютной высоты, полученные с датчика, обработаны в среде MATLAB.

Эксперимент проведён в течение 1 часа, было получено 6 серий измерений. Каждая серия соответствует моменту времени с шагом в 10 минут, не менее 2800 измерений высоты в каждом.

3 Результаты измерений для первого этажа здания

После проведения эксперимента и обработки были получены параметры каждой серии: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение и границы доверительного интервала для доверительной вероятности, принятой равной 0.99[1]:

№ набора	\bar{m} , м	\bar{D} , м ²	$\sigma_{\bar{m}}$, м	$I_{\beta min}$, м	$I_{\beta max}$, м
1	268.62	64.22	0.15	268.23	269.01
2	270.23	27.09	0.10	269.98	270.49
3	269.54	24.43	0.09	269.30	269.78
4	269.71	62.05	0.15	269.32	270.09
5	270.48	88.37	0.18	270.02	270.94
6	270.99	48.59	0.13	270.65	271.33

По результатам обработки результатов эксперимента видно, что диапазон изменения показателя высоты за время проведения опытов равен 2.37 м. При этом среднеквадратическое отклонение составляет менее процента от диапазона изменения показателя высоты и может не учитываться при обработке результатов.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости обязательного учёта при использовании барометрических датчиков диапазона изменения показателя высоты. При разработке систем беспилотных летательных аппаратов необходимо учитывать временной уход при измерении абсолютной высоты полёта.

Список литературы

1. Теория вероятностей : учебник / Е.С. Вентцель. – 11-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2016. – 664 с. – (Бакалавриат)

ИННОВАЦИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ПРИМЕНЕНИЕ GPS-ТРЕКИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Савинова А.А.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INNOVATIONS IN LIVESTOCK PRODUCTION: APPLICATION OF GPS TRACKING TO IMPROVE FARM EFFICIENCY

Savinova A.A.

Supervisor: Radik M. Muratov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются аспекты разработки и использования GPS-трекеров, обеспечивающих мониторинг местоположения и активности животных, что способствует оптимизации управления стадом, улучшению планирования кормления и проведения ветеринарных процедур.

Abstract

This article discusses aspects of the development and use of GPS trackers to monitor animal location and activity, which helps optimise herd management, improve feeding planning and veterinary procedures.

1. Введение

GPS-трекеры для животноводческих ферм — это технологическое решение, направленное на удовлетворение потребности в контроле животных, предоставляя фермерам детальную информацию о перемещениях и поведении их животных в реальном времени [1]. Однако, несмотря на доступность базовых систем мониторинга, ряд факторов, включая неравномерное покрытие сигнала, высокое энергопотребление устройств и необходимость в долгосрочной работоспособности в различных погодных условиях, ставит перед разработчиками задачу создания улучшенных GPS-

трекеров, оптимизированных под конкретные потребности животноводческого сектора. Таким образом, разработка эффективных, энергосберегающих и надежных GPS-трекеров для животноводческих ферм остается актуальной задачей, решение которой может значительно повысить эффективность управления стадом.

2. Усовершенствование слежения за животными

Если внедрить в трекер акселерометр, то значительно расширяются возможности устройства за счет предоставления дополнительных данных о поведении и состоянии здоровья животных.

Акселерометр позволяет отслеживать уровень активности животного в течение дня, фиксируя его движение. Это может помочь в определении времени наибольшей активности и покоя, а также в выявлении отклонений в поведении, которые могут указывать на стресс или недомогание. Также анализируя данные акселерометра, можно определить поведенческие паттерны, такие как пасьба, жевание или отдых. Это предоставляет ценную информацию для оптимизации условий содержания и планирования кормления [2].

Изменения в уровне активности или в типичных поведенческих паттернах, зафиксированные акселерометром, могут быть ранними индикаторами заболеваний или травм. Это дает возможность предпринять своевременные меры для обследования и лечения животного.

Для данной работы я выбрала модуль GY-521. Почему стоит использовать этот модуль: он имеет высокая интеграция, так как объединяет в себе акселерометр и гироскоп, предоставляя комплексные данные о перемещении и ориентации объекта. Это позволяет не только отслеживать местоположение, но и анализировать поведение животных, такое как их активность или покой, без необходимости установки дополнительных датчиков.

3. Заключение

Таким образом собирая данные о физическом состоянии и поведении животных с помощью GY-521, фермеры и ветеринары могут лучше планировать ветеринарные осмотры, процедуры и вмешательства, учитывая индивидуальные потребности каждого животного.

Список литературы

1. С.М. Токенова, А.С. Оразбаева Применение GPS трекеров в табунном коневодстве: обоснование производственных показателей // Проблемы агробизнеса. – 2022. №4. С.112-119.
2. Н. В. Пауков, С. А. Зуев GPS-трекер с использованием GSM и ARDUINO //Сборник студенческих научных работ факультета компьютерных наук ВГУ. – 2018. – С. 231-237.

КОНТРОЛЬ ЗА СЛЕЖЕНИЕМ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АКТИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Яппаров И.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CONTROL OF UAV TRACKING USING ACTIVE RADAR METHODS

Yapparov I.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается использование методов радиолокации для контроля БПЛА. Обсуждаются принципы и преимущества систем радиолокации, их роль в обнаружении и отслеживании БПЛА для обеспечения безопасности воздушного пространства.

Abstract

The article discusses the use of radar methods to control UAVs. Discusses the principles and advantages of radar systems, their role in detecting and tracking UAVs to ensure airspace safety.

1. Введение

С развитием технологий беспилотных летательных аппаратов возникла необходимость в эффективном контроле и наблюдении за их движением в воздушном пространстве. Одним из ключевых методов обеспечения безопасности и координации полетов БПЛА является применение систем активной радиолокации. Радиолокационные системы обеспечивают возможность точного обнаружения, отслеживания и идентификации беспилотных аппаратов на всех этапах их полета [1].

2. Преимущества и недостатки.

Преимущества радиолокационных систем включают высокую эффективность обнаружения, особенно в условиях, когда другие методы

наблюдения могут оказаться недостаточно эффективными. Кроме того, радиолокационные системы могут охватывать широкие области и обеспечивать точное отслеживание полетов БПЛА.

Однако, у радиолокационных систем есть свои недостатки. Они подвержены помехам, таким как электромагнитные воздействия, что может снизить их эффективность. Некоторые из них также имеют ограниченную разрешающую способность. Кроме того, радиолокационные системы требуют регулярного обслуживания и могут сталкиваться с конфликтами при взаимодействии с другими системами наблюдения и навигации [2].

3. Проблемы данной темы

Проблема данной темы заключается в необходимости эффективного контроля за беспилотными летательными аппаратами в воздушном пространстве с использованием радиолокационных систем. С ростом числа и разнообразия БПЛА возрастает потребность в разработке и внедрении надежных методов обнаружения, отслеживания и идентификации этих аппаратов для обеспечения безопасности воздушного движения. Также радиолокационные системы имеют свои ограничения, что может затруднить их эффективное применение в практических сценариях.

4. Заключение

Таким образом, радиолокационные системы играют важную роль в обеспечении безопасности воздушного пространства, однако их применение требует внимательного рассмотрения и учета различных факторов, чтобы обеспечить их эффективное функционирование.

Важно продолжать исследования в этой области с целью разработки более совершенных и надежных радиолокационных систем, которые будут эффективно функционировать в различных условиях и обеспечивать непрерывный и точный контроль за БПЛА. Кроме того, необходимо уделять внимание вопросам стандартизации и координации между различными системами наблюдения и навигации, чтобы предотвратить возможные конфликты и обеспечить совместимость их работы [3].

Список литературы

1. С.М. Ганин, Карпенко А.В., Колногоров В.В., Петров Г.Ф. Беспилотные летательные аппараты. СПб, «Невский бастион». – 1999. – С.5–9.
2. Brown, W. M. Introduction to Radar Systems (4th ed.). McGraw Hill Education. – 2019. – P. 47.
3. Yechout, T.R., Morris, S.A., & Bossert, D.J. Introduction to Unmanned Aircraft Systems // CRC Press. – 2012. – Vol. 8(3). – P. 132-134.

СИСТЕМА ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КАЧЕСТВА ВЫРАЩИВАНИЯ УРОЖАЯ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Тогужева Л.С.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

A SYSTEM FOR TRACKING THE QUALITY OF GROWING CROPS AT HOME

Toguzova L.S.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается модель системы для отслеживания качества выращивания урожая на дому. Модель представлена на микроконтроллере Arduino с использованием датчиков FC-28, DHT22 и ESP8266.

Abstract

This article discusses a model of a system for tracking the quality of growing crops at home. The model is presented on an Arduino microcontroller using FC-28, DHT22 and ESP8266 sensors.

В настоящий момент процветает новое хобби “огород на подоконнике”. Люди, которые хотят вырастить что-то у себя дома озабочены в первую очередь качеством воздуха. Но наш воздух, особенно в городах, слишком влажный или слишком сухой, поэтому для хорошего урожая требуется точное измерение качественных характеристик воздуха. Точные данные могут помочь “домашним фермерам” лучше выстроить стратегию полива определенных пород растений в подходящих для них условиях. К таким условиям мы отнесем следующие пункты:

1. Влажность почвы и воздуха.

На результат урожая влияет качество увлажненности среды продукта. Для этого будет установлен датчик влажности почвы и датчик влажности воздуха.

Средняя требуемая влажность почвы для овощей 60%-70%, а требуемая влажность воздуха для большинства культур колеблется в диапазоне от 75% до 90%.

2. Температура

Одним из важных аспектов, который напрямую влияет на качество урожая. Для создания условий прорастания как в привычной среде, культурам необходима комфортная для их роста температура. Поэтому следует следить за температурой помещения, и при необходимости проветривать его. При превышении заданного пользователем порога температуры будет отправляться оповещение о проветривании.

3. Оповещение

Чтобы пользователю было удобно следить за культурами и получать уведомления будет использован Wi-Fi модуль. Также для него будет создан сайт на котором будут графически изображены состояния датчиков.

Для создания модели использовались для измерения влажности воздуха DHT22, который имеет погрешность от 2%-5%, данная погрешность является допустимой, а для измерения влажности почвы установлен FC-28. Для температуры использован датчик. Для системы оповещения установлен RGB светодиод, а также ESP8266,

Вывод: была собрана модель системы для отслеживания качества отращивания урожая в домашних условиях. Данная модель подходит для не только для профессионалов, но и для любителей, так как её конструкция проста. В настоящий момент создана программа для более чем десяти видов овощей и ягод. Также есть общий режим, при котором выбирается среднее значение для небольших огородов.

Список литературы

1. Мини-огород на подоконнике. Легко и просто / Анна Белякова. — Москва : Эксмо, 2021. — 32 с. : ил. — (33 урожая (2021)).

УДК: 616.24-072.7

РАЗРАБОТКА УМНОГО СТЕТОСКОПА, С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДИАГНОСТИКИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Мирханова А.Н.

Научный руководитель: Радик М. Муратов
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ г. Казань*)

DEVELOPMENT OF A SMART STETHOSCOPE, WITH THE POSSI- BILITY OF DIAGNOSING RESPIRATORY DISEASES

Mirkhanova A.N.

Supervisor: Radik M. Muratov
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI Kazan*)

Аннотация

Разработка умного стетоскопа с функцией диагностики респираторных заболеваний имеет большой потенциал для улучшения процесса диагностики, контроля и лечения заболеваний дыхательной системы, что в итоге способствует улучшению качества жизни пациентов.

Annotation

The development of a smart stethoscope with the function of diagnosing respiratory diseases has great potential to improve the process of diagnosis, control and treatment of diseases of the respiratory system, which ultimately contributes to improving the quality of life of patients.

1. Введение

Человеческий организм представляет собой сложную систему, постоянно изменяющуюся и обладающую множеством уникальных характеристик, которые определяют здоровье человека. Для полноценной оценки состояния организма используются различные методы и приборы измерения. В данной работе будет рассмотрен умный стетоскоп, который способен диагностировать респираторные заболевания.

2. Теоретическое обоснование

Стетоскоп-медицинский диагностический прибор для аускультации (выслушивания) звуков, исходящих от сердца, сосудов, лёгких, бронхов, кишечника и других органов.

Инновационным подходом к медицинской диагностике стала разработка умного стетоскопа с возможностью диагностики респираторных заболеваний. С помощью алгоритмов и искусственного интеллекта стетоскоп может анализировать звуки и определять возможные патологии и заболевания легких. Стетоскоп предназначен для улавливания звука, производимого внутри организма, и эффективной передачи его для слухового восприятия. Когда диафрагма стетоскопа вибрирует в ответ на звук, эти вибрации распространяются вверх по трубке и попадают в наушники, позволяя медицинскому работнику слышать звук. Этот механизм передачи звука позволяет медицинским работникам прослушивать внутренние звуки организма, такие как сердцебиение, звуки легких [1].

Умный цифровой стетоскоп работает путем записи звуков сердца и легких пациента с помощью встроенного микрофона. Звуки затем передаются в устройство, где они усиливаются и обрабатываются, чтобы обеспечить четкое и точное воспроизведение. После этого звуки анализируются с помощью программного обеспечения, способного выявлять отклонения в частоте сердечных сокращений или в распределении воздуха в легких. Результаты могут отображаться на устройстве в режиме реального времени или передаваться на компьютер для более детального анализа медицинскими специалистами [2].

3. Заключение

Разработка умного стетоскопа с возможностью диагностики респираторных заболеваний имеет потенциал значительно улучшить качество медицинской помощи и сделать процесс диагностики более доступным и эффективным для пациентов.

Список литературы

1. Электронные устройства в медицинских приборах: Учебное пособие / Т: М. Агаханян, В. Г. Никитаев.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.—510 с.: ил.
2. Узлы и элементы медицинской техники: усилительные каскады: учеб. пособие / Л. Т. Сушкова; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 110 с.

СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА ПО ТЕМПЕРАТУРНЫМ ПОЛЯМ УДАЛЕННОГО ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Гурдин Д.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION OF WEAR OF CUR- RENT ACCESSORIES OF ELECTRIC TRAIN METROPOLITEN

Gurdin D.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена разработке и исследованию новой технологии в области дистанционного мониторинга и контроля температуры. В ней содержатся принципы работы и построения следящей системы.

Abstract

The article is devoted to the development and research of a new technology in the field of remote temperature monitoring and control. It contains the principles of operation and construction of the tracking system.

1. Введение

Системы мониторинга температуры для удаленных объектов обеспечивают оперативную информацию о температуре объекта, что помогает принимать решения и повышать эффективность процессов. Это делает их особенно полезными на объектах, где важны безопасность и доступность, например, в промышленных условиях или в медицинских учреждениях [1].

Особенностью системы будет возможность передачи данных о температуре объекта с помощью технологии беспроводной локальной сети.

2. Принцип работы системы

Датчик измеряет температуру объекта и передает данные на сервер через Wi-Fi модуль для обработки и хранения в базе данных. Пользователь

может отслеживать изменения температуры в реальном времени через удаленный сервер или мобильное приложение с любой точки Земли, где есть доступ к интернету.

3. Разработка системы дистанционного мониторинга температурных полей

Для наблюдения за температурой был выбран инфракрасный датчик MLX90614-АВА. Датчик способен измерять температуру объектов без необходимости физического контакта с ними. Его преимуществом является возможность измерения в температурном диапазоне от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $380\text{ }^{\circ}\text{C}$ для измеряемого объекта с точностью $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В качестве отладочной платы используется отечественная плата-форма Iskra Neo с микроконтроллером АТmega32U4. В состав платы входит всё необходимое для начала работы: 20 цифровых входов/выходов, кварцевый резонатор на 16 МГц и разъём для внутрисхемного программирования ICSP. Микроконтроллерная система решает несколько задач в рамках одного назначения [2].

Для передачи информации температурных полей используется модуль Тройка Wi-Fi, который легко интегрируется к отладочной плате. Он основан на модуле ESP-12 с чипом ESP8266EX от Espressif. Имеет собственную антенну и микроконтроллер с частотой 80 МГц или 160 МГц.

4. Заключение

Исследование и разработка системы, способной контролировать температурные параметры удаленного объекта через Wi-Fi соединение, представляет собой актуальную и перспективную область в области автоматизации и мониторинга.

Список литературы

1. Кечин Е.С. Применение дистанционных датчиков температуры в сканирующем тепловизоре / Е. С. Кечин, А. Н. Долгов, Д. А. Демин [и др.] // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации: Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2023. – С. 300-304.

2. Ширшова, Д. В. Моделирование работы систем различного назначения на основе микроконтроллера: учебное пособие / Д.В. Ширшова. — Казань: КНИТУ-КАИ, 2022. — ISBN 978-5-7579-2641-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/399578> (дата обращения: 25.03.2024). — С.17-21.

УДК 615.471

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ

Комар К.О.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

APPLICATION OF THE NEAR INFRARED SPECTROSCOPY METHOD FOR MEASURING BLOOD GLUCOSE LEVELS

Комар К.О.

Supervisor: Radik M. Muratov
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

Ближняя инфракрасная спектроскопия является распространенным методом измерения уровня глюкозы в крови. В тезисе рассматривается принцип работы, плюсы и минусы данного метода.

Abstract

Near infrared spectroscopy is a common method of measuring blood glucose levels. The thesis discusses the principle of operation, the pros and cons of this method.

Метод ближней инфракрасной спектроскопии для измерения уровня глюкозы в крови заключается в использовании ближнего инфракрасного излучения для анализа химического состава крови. Этот метод является неинвазивным и бесконтактным, что делает его удобным для использования в клинической практике и в домашних условиях.

Принцип работы ближней инфракрасной спектроскопии основан на том, что при облучении молекулы инфракрасным излучением поглощаются только те кванты, частоты которых соответствуют частотам валентных, деформационных и вибрационных колебаний молекул, а затем анализируются с помощью специального оборудования.

Глюкоза производит одно из самых слабых сигналов поглощения электромагнитных излучений в инфракрасном диапазоне среди большинства концентрации основных компонентов тканей. Измерение глюкозы данным методом возможно на глубину ткани в диапазоне от 1 до 100 мм, при общем уменьшении глубины проникновения увеличивается значение длины волны.

Преимущества метода ближней инфракрасной спектроскопии включают возможность проведения измерений без проколов кожи или забора крови, что снижает риск инфекций и дискомфорта для пациента. Кроме того, этот метод позволяет проводить измерения уровня глюкозы непрерывно и в реальном времени, что может быть полезно для пациентов с диабетом, особенно для контроля гликемии во время физических нагрузок или при изменении диеты [1,2].

Однако ближняя инфракрасная спектроскопия имеет некоторые недостатки. Во-первых, точность измерений может быть ниже по сравнению с традиционными методами, такими как забор крови на тест полоску. Во-вторых, стоимость оборудования может быть выше, чем для других методов измерения уровня глюкозы. В-третьих, ближняя инфракрасная спектроскопия может быть менее стабильной и точной в условиях сильных световых помех или при измерении гемоглобина с высоким содержанием кислорода [3].

Несмотря на эти недостатки, ближняя инфракрасная спектроскопия продолжает развиваться и совершенствоваться, и может стать важным инструментом для мониторинга уровня глюкозы в будущем.

Список литературы

1. Kirillin M.Yu., Bykov A.V., Priezzhev A.V., Myllyla R. Optical glucose sensing in biotissue phantom by diffuse reflectance technique // Proceedings of SPIE. 2007. Vol. 6445. 10 p.
2. Мезенцева М. А. , Букрина Т. А. Неинвазивные методы измерения сахара в крови [Электронный ресурс] // Информационно-измерительная техника и технологии: материалы VI Научно-практической конференции с международным участием, Томск, 27-30 Мая 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 74-82.
3. Al-dhaheri M., Mekkakia Maaza N., Mouhadjer H., Lakhdari A. Non-invasive blood glucose monitoring system based on near-infrared method // International Journal of Electrical and Computer Engineering. 2019. Vol.10.№ 2. PP. 1736-1746.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ
РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ**

Никишина Г.В., Суворов М.Э.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES
IN THE EDUCATIONAL PROCESS USING THE EXAMPLE
OF ROBOTIC MANIPULATORS**

Nikishina G.V., Suvorov M.E.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной работе рассматривается применение цифровых технологий в современном образовательном процессе для обучения студентов технических направлений на примере роботизированных манипуляторов Dobot Magician и их значимость для развития профессиональных навыков студентов.

Abstract

This paper describes the use of digital technologies in the modern educational process for teaching students of technical fields using the example of robotic manipulators Dobot Magician and their importance for the development of professional skills of students.

Во всех сферах деятельности современного человека задействованы цифровые технологии, начиная повседневной деятельностью и заканчивая работой на космической станции. Различные роботизированные системы облегчают работу человека в этих областях, например, различные манипуляторы используются в промышленности, в медицине и других сферах. Современное образование ставит перед собой задачу внедрения в образовательный процесс различных цифровых технологий, способствующих более эффективному и продуктивному обучению и разностороннему развитию студентов.

Современные студенты, обучающиеся на технических направлениях, таких как 11.03.01 Радиотехника, должны уметь взаимодействовать с

инновационными технологиями, понимать, как они устроены, иметь возможность досконально их изучить, управлять режимами работы, и на базе полученных в процессе обучения знаний в различных областях, таких как электроника, схемотехника, технологии Интернета вещей, робототехника и других технических дисциплин, самостоятельно разрабатывать подобные системы [1, 2].

Для изучения основ работы киберфизических систем может использоваться современный роботизированный манипулятор Dobot Magician, который разработан специально для применения в образовательном процессе. Данный роботизированный манипулятор является универсальным инструментом для изучения различных сфер деятельности от 3D-печати и лазерной гравировки до сложной сборки и деликатных манипуляций. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу и модульной конструкции манипулятор позволяет студентам, работающим с ним на практических занятиях, оптимизировать различные рабочие процессы, проводить настройку манипулятора и настраивать его автоматическую работу для выполнения различных задач, например, прототипирование работы манипулятора на конвейерной ленте автомобильного концерна для перемещения объектов в масштабах макета для обучения.

В заключение можно сказать, что роботизированный манипулятор Dobot Magician представляет собой инновацию в области робототехники, которая должна применяться в обучении студентов технических направлений для выработки профессиональных навыков в части разработки систем автоматизации для различных отраслей промышленности. В дальнейшем это поможет студентам в разработке систем управления различными техническими устройствами.

Список литературы

1. Каширин А.А., Залялов Н.И. Разработка алгоритмического и программного обеспечений системы дистанционного управления роботизированной рукой // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. – 2023. – С. 3549-3552.
2. Енилиев Р.Р. и др. Экспериментальный стенд для измерения релаксационных динамических характеристик литиевых аккумуляторов, вызванных ступенчатым изменением нагрузки // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций: Материалы XXIV Международной научно-технической конференции и материалы Уфа, 23–25 ноября 2022 года. Том I. – С. 295-296.

СТЕНД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МАЛОРАЗМЕРНОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ВЫСОТОМЕРА

Савенко М.А., Логинов С.С.

Научный руководитель: Фролов Игорь Николаевич, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STAND FOR PARAMETER EVALUATION OF THE BAROMETRIC ALTIMETER DEVICE

Savenko M.A., Loginov S.S.

Supervisor: Igor N. Frolov
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы построения малоразмерного барометрического высотомера, пригодного к использованию в сверхмалых беспилотных летательных аппаратах (ЛА)

Abstract

This article discusses constructing small-sized barometric altimeter that can be used in ultra-small flying objects.

1 Введение

В различных беспилотных ЛА присутствует необходимость измерения высоты полёта этих устройств для выполнения полётного задания. Поэтому вопросы практического построения таких высотомеров и стендов для оценки их параметров являются актуальными.

С целью практической оценки доверительных интервалов измерений высоты разработан стенд, включающий плату на основе микроконтроллера STM32F407, программатор–отладчик ST-Link V2, датчик барометрического давления, температуры и влажности BMP-280, осциллограф и ПЭВМ;

2 Получение значений высоты

В высотомере данные о давлении и температуре от датчика поступают в микроконтроллер через интерфейс I²C. Высота с их помощью вычисляется по формуле [1]:

$$h = \frac{R \cdot (t^{\circ}\text{C} + 273.15)}{M_{\text{возд}} \cdot g} \cdot \ln \left(\frac{p_{\text{норм}}}{p} \right), \quad (1)$$

где: R – газовая постоянная, t[°]C – температура по шкале Цельсия, M_{возд} – молярная масса воздуха, g – ускорение свободного падения, p_{норм} – уровень давления на уровне моря, p – уровень давления в данной точке;

В дальнейшем происходит перевод высоты из метров в дециметры для большей точности передачи полученных значений и приведение этих данных к целочисленному формату. Вывод информации из микроконтроллера производится с помощью 12–разрядного ЦАП, а его выходной сигнал представляет собой последовательность импульсов различной высоты. После этого, аналоговый уровень снимается с помощью цифрового осциллографа и обрабатывается в среде программирования MATLAB.

По результатам 2000 опытов происходит оценка математического ожидания, дисперсии, среднеквадратического отклонения и границ доверительного интервала для доверительной вероятности, принятой равной 0.99 [2].

3 Результаты измерений для первого этажа здания

По результатам измерений оценки для указанных выше параметров равны:

$$\begin{aligned} \tilde{m} &= 40.88, \\ \tilde{D} &= 0.60, \\ \sigma_{\tilde{m}} &= 0.02, \\ I_{\beta} &= (40.83; 40.92) \end{aligned}$$

Таким образом, был сконструирован стенд для статистической оценки точности измерений высоты малоразмерного барометрического высотомера и определены его статистические параметры.

Список литературы

1. Хргиан А.Х., Физика атмосферы, М., 1958.
2. Теория вероятностей : учебник / Е.С. Вентцель. – 11-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2016. – 664 с. – (Бакалавриат)

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ЧАСТИ БЕЗМАСОЧНОГО ЛИТОГРАФА НА ОСНОВЕ DLP МАТРИЦЫ

Наумов О.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

DEVELOPMENT OF ELECTRONIC PART OF A MASKLESS LITO- GRAPH BASED ON A DLP MATRIX

Naumov O.A.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию процесса разработки лабораторного безмасочного литографа. Рассмотрен вариант создания литографа на основе проектора с DLP матрицей.

Abstract

This article is devoted to the study of the design of an laboratory maskless lithograph. A variant of the creating a lithograph based on a projector with DLP-matrix is considered.

1. Введение

Безмасочная литография (MPL) — это технология фотолитографии без фотошаблона, используемая для проецирования или фокальной записи рисунка изображения на подложку, покрытую химическим резистом, с помощью УФ-излучения или электронного луча. [1].

Ключевым преимуществом безмасочной литографии является возможность менять литографические узоры от одного прогона к другому без затрат на создание нового фотошаблона. Это может оказаться полезным для создания двойного рисунка или компенсации нелинейного поведения материала.

2. Метод реализации безмасочного литографа.

Для реализации простейшего безмасочного фотолитографа необходимо использовать DLP проектор с извлечённым цветовым колесом и модернизированной лампой, чтобы обеспечить лучшее облучение ультрафиолетом. Цветное колесо DLP проектора извлекается, поскольку цветные светофильтры этого колеса частично отфильтровывают ультрафиолет. В лампе проектора используется светофильтрующее стекло, не пропускающее ультрафиолетовое излучение для обеспечения безопасности работы с проектором, поэтому лампу было решено заменить на мощные ультрафиолетовые светодиоды диапазоном длины волны 400-405 нм и 430-440 нм с регулировкой мощности.

Система линз проектора изменяется для уменьшения площади виртуального трафарета. Для уменьшения до площади изображения в несколько квадратных миллиметров достаточно перевернуть оптику проектора. Проще подавать изображение из проектора сразу в верхний окуляр микроскопа. В таком случае площадь проецируемого изображения выйдет в пределах одного квадратного миллиметра.

Основными параметрами экспонирования являются длина волны, время экспонирования и мощность источника излучения. Как правило, каждый фоторезист имеет определённое значение дозы, необходимой для его экспонирования, поэтому важно правильно подобрать параметры экспонирования [2].

Для того, чтобы контролировать процесс экспонирования, в проектор, помимо ультрафиолетовых светодиодов, размещается мощный красный светодиод.

3. Заключение.

Подводя итог, можно сделать вывод, что самодельный литограф, имеет сильный выигрыш в стоимости, но не позволяет обеспечить разрешающую способность производственного фотолитографа. Сложная калибровка системы компенсируется её относительной портативностью и возможностью самостоятельного ремонта установки. Так же процент брака на самодельном фотолитографе будет выше из-за неточной настройки, возможных засветов и тд.

Список литературы:

1. Walsh, M.E.; Zhang, F.; Menon, R.; Smith, H.I. (2014). "Masklessphotolithography". *Nanolithography*. pp. 179–193
2. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов : учеб. пособие / Б.А. Лапшинов ; МГИЭМ. – Москва : Изд-во МГИЭМ 2011. – 95 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Марков С.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

DESIGN FEATURES OF DOMESTIC AND FOREIGN PRINTED CIRCUIT BOARDS

Markov S.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проводится сравнительный анализ конструктивных особенностей российских и иностранных печатных плат. Рассматриваются материалы, используемые для их производства, точность изготовления, применяемые компоненты и технологии.

Abstract

The article provides a comparative analysis of the design features of Russian and foreign printed circuit boards. The materials used for their production, manufacturing accuracy, components and technologies used are considered.

1. Введение

Печатная плата является важнейшим компонентом многих электронных устройств. Она служит платформой для подключения и поддержки электронных компонентов, таких как интегральные схемы (ИС), резисторы, конденсаторы и разъемы. Печатные платы обеспечивают физическую структуру и электрические соединения для этих компонентов. Это позволяет им работать вместе для выполнения различных функций в электронных устройствах.

2. Сравнение отечественных и иностранных печатных плат.

В первую очередь стоит выделить, что в создании российских печатных плат доминируют более дешевые материалы: стеклотекстолит FR4,

FR-4 G10, СЕМ-1. Применение более дорогих материалов (например, полиимида) ограничено. Иностранные же платы используют широкий спектр материалов, включая высокотехнологичные: полиимид, керамика, Rogers.

Во-вторых, точность изготовления российских и иностранных печатных плат тоже отличается. Российские печатные платы имеют менее точные допуски на геометрические параметры, у них менее развиты технологии высокоточной печати. Иностранные платы в свою очередь имеют высокую точность изготовления, что обеспечивает стабильность работы устройства, так же при их изготовлении широко применяются прецизионные технологии, такие как лазерная абляция [1].

В-третьих, в российских печатных платах преимущественно используются компоненты импортного производства, доля отечественных компонентов ограничена. При изготовлении иностранных печатных плат имеется широкий выбор компонентов от разных производителей, активно используются новейшие электронные компоненты [2].

В-четвертых, при изготовлении российских печатных плат доминируют традиционные технологии производства, такие как фотолитография. Внедрение новых технологий происходит медленнее. При изготовлении иностранных печатных плат широко применяются передовые технологии: лазерные.

3. Заключение.

Российские печатные платы, как правило, менее технологичные и точные, чем иностранные. Зарубежные производители предлагают более широкий выбор материалов, компонентов и технологий. Отечественным производителям необходимо развивать производство высокотехнологичных печатных плат, чтобы соответствовать мировому уровню.

Список литературы

1. Технология изготовления печатных плат : [учеб. пособие] / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских ; [науч. ред. В. Ф. Марков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 200 с.
2. Галецкий Ф. П. Особенности производства печатных плат в России // Электронные компоненты. - 2001. - № 5. - С. 18–26.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЁЖНОСТИ КВАНТОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Шахбанов Р.М.

Научный руководитель: Зиганшин Раиль Вакилевич.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF QUAN- TUM COMMUNICATION CHANNELS.

Shakhbanov R.M.

Supervisor: Ziganshin Rail Vakilevich.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается эффективность и надёжность квантовых каналов связи. Представлены преимущества и недостатки и проведён анализ технологии.

Abstract

The article discusses the efficiency and reliability of quantum communication channels. The advantages and disadvantages are presented and the technology is analyzed.

Квантовая связь - это совокупность методов для передачи квантовой информации, к которому практически невозможно незаметно получить доступ или взломать вычислительным путём.[1]. Последнее время квантовая связь изучается и тестируется по всему миру, так как является прорывным методом передачи информации.

В первую очередь стоит выделить, что квантовая связь состоит из разделённых узлов, и в этих узлах хранится информация. В узле кубитами - можно манипулировать локально. Эти узлы соединяют квантовые информационные каналы, образуя квантовую коммуникационную сеть. Внутри сети, обмен информацией достигается путём передачи кубитов. Поэтому квантовая связь имеет преимущество в сравнении с другими видами передачи информации, то есть защита связи методом квантовой запутанности.

Оно обладает способностью случайного шифрования ключа и в случае утечки практически невозможно произвести расшифровку. Также с обеих сторон частицы находятся в запутанном состоянии, при изменении квантового состояния одной частицы меняется другая частица.[2]. Но такая связь обладает и недостатками, генерировать и определять одиночные фотоны, это является сложной задачей, так как сами фотоны меняют свои состояния или просто поглощаются средой из-за помех. Квантовое состояние может быть чувствительна к тепловым шумам, оно в свою очередь искажает или полностью ломает передачу информации.[3].

На данный момент во многих странах проводят тесты такого вида связи. В России существует квантовый канал Москва - Нижний Новгород и Москва - Санкт Петербург. В ходе опытов были проведены тесты надёжности квантовой криптографии и скорости передачи. В результате сделаны такие выводы: Благодаря методу квантового шифрования достигается высокий уровень защиты передаваемой информации. Дело в том, что в системах шифрования с открытым ключом используются так называемые односторонние функции, в которых по известному аргументу найти значение функции достаточно просто, а вот обратная операция крайне сложна. Но вот скорость передачи оказалось низкой. Связано это с длинной квантового канала, фотоны не выживают на больших расстояниях. При длине оптоволокну 32 км. скорость передачи составляла до 10 бит/с., а при длине 87 км скорость падает до 1 байта в секунду.

Однозначно такой вид передачи информации может быть полезен во многих сферах, но в данный момент тяжело достичь стабильного соединения связи. Опыты показали, что квантовое шифрование обладает высокой степенью защиты информации, а скорость передачи таким методом оказалась низкой. Основная задача это необходимость разрабатывать новые технологии для устранения недостатков перед внедрением. При правильном подходе метод квантовой связи станет передовой технологией в сфере передачи и шифрования информации.

Список литературы

1. М. Нильсен, Квантовые вычисления и квантовая связь, М. Нильсен, И. Чанг; под ред. М. Н. Вялого и П. М. Островского; 2006. - 824 с.
2. С. Килин, Квантовая криптография: идеи и практика, 2007. - 391с.
3. Голубчиков Д.М, Квантовая связь и криптография, Голубчиков Д.М, Румянцев К.Е; 2009. - 122 с

УСИЛИТЕЛЬНЫЙ МИКРОФОН С БЛОКОМ ПИТАНИЯ

Дыганов А.В.

Научный руководитель: Саиткулов Владимир Гельманович, д.т.н., профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

AMPLIFIER MICROPHONE WITH POWER SUPPLY

Dyganov A.V.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov, professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются особенности и преимущества усилительных микрофонов с блоком питания, которые играют важную роль в создании профессионального и качественного звука. Мы обсуждаем ключевые особенности усилительных микрофонов, а также преимущества высокого качества звука, обеспечиваемого этими устройствами.

Abstract

This article discusses the features and advantages of amplification microphones with a power supply, which play an important role in creating professional and high-quality sound. We discuss the key features of amplification microphones, as well as the benefits of the high quality audio provided by these devices.

1. Введение

Системы звукоусиления применяются как в помещениях, так и на открытых пространствах, если громкость звука недостаточна для обеспечения нормальной слышимости в зоне расположения слушателей. В состав систем звукоусиления входят микрофоны, микшерный пульт, усилители и громкоговорители.

2. Основная часть

В системе местного звукоусиления микрофоны расположены в зоне действия громкоговорителей. Описание профессиональной аппаратуры

можно найти в специальной технической литературе. Но во многих случаях и литература, и сама звуковая техника могут оказаться недоступными по самым разным причинам. Иногда имеющаяся в продаже аппаратура просто не подходит по своим возможностям или по цене и приходится заниматься ее изготовлением с учетом выдвигаемых требований. Конечно, соревноваться по дизайну и цене с заводскими изделиями очень трудно. Прежде всего, это связано с тем, что оптовые цены на элементы могут быть существенно ниже розничных. На заводах обычно применяют оснастку, которая очень упрощает, ускоряет и повышает точность механических работ. Но часто удастся значительно упростить и удешевить аппаратуру, отказавшись от некоторых не очень нужных функций или не предъявляя очень высоких требований к ее качественным параметрам по сравнению с оборудованием аппаратно-студийных комплексов[1]. Особенности микрофонного усилителя являются: работа при малых уровнях входного сигнала (номинальная ЭДС, развиваемая разными типами микро-фонов, составляет от 0,1 мВ до 0,8 мВ); совместная работа с источником сигнала, имеющим низкое внутреннее сопротивление 500-2000 Ом, которое остается постоянным в широком диапазоне рабочих частот[2].

3. Заключение

Усилительный микрофон с встроенным блоком питания является оптимальным решением для профессиональной записи звука и обеспечения качественного звука на сцене. Благодаря высокой чувствительности и широкому диапазону частот, данный микрофон позволяет записывать и передавать чистый и детализированный звук. Встроенный блок питания обеспечивает стабильность и надежность работы микрофона, исключая возможные проблемы с питанием от других источников.

Список литературы

1. Кузнецов, Э. Б. Звуковая аппаратура для простых систем звукоусиления / Э.Б. Кузнецов. – Москва, 2012. – 221 с.
2. Helpiks.org, Микрофонные усилители URL: <https://helpiks.org/9-55247.html> (Дата обращения 2024.03.15)

РАЗЛИЧИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИНОСТРАННЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЛАТ

Нишонов Р.Э.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

THE DIFFERENCE IN PRODUCTION TECHNOLOGY BETWEEN FOREIGN AND DOMESTIC BOARDS

Nishonov R.E.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проводится сравнительный анализ конструктивных особенностей российских и иностранных печатных плат. Рассматриваются материалы, используемые для их производства, точность изготовления, применяемые компоненты и технологии.

Abstract

The article provides a comparative analysis of the design features of Russian and foreign printed circuit boards. The materials used for their production, manufacturing accuracy, components and technologies used are considered.

Печатные платы (ПП) – это основа электронной техники. Они используются во всех видах устройств, от смартфонов до космических аппаратов. У каждой страны существуют свои особенности производства ПП, которые обуславливают различия в их качестве, цене и доступности. Предлагается рассмотреть различия в технологии производства печатных плат между Россией и Китаем, чтобы лучше понять особенности и преимущества каждого из этих рынков.

Технологические отличия:

Оборудование: Китайские производители ПП, как правило, используют более современное и автоматизированное оборудование, чем российские. Это позволяет им выпускать продукцию более высокого качества и с

меньшими затратами.

Материалы: В России часто используются более дешёвые и менее качественные материалы, чем в Китае. Это может привести к снижению надёжности и долговечности ПП.

Контроль качества: В Китае система контроля качества ПП более развита, чем в России. Это означает, что бракованные ПП с меньшей вероятностью попадут к конечному потребителю [1].

Цена:

Стоимость производства: В целом, производство ПП в Китае обходится дешевле, чем в России. Это связано с более низкими ценами на материалы, рабочую силу и энергоносители.

Цена для конечного потребителя: Китайские ПП, как правило, дешевле отечественных. Это связано с более низкими затратами на производство и транспортировку.

Доступность:

Ассортимент: В Китае производится гораздо больший ассортимент ПП, чем в России. Это связано с более высоким спросом и развитой конкуренцией.

Сроки поставки: В большинстве случаев, доставка печатных плат из Китая требует больше времени, чем из России, из-за удалённого месторасположения страны и сложностей с таможенными процедурами [2].

Китайские ПП имеют ряд преимуществ перед отечественными: они дешевле, качественнее и доступны в более широком ассортименте. Однако, у отечественных ПП есть свои плюсы: они имеют более короткие сроки поставки и могут быть более надёжными в специфических условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Технологии и подготовка производства печатных плат: учеб. пособие / В. П. Крылов; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 64 с.
2. Технология изготовления печатных плат : [учеб. пособие] / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских ; [науч. ред. В. Ф. Марков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 200 с.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НЕСУЩИХ ВИНТОВ ВЕРТОЛЕТА

Блинов А.А.

Научный руководитель: Сайткулов Владимир Гельманович
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ULTRASONIC THICKNESS GAUGE FOR MEASURING THE THICK- NESS OF HELICOPTER ROTORS

Blinov A.A.

Supervisor: Vladimir G. Saitkulov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Ультразвуковые методы дефектоскопии и, в частности, эхо - импульсный метод относятся к числу наиболее универсальных методов исследования конструкций и полуфабрикатов. Они позволяют определять разнообразные свойства изделий, изготовленных из акустически прозрачных конструкционных материалов.

Abstract

Ultrasonic methods of flaw detection and, in particular, the echo pulse method are among the most universal methods of studying structures and semi-finished products. They allow us to determine a variety of properties of products made of acoustically transparent structural materials.

1. Введение

Ультразвуковые толщиномеры являются широко используемыми приборами неразрушающего контроля для высокоточного измерения толщины материала во всех сферах промышленности. В отличие от микрометра и других механических измерительных приборов ультразвуковой толщиномер способен производить измерение толщины при одностороннем доступе к объекту [1]. Ультразвуковой метод дефектоскопии позволяет

вести контроль изделий без демонтажа деталей из конструкции. Метод обладает высокой чувствительностью к дефектам, что позволяет эффективно использовать его и для целей технического диагностирования ЛА.

2. Физическая сущность метода

Ультразвуковые колебания (УЗК) при введении в акустически прозрачную среду распространяются в виде ультразвуковых волн на значительные расстояния без существенного ослабления.

Основной частью излучателя УЗК является пьезоэлектрический преобразователь, представляющий собой пластинку, изготовленную из пьезокерамического материала. Такие преобразователи обладают свойством прямого и обратного пьезоэффекта. Если пластинку сжимать или растягивать, то на её электродах появляются электрические заряды, если же пластинку поместить в переменное электрическое поле, то будут изменяться её геометрические размеры, т.е. возникнут механические колебания [2].

При подаче на пластинку напряжения, частота которого отлична от частоты её собственных колебаний, возникают вынужденные колебания, амплитуда которых значительно меньше, чем на резонансной частоте.

Колебания пластинки переходят в другую среду, с которой она контактирует. С другой стороны, УЗК могут поступать на пластинку из внешней среды. При этом на электродах пластинки возникает переменное электрическое напряжение.

Устройства, предназначенные для ввода, приема и преобразования УЗК, называют искательными головками или ультразвуковыми щупами.

Для обеспечения акустического контакта излучателя с поверхностью ввода УЗК зазор между ними заполняют контактной смазкой (минеральное масло, вода, глицерин и т. д.). При этом в тело детали можно ввести до 10 % энергии, генерируемой излучателем [2].

3. Заключение

Анализ потребности рынка неразрушающего контроля в толщиномерах и состояние их поставок показывает, что электромагнитно-акустические толщиномеры могут существенно дополнить имеющую гамму измерительных приборов и повысить возможности толщинометрии.

Список литературы

1. Ультразвуковые толщиномеры: основные виды, производители, рекомендуемые модели (электронный ресурс) <https://ecnk.ru/blog/3590/> [дата доступа 26.03.2024]

2. Сайткулов В.Г. Проектирование электронных средств. Ультразвуковой контроль толщины стенок деталей сложной формы //Монография. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2017. – 196с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Нахалов Е.П.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

IMPROVING THE EFFICIENCY OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY SYSTEMS IN INDUSTRY

Nahalov E.P.

Supervisor: Vasilii Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Одной из ключевых инженерных систем в центрах обработки данных (ЦОД) является система бесперебойного питания. Некоторые последние разработки в этой области позволяют одновременно повысить и надежность, и эффективность систем ИБП. В данной статье мы рассмотрим эти разработки.

Abstract

One of the key engineering systems in data centers (DCs) is the uninterruptible power supply system. Some recent developments in this area are making it possible to improve both the reliability and efficiency of UPS systems at the same time. In this article, we will review these developments.

1. Введение

Источник бесперебойного питания (ИБП) — это электрическое устройство, обеспечивающее аварийное питание нагрузки при отказе входного источника питания или сетевого питания. Решающими факторами для определения энергоэффективности системы ИБП являются ее коэффициент мощности и КПД [1].

2. Причины низкой эффективности систем бесперебойного питания

Самая главная причина низкого КПД ИБП кроется в их недогруженности, которая, с свою очередь, объясняется несколькими факторами:

Системы ИБП всегда резервируются. Минимально допустимая схема резервирования – $N+1$. В более критических ЦОД используются схемы $2N$ и $2(N+1)$. При этом нагрузка равномерно распределяется среди всех блоков ИБП.

ИБП рассчитываются на полную загрузку ЦОД. Однако, во-первых, она иногда оказывается завышенной, а во-вторых, на начальном этапе эксплуатации ЦОД нагрузка, как правило, всегда ниже полной и может составлять вплоть до 0% от полной.

Очевидно, что, с одной стороны, каждый из перечисленных пунктов является логичным и обязательным для исполнения. С другой стороны, эти факторы снижают эффективность системы бесперебойного питания в целом [2].

3. Способы повышения эффективности систем бесперебойного питания

Всех этих проблем можно избежать, если использовать модульные системы ИБП. К примеру, системы бесперебойного питания РМС (Power Modular Concept) позволяют наращивать используемый объем по мере необходимости. Модульные ИБП могут быть организованы таким образом, что в случае отказа одного из модулей остальные модули берут на себя всю нагрузку. Модульный подход облегчает масштабирование. Дополнительное преимущество такого подхода заключается в удобстве обслуживания, поскольку сервис-инженер может обслуживать систему прямо во время работы, отсутствует необходимость временного отключения резервного питания [3].

4. Заключение

В заключение можно сделать вывод, что модульные системы ИБП, такие как РМС, позволяют избежать проблем с питанием, обеспечивая непрерывность работы и удобство обслуживания.

Список литературы

1. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений — М.:Издательский дом МЭИ, 2008.
2. Хомутский Ю. Повышение энергетической эффективности ИБП / Ю. Хомутский — Текст: электронный // Новости ЦОД и Дата-Центров: сайт. — URL: <https://telecomblogger.ru/7359> (дата обращения: 25.03.2024)
3. [AboutDC.ru](https://aboutdc.ru) — Системы вентиляции и кондиционирования. — URL: <https://aboutdc.ru/page/558.php> (дата обращения: 25.03.2024)

МОДУЛИ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Гасанов А.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEASUREMENT MODULES FOR MONITORING AND DIAGNOS- TICS OF OIL TRANSFORMERS

Gasanov A.A.

Supervisor: Vasilii Yu. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы контроля и диагностики для оценки состояния масляных трансформаторов. Преимущества и недостатки модулей измерения, а также проблемы в использовании.

Abstract

This article discusses monitoring and diagnostic methods for assessing the condition of oil transformers. Advantages and disadvantages of measurement modules, as well as problems in use.

1. Введение

В современной энергетике масляные трансформаторы играют ключевую роль в передаче и распределении электроэнергии, поэтому эффективный контроль и диагностика состояния масляных трансформаторов является важным условием для обеспечения их стабильной работы.

2. Основная часть

Мониторинг силовых трансформаторов подразделяется на несколько методов:

- а) Использование стационарных датчиков, позволяющих определять содержание газов в трансформаторном масле;
- б) Использование протативного контрольно - измерительного оборудования;

в) Использование различного рода лабораторий на участке;
г) Использование систем непрерывного мониторинга, диагностики и управления трансформаторами [1].

Каждая из этих систем подразумевает использование различных датчиков. Для сравнения на трансформатор были установлены оптоволоконные модули и стандартные датчики, используемые для измерения температуры, давления, уровня масла и других параметров.

Стандартные датчики представляют собой электронные устройства, основанные на традиционных методах измерения с использованием проводов или беспроводных технологий. Они имеют определенные ограничения по чувствительности, точности и стабильности работы в условиях высоких температур и вибраций. Кроме того, стандартные датчики требуют периодической калибровки и обслуживания для поддержания своей работоспособности.

В отличие от этого, оптоволоконные модули используют оптические волокна для передачи данных и измерения параметров. Они обладают высокой чувствительностью и точностью измерений, а также способностью работать в широком диапазоне температур и в условиях высоких нагрузок. Оптоволоконные модули не требуют калибровки и обладают длительным сроком службы [1].

В результате экспериментов было установлено, что оптоволоконные модули показывают более стабильные и точные результаты измерений по сравнению со стандартными датчиками.

3. Заключение

Силовой трансформатор является одним из самых важных элементов энергосистемы. Поэтому на данный момент существует большое разнообразие методов мониторинга силовых трансформаторов. Существует большое разнообразие датчиков, применяемых системами мониторинга. Однако применение оптоволоконных датчиков решает значительное количество проблем.

Список литературы

1. Кириченко, Н. В. Системы мониторинга и диагностики силовых трансформаторов [Текст] / Н. В. Кириченко, С. С. Гиршин, Т. С. Тривайлов // Современные технологии в энергетике. — Омск: ОмГТУ. — 2013г. — с.160–163.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПАЙКИ ДВОЙНОЙ ВОЛНОЙ ПРИПОЯ НАСТОЛЬНОГО ТИПА ATF 13/25

Шагвалиев Б.Р.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TABLE TOP DOUBLE WAVE SOLDERING MACHINE ATF 13/25

Shagvaliev B.R.

Supervisor: Igor D. Mikheev, Assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается установка для пайки двойной волной припоя настольного типа ATF 13/25

Abstract

The article discusses ATF 13/25 bench type double wave soldering machine

1. Введение

Даная пайка волной спроектирована и изготавливается немецкой компанией ATF с применением оригинальных технологий. Компания ATF, занимающаяся разработкой и производством оборудования для пайки волной, была создана в 1991 году в Германии и через некоторое время стала завоевывать европейский рынок промышленного оборудования, привлекая инвесторов невысокой ценой, хорошей гибкостью в использовании, хорошей базовой комплектацией, возможностью дополнительных модернизаций при высоком качестве оборудования [1].

2. Общие особенности и достоинства

Все модели пайки волной являются конвейерными системами и при желании могут быстро встраиваться в конвейерные линии, обеспечивая высокую гибкость производственного процесса. Это очень важный момент, если учесть невысокую стоимость данного оборудования по сравнению с конкурентами. Все установки пайки волной снабжены двумя типами волн,

а именно чип-волной и λ -волной с минимальным расстоянием для уменьшения шлакообразования и остывания плат в процессе пайки. Также в данной модели имеется зона предварительного подогрева. Подогрев осуществляется с помощью ИК-нагревателей с возможностью добавления модуля конвекции. Зона флюсователя представляет из себя пенный флюсователь (базовая комплектация) с возможностью замены на спрей-флюсователь с одной либо с двумя головками распыления [2].

Данная модель имеет настольное исполнение и опционально может укомплектовываться специальным поддерживающим столом.

Основные достоинства

- Небольшие габаритные размеры
- Высокое качество пайки
- Высокая надежность
- Простота использования
- Невысокая стоимость

3. Заключение

Таким образом, установка для пайки двойной волной припоя ATF 13/25 является эффективным и надёжным решением для различных задач в области пайки. Она обеспечивает высокое качество соединения, позволяет работать с различными типами компонентов и материалов, а также отличается простотой в использовании и обслуживании.

Установка ATF 13/25 может стать незаменимым инструментом для предприятий, занимающихся производством электроники, электротехники и других изделий, где требуется пайка.

В заключение стоит отметить, что установка ATF 13/25 представляет собой современное и высокотехнологичное оборудование, которое может значительно повысить производительность и качество пайки. производительность производства.

Список литературы

1. Установка для пайки двойной волной припоя ATF 13/25: сайт. – URL: <https://bizorg.su/apparaty-payki-r/p12881400-ustanovka-dlya-payki-dvoynoy-volnoy-pripoya-atf-23-33> (дата обращения 25.03.24). – Текст: электронный
2. Установка для пайки двойной волной припоя: сайт. – URL: <https://liontech.ru/catalog/oborudovanie-dlya-proizvodstva-elektroniki/ustanovki-dlya-payki-volnoy/ustanovka-dlya-payki-dvoynoy-volnoy-pripoya-nastolnogo-tipa-atf-13-25/> (дата обращения 26.03.24). – Текст: электронный.

ВОЛОКОННАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Камолов А.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FIBER OPTICAL DIAGNOSTICS OF POWER LINES

Kamolov A.A.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Статья "Волоконная оптическая диагностика линии электропередач" рассматривает применение волоконно-оптических технологий для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач. В статье описываются основные принципы работы волоконно-оптических систем, их преимущества и недостатки, а также приводятся примеры использования таких систем в различных отраслях энергетики.

Abstract

The article "Fiber Optical Diagnostics of Power Lines" examines the use of fiber optic technologies for monitoring and diagnosing the condition of power lines. The article describes the basic principles of operation of fiber-optic systems, their advantages and disadvantages, and also provides examples of the use of such systems in various energy sectors.

1. Введение

Волоконно-оптическая диагностика линии электропередач - это метод мониторинга и диагностики состояния линий электропередач с использованием волоконно-оптических технологий [1]. В данной статье мы рассмотрим основные принципы волоконной оптической диагностики, возможности ее применения для мониторинга и контроля состояния линий электропередачи, а также перспективы развития этого направления.

2. Основная часть

Основные принципы волоконно-оптической диагностики основаны на использовании волоконно-оптических датчиков и систем передачи данных. Волоконно-оптические датчики могут быть использованы для детектирования изменений различных величин, таких как температура, давление, вибрация и другие параметры.

Возможности применения волоконно-оптической диагностики для мониторинга и контроля состояния линий электропередачи включают обнаружение дефектов и повреждений на линиях электропередач, контроль параметров работы оборудования, интеграцию с другими системами мониторинга и диагностики, а также возможность удаленного управления и контроля.

Перспективы развития волоконно-оптической диагностики включают разработку новых датчиков и систем передачи данных, улучшение точности и надежности измерений, а также интеграцию с другими системами мониторинга и диагностики. [2].

Волоконно-оптическая диагностика линии электропередач может быть разделена на несколько видов в зависимости от типа датчиков и систем передачи данных, используемых для мониторинга и контроля состояния линий электропередач: датчики температуры, датчики давления, датчики вибрации, системы передачи данных волоконно-оптические системы управления.

3. Заключение

В ближайшем будущем ожидается развитие технологий, позволяющих более эффективно использовать оптическое волокно для передачи больших объемов данных. Это может привести к увеличению возможностей мониторинга и контроля за состоянием линий электропередачи. Также разрабатываются новые типы оптических сенсоров, которые могут улучшить точность и надежность измерений. Ожидается, что в долгосрочной перспективе волоконная оптическая диагностика может стать ключевым элементом интеллектуальных систем управления энергетическими сетями, обеспечивая более эффективное и безопасное использование электроэнергии.

Список литературы

1. Ahmed A., Hossain E., Islam S.M.R., Sultana M. Fiber Optic Sensors for Smart Grid Applications: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 2018, vol. 18, no. 8, pp. 3113-3124.
2. Abdelhameed F., Liyanage M., Othman M., Al-Turki A. Fiber optic sensors for smart grid applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020, vol. 122, p. 109734.

УДК 621.446

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ КОНТРОЛЯ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Федоров А.Г.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., доцент (*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE IMPLEMENTATION OF THE MONITORING MODULE OF THE TRACKING SYSTEM USING FEEDBACK SENSORS IN THE FIELD OF SOLAR ENERGY.

Fedorov A.G.

Supervisor: Vasiliy Y. Vinogradov, ass. professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Солнечные батареи играют ключевую роль в производстве электроэнергии из солнечного излучения, их эффективность напрямую зависит от многих факторов, включая угол наклона и направление солнечных панелей.

Abstract

Solar panels play a key role in the production of electricity from solar radiation, their efficiency directly depends on many factors, including the angle and direction of the solar panels

1. Введение

Солнечная энергия является одним из наиболее доступных и экологически чистых источников энергии. Назначение системы слежения заключается в согласовании оптической оси установки с направлением падающего потока излучения [1]. Солнечные батареи, или фотоэлектрические элементы, используются для преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Однако, эффективность солнечных батарей напрямую зависит от угла наклона и направления, под которым они позиционированы относительно источника солнечного света [2].

2. Основная часть

Предлагаемый модуль контроля следящей системы предназначен для автоматической регулировки угла наклона и направления солнечных батарей с использованием датчиков обратной связи. Основными элементами модуля являются:

1. Датчики ориентации: Используются для определения текущего положения солнечной батареи относительно Солнца.

2. ПИД-регулятор: Обеспечивает оптимальное управление углом наклона и азимутом солнечной батареи на основе данных от датчиков.

3. Привод: Механизм, отвечающий за изменение положения солнечной батареи в соответствии с управляющим сигналом от ПИД-регулятора.

Преимущества использования модуля контроля следящей системы:

1. Максимизация выхода электроэнергии: Поддержание оптимального положения солнечных батарей позволяет максимально использовать солнечное излучение.

2. Энергоэффективность: Автоматическая система контроля обеспечивает энергосбережение за счет оптимальной работы солнечных батарей.

3. Долговечность оборудования: Плавное и точное позиционирование солнечных батарей снижает износ и увеличивает срок службы оборудования.

3. Заключение

Модуль контроля следящей системы с использованием датчиков обратной связи в области солнечной энергетики представляет собой эффективное решение для управления солнечными батареями. Это техническое решение способствует оптимизации работы солнечных батарей и увеличению выхода электроэнергии. При дальнейшем развитии и совершенствовании данного модуля можно достичь еще более высокой эффективности солнечных энергетических систем.

Список литературы

1. Захидов Р.А., Зеркальные системы концентрации лучистой энергии — Ташкент: 1986 — 176 с.

2. M.Fuente, J.Nieto, M.Guevara, V.M.Barragan, Sun tracking systems: A review // Solar Energy — 2015. — no.3, vol.122. — p. 668-684.

РАЗРАБОТКА РАДИОМОДУЛЯ НА МИКРОСХЕМЕ SI4463

Насыров А.Д.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

DEVELOPMENT OF A RADIO MODULE BASED ON THE SI4463

Nasyrov A.D.

Supervisor: Radik M. Muratov
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается разработка радиомодуля болуса для передачи информации с датчиков измерительного прибора по радиосвязи на удаленный сервер, актуальность разработки, преимущества среди аналогов, отличия протоколов передачи данных и его применение.

Abstract

The article discusses the development of a bolus radio module for transmitting information from sensors of a measuring device via radio communication to a remote server, the relevance of the development, advantages among analogues, differences in data transmission protocols and its application.

Использование радиомодулей для беспроводной передачи информации давно применяется в сфере связи. Рассматриваемый модуль использует протокол USART – Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter (универсальный синхронный /асинхронный приемник/передатчик) периферийное устройство микроконтроллера, преобразующее входящие и исходящие байты в последовательный поток данных.

Объект разработки — это беспроводной приемопередатчик цифрового сигнала на расстоянии. Его задача - передавать сигнал, не изменяя его, в его первоначальном виде по воздуху от одного устройства к другому. Если на выходной вывод одного радиомодуля подавать единицу, на входящих ногах всех подобных радиомодулей в радиусе приема появится тот же сигнал. Разрабатываемый модуль отличается от аналогов с протоколом

UART техническими характеристиками преимущественно из-за более комплексной микросхемы STM32F030, которая способна работать с более высокой частотой и скоростью обмена информацией благодаря синхронному режиму, что и является основным преимуществом радиомодуля на базе вышеуказанной микросхемы, также USART отличается тем, что сигналы тактирования UART генерируются внутри микроконтроллера и синхронизируются с потоком данных по переходу стартового бита[1][2]. Каких-либо входящих синхросигналов, связанных с данными, здесь нет, поэтому для правильной обработки принимаемых данных приемник должен заранее знать, какой будет скорость передачи. Помимо того, UART прост, и может предложить лишь небольшие вариации базового формата – количество стоповых бит и способ контроля ошибок (по четности или нечетности). При этом USART может, как и UART, работать в асинхронном режиме, что позволяет ему генерировать точно такие же типы последовательных данных. Помимо различий протоколов, микросхема STM32F030 обладает большей RAM(Random Access Memory Запоминающее устройство с произвольным доступом), и Flash memory (разновидность перепрограммируемой памяти)[3]. Для АЦП и перестройки частоты. Радиомодуль Si4463 - это высокопроизводительные беспроводные ISM-приемопередатчики с низким током, работающие в диапазонах ниже ГГц. Широкий диапазон рабочих напряжений 1,8–3,6 В и низкое потребление тока делают Si446x идеальным решением для приложений с батарейным питанием. Si4463 работает как приемопередатчик с дуплексированием с временным разделением (TDD), где устройство попеременно передает и принимает пакеты данных

Подводя итог, можно сказать, что радиомодуль Si4463 на базе микросхемы STM32F030 обладает лучшими характеристиками и может показывать результаты лучше, чем некоторые аналоги с рынка.

Список литературы

1. Mainstream Arm Cortex-M0 Value line MCU with 16 Kbytes of Flash memory, 48 MHz CPU [Электронный ресурс], - 2019. URL: https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f030f4.html#st_description_sec-nav-tab
2. Mainstream Value line 8-bit MCU with 8 Kbytes Flash, 16 MHz CPU, integrated EEPROM [Электронный ресурс], - 2019. URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm8s003f3.html>
3. Трамперт В. AVR-RISC Микроконтроллеры. Архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение. - Киев: МК-Пресс, 2006 - 466 с.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОДЗАТВОРНОГО ДИЭЛЕКТРИКА НА БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ТРАНЗИСТОРА

Гильфанов Б.Р.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EFFECT OF GATE THICKNESSES ON FIELD-EFFECT TRANSIS- TOR PERFORMANCE

Gilfanov B.R.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается влияние толщины затвора транзистора(использование тонких затворов) на его характеристики, а именно влияние на быстродействие элемента

Abstract

The article discusses the influence of the thickness of the transistor gate (the use of thin gates) on its characteristics, namely the effect on the performance of the element

1. Введение

Подзатворный диэлектрик транзистора - это электрод, который контролирует проводимость канала в полупроводниковом устройстве. В MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), например, затвор используется для создания электрического поля, которое управляет током между истоком и стоком [1].

2. Влияние толщины подзатворного диэлектрика на быстродействие транзистора

Различные характеристики транзистора, такие как скорость коммутации, частота переключения и временные задержки, напрямую зависят от

быстродействия транзистора, которое в свою очередь определяется параметрами его затвора, включая толщину оксидной изоляции. Более тонкий слой оксида затвора имеет меньшую емкость и, следовательно, меньшие временные задержки зарядки и разрядки затвора. Это позволяет увеличить скорость переключения транзистора и повысить его быстродействие. Более высокая скорость коммутации обеспечивает более эффективную работу в цифровых схемах, таких как микропроцессоры и оперативные памяти, где высокая производительность и быстрые отклики являются ключевыми требованиями, однако уменьшение толщины затвора может вызвать некоторые нежелательные эффекты, такие как электрические туннельные явления и утечки тока через затвор. Эти факторы могут привести к увеличению потребляемой мощности, снижению надежности и другим проблемам, которые могут нарушать работу устройства [2].

3. Заключение

Таким образом, в оптимизации быстродействия транзистора важно учитывать не только уменьшение толщины затвора, но и балансировку с другими параметрами процесса производства, чтобы достичь оптимального сочетания производительности, потребляемой мощности и надежности.

Список литературы

1. M. Hemalatha, N.B. Balamurugan, M. Suguna *etc. al.* Impact of Variation in Fin Thickness and Self-Heating on the Output Characteristics of Triangular Gate FinFETs // *Silicon*. -2024. DOI: 10.1007/s12633-023-02835-3.
2. M.S. Narula, A. Pandey Gate Engineered Silicon Nanowire FET with Coaxial Inner Gate for Enhanced Performance // *Silicon*. -2023. DOI: 10.1007/s12633-023-02340-7

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА АМОРФНОГО
КРЕМНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОНВЕРСИИ СОЛНЕЧНОЙ
ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО**

Ковальчук В.И.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, канд физ.-мат. наук,
доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF
AMORPHOUS SILICON TO IMPROVE THE CONVERSION OF SO-
LAR ENERGY INTO ELECTRICITY**

Kovalchuk V.I.

Supervisor: Igor D. Mikheev, associate professor

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные стратегии для оптимизации структуры и состава аморфного кремния с целью увеличения конверсии солнечной энергии в электричество. Анализируются результаты экспериментов и научных статей. Подводятся итоги современных достижений в области солнечной энергетики.

Abstract

This article discusses the main strategies for optimizing the structure and composition of amorphous silicon in order to increase the conversion of solar energy into electricity. The results of experiments and scientific articles are analyzed. The results of modern achievements in the field of solar energy are summarized.

Оптимизация структуры и состава аморфного кремния представляет собой фундаментальную задачу в современной солнечной энергетике, направленную на повышение эффективности солнечных элементов. Исследования в этой области позволяют выявить различные стратегии для улучшения конверсии солнечной энергии в электричество.

Один из основных стратегических подходов заключается в модификации химического состава аморфного кремния путем введения дополнительных элементов, таких как германий или фосфор. Это позволяет улучшить электронную подвижность и снизить рекомбинацию носителей заряда, что в конечном итоге приводит к повышению эффективности солнечных элементов.

Другим важным аспектом является работа с наноструктурированными пленками аморфного кремния. Эксперименты, описанные в статье "Nano Letters", показывают, что уменьшение плотности дефектов на границах зерен способствует повышению поглощения света и улучшению электрических характеристик материала.

Помимо этого, исследования направлены на оптимизацию микроструктуры аморфного кремния с использованием различных методов обработки и депозиции пленок. Это включает в себя техники, такие как плазмохимическое осаждение и лазерное воздействие, которые позволяют создавать более эффективные гетероструктуры и улучшать процессы переноса заряда в солнечных элементах.

Кроме того, последние исследования также сосредоточены на разработке новых методов моделирования и анализа для предсказания оптимальных параметров структуры и состава аморфного кремния. Это позволяет более точно определять параметры материалов и процессы, необходимые для достижения максимальной эффективности солнечных элементов.

Таким образом, современные научные исследования в области оптимизации структуры и состава аморфного кремния играют ключевую роль в разработке более эффективных и устойчивых источников солнечной энергии. Эти исследования могут привести к созданию более эффективных солнечных панелей, способных максимально использовать солнечный потенциал для производства электроэнергии.

Список литературы

1. С. Н. Ху, R. B. Pan, Q. L. Guo, X. Wu, G. J. Li, G. S. Huang, Z. H. An, X. L. Li, and Y. F. Mei, "Ultrathin silicon nanomembrane in a tubular geometry for enhanced photodetection," *Adv. Optical Mater.* 7, 1900823 (2019). <https://doi.org/10.1002/adom.201900823>

2. T. Deng, Z. H. Zhang, Y. X. Liu, Y. X. Wang, F. Su, S. S. Li, Y. Zhang, H. Li, H. J. Chen, Z. R. Zhao, Y. Li, and Z. W. Liu, "Three-dimensional graphene field-effect transistors as high-performance photodetectors," *Nano Lett.* 19, 1494–1503 (2019). <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.8b04099>

5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ

УДК 535.8

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА С КЛАССИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ПЕРЕДАЧ

Богданова Е.И.

Научный руководитель: Дашков Михаил Викторович, к.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуни-
каций и информатики», г. Самара)

POTENTIAL PROBLEMS OF COMBINED OPERATION OF QUAN- TUM KEY DISTRIBUTION WITH CLASSICAL TRANSMISSION SYS- TEMS

Bogdanova E.I.

Supervisor: Dashkov M.V., assistant professor
(Povolzhskiy State University of Telecommunications & Informatics)

Аннотация

В данной работе представлены основные проблемы совместной работы квантового распределения ключа с классическими системами передач, которые влияют на качество передачи квантового распределения ключа.

Abstract

This paper presents the main problems of the joint operation of quantum key distribution with classical transmission systems, which affect the quality of transmission of quantum key distribution.

Технология квантового распределения ключей (КРК) – это процесс генерации и распределения ключей для защиты информации с помощью законов квантовой механики. Эта технология позволяет создать безопасные ключи, которые невозможно перехватить или подделать.

Внедрение КРК в оптические транспортные сети сопровождается возникновением различных факторов, которые снижают эффективность КРК (протяженность линии передачи, скорость генерации квантовых ключей, уровень квантовых ошибок), такие как нелинейные эффекты в оптическом

тракте, перекрестные помехи в устройстве мультиплексирования. Рассмотрим основные проблемы, которые необходимо учитывать при совместной работе КРК с классическими системами передач:

1. Оптические усилители. Из-за того, что в процессе оптического усиления происходит искажение квантовых состояний, необходимо включать в оптический тракт дополнительные компоненты для обхода усилителей. Кроме того, оптические усилители любого типа генерирует шум в рабочей полосе длин волн, что негативно будет сказываться на работу КРК.

2. Спонтанное комбинационное рассеяние света – это неупругое рассеяние света, при котором в спектральном составе помимо частоты падающей волны присутствуют линии, отличающиеся от нее на величину, равную, или кратную частоте внутримолекулярных колебаний. В результате проявления данного эффекта в оптическом волокне на длине волны квантового канала могут генерироваться шумовые фотоны.

3. Нелинейный эффект фазовой кросс-модуляция (ФКМ) возникает при распространении в оптическом волокне двух или более оптических сигналов и проявляется в виде нелинейного набега фазы для каждого канала, пропорционального суммарной мощности влияющих каналов.

4. Четырехволновое смешение. Эффект четырехволнового смешения является параметрическим процессом, который проявляется при взаимодействии двух и более длин волн в материале и приводит к генерации новых гармоник. Данный эффект при определенных условиях также может привести к появлению шумовых фотонов в квантовом канале.

Для совместной работы КРК с классическими системами передач, необходимо определить методы снижения комбинационного рассеяния света за счет выбора оптимальной длины оптического волокна в системе передач. Влияние четырехволнового смешения можно уменьшить за счет увеличения хроматической дисперсии, увеличения интервала между каналами. Влияние фазовой кросс-модуляции можно уменьшить с помощью управления дисперсией.

Список литературы

1. Nielsen Michael A. Chuang Isaac L. Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition. — 10th edition. — New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2011. — 704 pp.

2. Lo Hoi-Kwong, Chau H. F. Unconditional Security of Quantum Key Distribution Over Arbitrarily Long Distances // Science. - 1999. - Vol. 283, no. 5410. – Pp.2050-2056.

УДК 681.586.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ НА Si₃N₄

Болдышева В. К.

Научный руководитель: Арсланов Наркис Мусавирович, к.ф.-м.н., доцент.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTIMIZATION OF INTEGRATED Si₃N₄ OPTICAL BEAM SPLIT- TER

Boldysheva V. K.

Supervisor: Arslanov N. M. Assoc. Prof.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе исследуется двумерная модель интегрального оптического делителя на платформе нитрида кремния Si₃N₄ в программной среде COMSOL Multiphysics. Проводится оптимизация геометрии с целью увеличения коэффициента пропускания излучения различными оптимизационными алгоритмами.

Abstract

In this paper, a two-dimensional model of an integrated optical splitter on the Si₃N₄ silicon nitride platform is studied in the COMSOL Multiphysics software environment. The geometry optimization is carried out in order to increase the transmission coefficient of light by different optimization algorithms.

Фотонные интегральные схемы (ФИС), в которых основным носителем информации является свет, имеют такие преимущества как низкие потери, широкая полоса пропускания и низкое энергопотребление. Оптический делитель является одним из основных базовых элементов ФИС и их составляющих: модуляторов, фильтров [1], мультиплексоров и т.д. Современные работы включают в себя исследование делителей из самых разных структур: на основе фотонно-кристаллических структур [2], многомодовых интерферометров [3], пары сонаправленных волноводов и др.

Потери оптического делителя в ФИС являются одним из важных параметров и зависят от таких факторов как материал делителя, длина волны излучения и геометрия устройства. Одним из ключевых значений длин волн излучения является телекоммуникационная длина волны $\lambda=1550$ нм. Среди веществ с малым поглощением для ФИС перспективным является материал Si₃N₄. Последние работы с данными параметрами позволили достичь величины вносимых потерь в 0,07 дБ [4] на большом расстоянии в 13 мкм при многомодовом адиабатическом режиме. В нашей работе мы использовали одномодовый режим делителя и искали оптимальную форму оптического Y-делителя при минимальных значениях потерь излучения вследствие рассеяния. Для оптимизации использовался внутренний алгоритм оптимизации COMSOL Multiphysics. Модель оптического делителя длиной 6-7 мкм разделялась на 40 сегментов, каждый из которых имел длину равную 0,1665 мкм. Вертикальная координата каждого из них при этом изменяется в определенном диапазоне таким образом, чтобы коэффициент пропускания излучения был максимальным. Ширина входного волновода и выходных волноводов составляет 0,6 мкм. При этом для упрощения модели не учитывалась подложка делителя.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Gorgulu, Kazim, and Emir Salih Magden. "Ultra-broadband integrated optical filters based on adiabatic optimization of coupled waveguides." *Journal of Lightwave Technology* (2023).
2. Yu, Xiongbin, et al. "Efficient mode converter to deep-subwavelength region with photonic-crystal waveguide platform for terahertz applications." *Optics express* 27.20 (2019): 28707-28721.
3. Poulton, Christopher V., et al. "Large-scale silicon nitride nanophotonic phased arrays at infrared and visible wavelengths." *Optics letters* 42.1 (2017): 21-24.
4. Q Wilmart, S Guerber, J Faugier-Tovar, Yasmine Ibrahimi, Camille Petit-Etienne, et al.. A device library for the ultra-low loss Si₃N₄ platform. *SPIE Proceedings Photonics West, 2022, Proceedings of SPIE, 12006 (12006D), ff10.1117/12.2606853.*

ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Сенюшин А.А.², Вишнякова И.В.¹, Малашин Ф.Ф.¹, Семёнов В.Е.¹
(¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань,
²ГАПОУ МЦК-КТИТС, Казань)

PATENTING IN THE FIELD OF FIBER OPTIC TRANSMISSION SYSTEMS

Vishnyakova I.V.², Senyushin A.A.¹, Malashin F.F.¹, Semenov V.E.¹
(¹Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan,
²MCK-KTITS, Kazan)

Аннотация

Приведены результаты патентных исследований в части систематизации охранной документации в области волоконно-оптических систем передачи, распределение патентов по странам патентообладателей и динамики патентования изобретений в период с 2015 по 2024 гг. Определены фирмы, компании, организации и научные школы, в которых ведутся активные исследования в волоконно-оптических системах передачи.

Abstract

The author presents in the systematization of the security documentation in the field of fiber optic transmission systems, the distribution of patents by country of patent holders and the dynamics of patenting inventions in the period from 2015 to 2024. The author identifies firms, the companies, the organizations and schools of thought in which active researches in the field of fiber optic transmission systems.

Волоконно-оптические системы передачи - это технология передачи данных, при которой информация передается в виде световых сигналов по волоконно-оптическим кабелям. В таких системах используются стеклянные или пластиковые волокна для передачи световых сигналов, что обеспечивает высокую скорость передачи данных, низкую задержку и защиту

от электромагнитных помех. Волоконно-оптические системы широко применяются в телекоммуникационных сетях, интернет-соединениях, медицинском оборудовании, промышленности и других областях. Проанализируем состояние патентно-лицензионной ситуации в этой области.

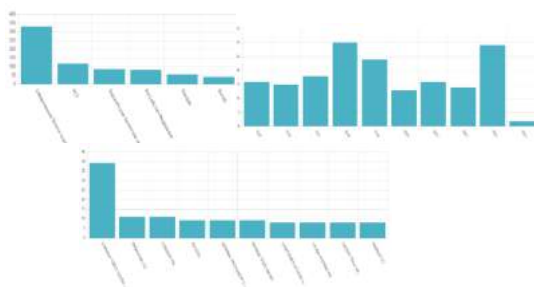


Рис. 1. Динамика патентования по странам, по годам и по заявителям согласно ВОИС

Согласно данным ВОИС, лидером патентования является США (рис.1.), в котором оформили 330 патентов. Следом на второй позиции идут патенты (116), оформленные по процедуре РСТ. У России четвертое место с количеством 80 патентов.

Наиболее интенсивная изобретательская деятельность приходится на последние годы. Как видно из графика (рис.1.), интерес к теме «Волоконно-оптические системы передачи» находится на высоком уровне. Всплеск изобретательской активности пришелся на 2023 (29 пат.) и 2018 (30 пат.) г.г. Далее в период с 2015 по 2022 года в среднем подавалось по 15 патентных документов. Таким образом, можно сделать вывод, что интерес разработчиков к этой теме не ослабевает.

Среди заявителей самым крупным по объему патентного портфеля по данным ВОИС является компания Corning cable systems (39 пат.). Компания патентует разработки в области волоконно-оптических кабелей, терминалов, устройств сетевого интерфейса, волоконно-оптические соединители для телекоммуникационных сетей. На втором месте по активности идут Broadcom CO и Corning INC (11 пат). Таким образом, патентные исследования позволяют отслеживать и изучать новейшие разработки в любой области техники.

ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ

Сенюшин А.А.¹, Серегин В.Д.² Вишнякова И.В.²

*(²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, ¹ГАПОУ МЦК-КТИТС, Казань)*

PATENTING IN THE FIELD OF QUANTUM CRYPTOGRAPHY

Vishnyakova I.V.¹, Senyushin A.A.², Semenov V.E.²

*(²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan, ¹MCK-KTITS, Kazan)*

Аннотация

Приведены результаты патентных исследований в части систематизации охранной документации в области квантовой криптографии, распределение патентов по странам патентообладателей и динамики патентования изобретений в период с 2015 по 2024 гг.. Определены фирмы, компании, организации и научные школы, в которых ведутся активные исследования в области квантовой криптографии.

Abstract

The author presents in the systematization of the security documentation in the field of quantum cryptography, the distribution of patents by country of patent holders and the dynamics of patenting inventions in the period from 2015 to 2024. The author identifies firms, the companies, the organizations and schools of thought in which active researches in the field of quantum cryptography.

Квантовая криптография – это современная область криптографии, которая использует принципы квантовой механики для обеспечения безопасного обмена информацией. В отличие от классической криптографии, которая основана на сложных математических алгоритмах, квантовая криптография использует свойства квантовых частиц, таких как фотоны, для защиты информации.

Для того, чтобы представить современный уровень технологий, необходимо проводить патентные исследования. Проанализируем состояние патентно-лицензионной ситуации в области квантовой криптографии.

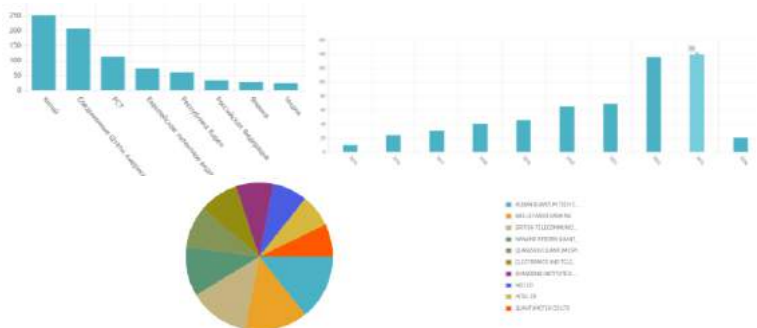


Рис. 1. Динамика патентования по странам, по годам и заявителям согласно ВОИС

Согласно данным ВОИС, лидером патентования является Китай (рис.1.), в котором оформили 252 патента, далее США (207 патентов). Следом на третьей позиции идут патенты (113), оформленные по процедуре РСТ. У России шестое место с количеством 33 патента.

Наиболее интенсивная изобретательская деятельность приходится на последние годы. Как видно из графика (рис.1.), интерес к теме «Квантовая криптография» находится на высоком уровне. Всплеск изобретательской активности пришелся на 2023 год, когда было оформлено 140 патентов. 2022 -136 патентов. Так, например, если за пять лет в период 2014 - 2019 зарегистрировано 152 патента, а с 2020— 2024 годы за последние 5 лет и 3 месяца зарегистрировано 432 патента, то есть патентная активность возрастает.

Среди заявителей самым крупным по объему патентного портфеля по данным ВОИС является ООО Рубан квантум тех КО (28 патентов), Уэллс Фарго Банк (27 патентов), Британская телекоммуникационная компания (26 патентов). Ruban Quantum Technology, согласно материалам сайта компании, имеет в общей сложности 326 патентов по всему миру. Из этих 326 патентов более 96% являются действующими.

Таким образом, патентные исследования показали, что тема «Квантовая криптография» развивается и интерес разработчиков к этой теме растет.

**ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ
ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТА LONGESTRUN**

Гарафутдинов А.А.¹, Сибгатуллин М.Э.^{1,2}, Арсланов Н.М.¹

*(¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*

²Академия наук Республики Татарстан, Казань)

**THE USE OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS TO DETECT
STRUCTURAL ANOMALIES IN DATA USING THE LONGESTRUN
TEST**

Garafutdinov A.A.¹, Sibgatullin M.E.^{1,2}, Arslanov N.M.¹

*(¹Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*

²Tatarstan Academy of Sciences, Kazan)

Аннотация

Исследование рассматривает использование сверточных нейронных сетей для анализа случайности данных с помощью теста LongestRun. Модель показала стабильную точность классификации при различном количестве эпох обучения, превышающую 50% для всех обучающих и тестовых выборок. Наилучшие результаты получены на смешанной выборке. Планируются дальнейшие исследования для улучшения понимания применимости данного метода.

Abstract

The study examines the use of convolutional neural networks to analyze the randomness of data using the LongestRun test. The model showed stable classification accuracy for a different number of training epochs, exceeding 50% for all training and test samples. The best results were obtained on a mixed sample. Further research is planned to improve the understanding of the applicability of this method.

1. Введение

В работе применена нейронная сеть на основе сверточных нейрон-

ных сетей (CNN) для анализа тестирования данных. CNN эффективно привлекают признаки изображений и подходят для анализа структурных особенностей данных, так как способны выделять признаки из локальных областей последовательностей [1]. Алгоритм теста LongestRun в Python использовался для создания обучающей и тестовой выборок. Обучающая выборка №1 состояла из случайных последовательностей, обучающая выборка №2 - из неслучайных, а обучающая выборка №3 - из случайных и неслучайных последовательностей в равных долях.

2. Результаты модельных экспериментов

Исследовалась модель нейронной сети с одним сверточным и двумя полносвязными слоями. При различном количестве эпох обучения наблюдалась изменчивость в точности классификации, при этом при 10, 25 и 50 эпохах точность оставалась стабильной. Эффективность классификации оставалась высокой, не падая ниже 50% при всех комбинациях обучающих и тестовых выборок.

3. Заключение

Применение сверточных нейронных сетей для определения случайности данных с использованием теста LongestRun показало хорошие результаты. Лучшие результаты достигнуты на смешанной выборке. Планируются дальнейшие исследования с другими гиперпараметрами, обучающими выборками и оптимизаторами.

Исследование проводилось при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. 121020400113-1.

Список литературы

1. Cholet Francois Deep learning in Python // ISBN 978-5-4461-0770-4. — St. Petersburg: Peter, 2018 — 400 p.

**МОДИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ
НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ
ПОЛИМЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ**

Ермишев О.А., Смирнов М.А., Арсланов Н.М.

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*

**MODIFICATION OF DISPERSION PARAMETERS OF NONLINEAR
OPTICAL MATERIALS USING POLYMER OPTICAL WAVEGUIDES**

Ermishev O.A., Smirnov M.A., Arslanov N.M.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*

Аннотация

Для улучшения дисперсионных свойств нелинейных структур в фотонных интегральных схемах (ФИС) нами предлагается дополнительные покрытия полимерами с промежуточными показателями преломления. В работе мы продемонстрировали управление дисперсионными свойствами на примере нанесения полимерного микроволнового покрытия на подложку из ниобата лития с помощью литографа КАИ-Квант.

Abstract

To improve dispersion properties of nonlinear structures in photonic integrated circuits (PICs), we propose additional coatings with polymers with intermediate refractive indices. In this work, we demonstrated the control of dispersion properties on the example of polymer microwave coating on a lithium niobate substrate using a KAI-Quantum lithograph.

1. Введение

Нановолноводы активно применяются в качестве генераторов двух-фотонных квантовых состояний света [1,2]. Тем не менее, одной из серьезных проблем остается сложность управления дисперсионными характеристиками интегральных источников фотонов. Второй проблемой является то, что некоторые новые материалы трудно использовать в ФИС, так как отсутствуют технологии их создания. В качестве решения проблем предла-

гается создавать на поверхности ФИС дополнительную нагрузку в виде полимерных микроволноводов.

2. Нагруженные волноводы

На Рис.1 представлен нагруженный полимерный волновод на пленке оптически плотного материала. Для демонстрации мы использовали пленку из ниобата лития. Мода поля в такой структуре создается за счет использования полимерного волновода (Рис.1а), а удержание ее внутри пленки нелинейного материала позволяет запустить процесс двухфотонной генерации. Оптимальные размеры для максимальной локализации поля с используемым полимером $H_WG \approx 5$ мкм, $W_WG \approx 4$ мкм. Используя полученные расчеты, на литографе КАИ-Квант мы экспериментально изготовили такие волноводы (Рис.1б).

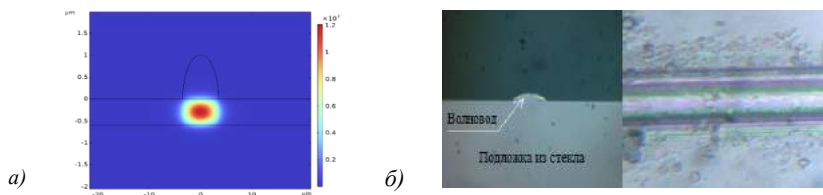


Рис.1 а – распределение интенсивности основной моды поля на длине волны 775 нм и параметрах полимерного волновода: $H_WG = 1$ мкм, $W_WG = 7$ мкм, $n_{\text{пол}} \approx 1.6$, б – торец и вид сверху полимерного волновода, изготовленного на литографе КАИ-Квант

3. Заключение

Представленный в работе метод создания ФИС в виде нагруженных полимерных волноводов дают следующие преимущества: 1) возможность адаптировать новые материалы, для которых нет качественных технологий изготовления, 2) возможность модифицировать дисперсионные характеристики полимерных волноводов с изменением их геометрической формы и примесями на платформе одного и того же материала подложки.

Исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Zhu D.I. et al. Integrated photonics on thin-film lithium niobate. P. 1–87.
2. Ermishev O.A., Smirnov M.A., Arslanov N.M. Peculiarities of Generation of Broadband Two-Photon States in Lithium Niobate Nanowaveguide. 2023. Vol. 52, № 2. P. 327–331.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДЕТЕКТОР ОДИНОЧНЫХ ФОТОНОВ НА ОСНОВЕ ЛАВИННОГО ФОТОДИОДА

Замалиев Р.Р.

Научный руководитель: Арсланов Наркис Мусавирович, к.ф.-м.н., доцент.
(кафедра ЭКСПИ, Казанский квантовый центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г.
Казань)

LOW TEMPERATURE SINGLE PHOTON AVALANCHE PHOTODI- ODE DETECTOR

Zamaliyev R.R

Supervisor: Narkis M. Arslanov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматриваются схемы низкотемпературного детектора одиночных фотонов на основе лавинного фотодиода с активной системой подавления лавины и охлаждением. Предложена схема детектора, которая может обладать более резким фронтом лавины. Приведено описание схемы.

Abstract

Schemes of a low-temperature single photon detector based on an avalanche photodiode with an active avalanche suppression system and a Peltier element as a cooling element are considered. A detector design has been proposed that may have a sharper avalanche front. A description of the circuit is given.

1. Введение

Детектор одиночных фотонов (ДОФ) – является ключевым элементом квантовых устройств и находит важное практическое применение в квантовых коммуникациях, квантовых генераторах случайных чисел, фотонных интегральных схемах. ДОФ обладают высокой чувствительностью к свету – вплоть до отдельных фотонов. При создании ДОФ используются лавинные фотодиоды, которые обладают высокой чувствительностью к свету благодаря реализации лавинного пробоя. В подобных высокочувствительных приборах важную роль играет защита от помех, в том числе и тепловых, что реализуется охлаждающими приборами. В качестве такого прибора предлагается использовать элемент Пельтье.

Кроме охлаждения прибора используют различные схемы подавления лавины фотодиода [1,2,3] с отрицательной обратной связью. При этом в зависимости от фронта лавины зависит скорость работы ДОФ. В данной работе мы предложили использовать новую схему ДОФ, которая может привести к более резкому фронту лавины.

2. Схема детектора

В предлагаемой схеме на лавинный фотодиод подаётся обратное напряжение смещения V_b . Когда на фотодиод попадает слабый малофотонный оптический импульс, то происходит лавинный пробой, а возникающий сигнал усиливается усилителем АМР1. Усиленный сигнал попадает на неинвертирующий вход компаратора СОМР, инвертирующий вход компаратора подключен к общему контакту схемы. Выходной импульс компаратора усиливается усилителем АМР2. Выходной сигнал с усилителя АМР2 играет роль напряжения, противодействующего U_b , вплоть до прямого смещения. Таким образом, реализуется схема активного гашения лавины с ООС.

3. Заключение

Были рассмотрены общие сведения о ДОФ и лавинных фотодиодах. А также представлена и описана схема построения ДОФ с охлаждающим элементом Пельтье. Из-за малого количества элементов, ДОФ построенные по такой схеме могут иметь сравнительно небольшие размеры, что позволит использовать их в компактном телекоммуникационном оборудовании. Предложенная схема будет анализироваться с целью оптимизации и управления фронтами лавины.

Исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Korzh B., Walenta N., Lunghi T., Gisin N., Zbinden H. // Appl. Phys. Lett. 104, 081108, 2014.
2. Ribordy G., Gautier J.D., Gisin N., Gautier O., Zbinden H. //Electron. Lett. V. 34. P. 2116–2117, 1998.
3. Cova S., Ghioni M., Lacaita A., Samori C., Zappa F. / APPLIED OPTICS, Vol. 35, 20 1996

РАЗВИТИЕ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ И КОММУНИКАЦИЙ

Ишмиев Н.И.

Научный руководитель: Вишнякова Ирина Вячеславовна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

QUANTUM OPTICS AND COMMUNICATIONS

Ishmiev N.I.

Supervisor: Irina V. Viacheslavovna, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается современное состояние и перспективы развития квантовой оптики и коммуникаций. Обсуждаются основные принципы квантовой оптики и ее применение в сфере коммуникаций, а также актуальные вызовы и возможные направления исследований в этой области.

Abstract

This scientific article discusses the current state and prospects of development in quantum optics and communications. It explores the fundamental principles of quantum optics and its applications in the field of communications, as well as the current challenges and potential research directions in this area.

Квантовая оптика и коммуникации представляют собой важную область современной науки и технологий, которая активно развивается в последние десятилетия. Квантовая оптика исследует свойства света на уровне отдельных квантов, или фотонов. Основанная на принципах квантовой механики, квантовая оптика отличается от классической оптики тем, что описывает свет как поток фотонов, каждый из которых обладает определенной энергией, импульсом и поляризацией. Ключевыми концепциями квантовой оптики являются интерференция, поляризация, когерентность и квантовая недетерминизм.

Одним из важнейших применений квантовой оптики являются квантовые коммуникации. Квантовые коммуникации представляют собой новую и обещающую технологию передачи информации, основанную на использовании квантовых свойств частиц, в частности, фотонов. В отличие

от классических систем связи, которые могут подвергаться взлому и перехвату, квантовые коммуникации обеспечивают абсолютную безопасность передачи информации благодаря принципам квантовой механики.

Одним из основных достижений в области квантовых коммуникаций является квантовое распределение ключей (Quantum Key Distribution - QKD). Этот метод позволяет двум абонентам создать общий секретный ключ, используя принципы квантовой недетерминизма. Суть метода заключается в том, что перехватчик не может измерить состояние квантовой системы без ее разрушения, что позволяет обнаружить любые попытки перехвата информации.

Кроме того, квантовые коммуникации находят применение в разработке квантовых сетей связи. Квантовые сети обладают уникальными свойствами, такими как абсолютная безопасность передачи данных и возможность передачи информации на большие расстояния без потери качества сигнала. Эти свойства делают квантовые сети особенно привлекательными для использования в критических системах связи, таких как системы банковской и корпоративной безопасности.

Однако, несмотря на значительные достижения, существуют вызовы, стоящие перед развитием квантовых коммуникаций. Одним из них является ограниченная дальность передачи информации в квантовых сетях из-за физических ограничений на передачу квантовых состояний через оптические среды. Кроме того, разработка надежных квантовых систем связи требует решения технических проблем, связанных с созданием стабильных и высокоэффективных квантовых устройств.

Дальнейшие исследования в области квантовой оптики и коммуникаций направлены на решение этих проблем и дальнейшее улучшение эффективности и безопасности квантовых систем. Развитие новых методов и технологий в этой области имеет потенциал для революционизации современных систем передачи информации и обеспечения безопасности в цифровой эпохе.

Квантовая оптика и коммуникации имеют огромный потенциал для преобразования современных систем связи и информационной безопасности. На протяжении последних десятилетий были достигнуты значительные успехи в разработке квантовых систем связи, включая квантовое распределение ключей и создание квантовых сетей связи.

КВАНТОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ

Лотфоллахи Т.Л.

Научный руководитель: Арсланов Наркис Мусавирович, к.ф.-м.н., доцент.
(кафедра ЭКСПИ, Казанский квантовый центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
г. Казань)

QUANTUM OPTICAL FEEDBACK WITH DETECTION

Lotfollakhi T.L.

Supervisor: Narkis M. Arslanov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Проведен анализ квантовой оптической обратной связи, рассмотрено теоретическое описание этого метода, а также рассматриваются варианты реализации.

Abstract

The analysis of quantum optical feedback is carried out, the theoretical description of this method is considered, and implementation options are also considered.

1. Введение

В электронике обратная связь используется для предотвращения возникновения неустойчивости, вызванной шумом. Также подобный метод применяется в оптических приборах, например, для стабилизации работы лазера [1]. Метод обратной связи нашел применение и в квантовых системах. В данной работе проводится анализ развития использования метода квантовой оптической обратной связи.

2. Теоретическое обоснование метода

Нами рассмотрены работы по методу квантовой обратной связи, описано последовательное развитие метода и его применение в области квантовых технологий, дается теоретическое обоснование возможности использования этого метода, а также приводятся основные формулы.

3. Реализация метода

На основе проанализированных работ выполнено последовательное описание физической реализации этого метода в квантовых оптических системах. Примеры подобных схем представлены на Рис.1. Мы приводим краткое описание схем, а также делается их сравнительная характеристика.

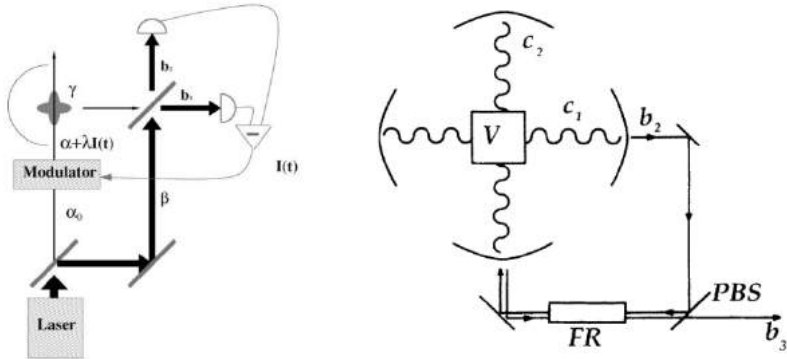


Рис. 1. Примеры схем, в которых реализуется метод обратной связи

4. Заключение

В результате выполненной работы были проанализированы статьи по интересующей теме, проведены сравнительные характеристики схем, а также рассмотрено развитие использования данного метода в квантовых технологиях. Полученные результаты мы планируем использовать в системах квантового детектирования отдельных фотонов, квантовых коммуникациях и проектировании интегральных систем квантовых устройств.

Исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Wiseman H. M., Milburn G. J. Quantum theory of optical feedback via homodyne detection //Physical Review Letters. – 1993. – Т. 70. – №. 5. – С. 548.
2. Wang J., Wiseman H. M. Feedback-stabilization of an arbitrary pure state of a two-level atom //Physical Review A. – 2001. – Т. 64. – №. 6. – С. 063810.
3. Wiseman H. M., Milburn G. J. All-optical versus electro-optical quantum-limited feedback //Physical Review A. – 1994. – Т. 49. – №. 5. – С. 4110.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ВЫРАВНИВАНИЯ МАСШТАБОВ
НЕПРЕРЫВНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНОЙ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕСТА NIST LONGEST RUN**

Мавков Д.А.¹, Сибгатуллин М.Э.^{1,2}, Гилязов Л.Р.¹, Арсланов Н.М.¹
(¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань
²Академия наук Республики Татарстан, Казань)

**EVALUATION OF THE EFFECT OF THE METHOD OF SCALING
EQUALIZATION OF THE CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM
OF A RANDOM SEQUENCE ON THE NIST LONGEST RUN TEST
PERFORMANCE**

Mavkov D.A.¹, Sibgatullin M.E.^{1,2}, Gilyazov L.R.¹, Arslanov N.M.¹
(¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan
²Tatarstan Academy of Sciences, Kazan)

Аннотация

Рассмотрено влияние способа выравнивания энергий масштабов непрерывного вейвлет-анализа случайного шума, сгенерированного оптическим генератором случайных чисел на основе InGaAs p-i-n фотодиода в гомодинной схеме, на увеличение эффективности прохождения теста Longest Run из набора статистических тестов NIST.

Abstract

The influence of the method of equalizing the energies of the scales of continuous wavelet analysis of random noise generated by an optical random number generator based on an InGaAs p-i-n photodiode in a homodyne scheme on increasing the efficiency of passing the Longest Run test from the NIST statistical test suite is considered.

1. Введение

Генераторы случайных чисел играют ключевую роль в науке и информационных технологиях. Они применяются для моделирования процессов, финансовых моделей, программирования и криптографии. Главной

задачей метода обработки случайного шума, генерируемого аппаратными генераторами, является повышение степени случайности последовательности [1].

2. Выравнивание энергий посредством применения непрерывного вейвлет-анализа.

Выравнивание значений энергий масштабов вейвлет коэффициентов позволяет увеличить степень случайности генерируемого шума. При этом возможно два способа выравнивания - определяется минимальное значение энергии среди выравниваемых масштабов и производится изменение вейвлет-коэффициентов для приравнивания энергий всех масштабов минимальному значению, либо определяется среднее значение энергии среди выбранных масштабов и все масштабы изменяются для приравнивания их энергий среднему значению.

Были проведены расчеты для длин последовательностей 300, 500, 700 и 1000 элементов. Для окна 300 процент успешного прохождения составил 84%, 92%, 97%; для 500 - 57%, 78%, 96%; для 700 - 28%, 61%, 93%; для 1000 - 9%, 36%, 87% для исходной последовательности, выравнивания относительно минимума и выравнивания относительно среднего соответственно.

3. Заключение

Применение непрерывного вейвлет-анализа увеличило эффективность прохождения теста Longest Run при всех рассматриваемых длинах последовательностей. При этом, процент успешно прошедших тест последовательностей при выравнивании относительно среднего превосходит процент при выравнивании относительно минимума. Особенно это проявляется при больших длинах последовательностей. Таким образом, для увеличения степени случайности генерируемого шума необходимо применять процедуру выравнивания энергий вейвлет-коэффициентов относительно среднего значения.

Исследование проводилось при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. 121020400113-1.

Список литературы

1. Optimization of the random number generator based on InGaAs pi-n photodiode in a homodyne scheme using discrete wavelet analysis M. E. Sibgatullin, L. R. Gilyazov, D. A. Mavkov, N. M. Arslanov; Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2023, Vol. 87, No. 12, pp. 1869–1874. © Pleiades Publishing, Ltd., 2023.

**ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ФОТОННЫХ КУБИТОВ,
ЗАКОДИРОВАННЫХ НА ПОДНЕСУЩИХ ЧАСТОТАХ В
НЕОРТОГОНАЛЬНЫХ БАЗИСАХ**

Мельник К.С., Гилязов Л.Р., Моисеев Е.С., Моисеев С.А.

(Казанский квантовый центр, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DETECTION OF PHOTON QUBITS ENCODED ON SUBCARRIER
WAVE IN NON-ORTHOGONAL BASES**

Melnik K.S., Gilyazov L.R., Moiseev E.S., Moiseev S.A.

(Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается детектирование фотонных кубитов, закодированных на фазах поднесущих частот $\varphi = 0, \pi/2, \pi/4, 3\pi/4$. Предложен способ реализации детектирования таких состояний для систем квантового распределения ключа на боковых частотах (КРК-БЧ), при использовании кодирования в двух неортогональных между собой базисах.

Abstract

The article discusses the detection of photon qubits with phase encoding on subcarrier wave $\varphi = 0, \pi/2, \pi/4, 3\pi/4$. A method of realizing the detection of such states for the systems of quantum key distribution on subcarrier waves (SCW-QKD) is proposed, when using coding in two bases that are not orthogonal to each other.

1. Введение

Одной из задач усовершенствования протоколов оптических квантовых коммуникации является разработка способов детектирования различных квантовых состояний. В базовых протоколах КРК-БЧ используют дискретные состояния из двух ортогональных между собой базисов: ($\varphi = 0; \pi$ и $\pi/2; 3\pi/2$), аналогично подходу протоколу ВВ-84 [1]. Использование большего числа возможных состояний позволит расширить возможности системы КРК-БЧ. В данной работе мы предлагаем использовать состояния фотонных кубитов, закодированных в новом наборе фаз. Его главное отличие

от ранее изученного нами в работах [2,3] заключается в использовании двух неортогональных между собой базисов с фазами $\varphi = 0$; $\pi/2$ в одном и $\varphi = \pi/4$; $3\pi/4$ в другом базисе [4]. Способ детектирования этих состояний реализуется, используя последовательность линейных операций над подготовленным когерентным многомодовым излучением, содержащим ослабленную сигнальную моду, закодированную одной из предлагаемых случайно выбранных фаз. При этом вначале происходит отделение центральной моды от сигнальных поднесущих частот. Затем излучение в центральной моде случайным образом кодируется в одном из неортогональных базисов со случайной фазой, генерируя опорный фотонный кубит на поднесущих частотах. Далее сигнальная и опорная моды излучения смешиваются на волоконном светоделителе, на выходах которого срабатывает один из однофотонных детекторов благодаря конструктивной и деструктивной интерференции полей в выходных плечах светоделителя, давая при совпадении базисов однозначную информацию о фазе сигнальной волны.

3. Заключение

В работе представлены результаты теоретических расчетов, показывающих возможность реализации данного подхода в системах (КРК-БЧ), при использовании кодирования в неортогональных базисах.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Bennett C. H., Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing //Theoretical computer science. – 2014. – Т. 560. – С. 7-11.
2. Melnik, K. S., and E. S. Moiseev. "Photonic interface between subcarrier wave and dual-rail encodings." *Physical Review A* 107.5 (2023): 052607.
3. Моисеев С.А., Мельник К.С., Моисеев Е.С. / «Способ детектирования фаз малофотонных когерентных световых полей на боковых частотах в системе квантового распределения ключа», Роспатент № 2812341, от 30.01.2024.
4. Моисеев С.А., Мельник К.С., Моисеев Е.С., Гилязов Л.Р. / «Способ детектирования фотонных кубитов закодированных на фазах поднесущих частот: $\varphi=0,\pi/2,\pi/4,3\pi/4$.», Роспатент № 2816542, от 01.04.2024.

УДК 53.07

ОБРАБОТКА ЧИПА С ВОЛНОВОДАМИ АЛМАЗНОЙ ПАСТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ

Павлов А.В., Герасимов К.И.

(Казанский квантовый центр, КНИТУ-КАИ, г. Казань)

DIAMOND PASTE TREATING A CHIP WITH WAVEGUIDES TO IMPROVE OPTICAL MATCHING

Pavlov A.V., Gerasimov K.I.

(Kazan quantum center, KNRTU-KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведен один из методов полировки торца чипа с волноводами из Si_3N_4 используя алмазную пасту, а также проанализировано изменение ввода/вывода лазерного излучения в волноводы.

Abstract

The article presents one of the methods for diamond paste polishing the end of a chip with waveguides made of Si_3N_4 and also analyzes the change in the coupling of radiation into the waveguides.

1. Введение

В настоящее время нитрид кремния в интегральной фотонике является одним из главных материалов при производстве волноводно-резонаторных структур [1]. Для уменьшения потерь, связанных с шероховатостью торцов чипа при заведении излучения в волноводы предложен метод полировки алмазной пастой.

2. Полировка торца чипа и ввод/вывод излучения в волноводы

Для того чтобы отполировать торец чипа было смоделировано и напечатано PLA пластиком на 3D принтере устройство для правильной постановки и удержания чипа. Чип представляет собой пластину из Si с подложкой из SiO_2 на которой расположены волноводы из Si_3N_4 . Толщина чипа не превышает 500 мкм, высота волноводов - 220 нм. Для полировки торца чипа использовалась алмазная паста зернистостью от 20 до 1 мкм, также для достижения максимального результата в конце применялись по-

лировальные листы Thorlabs LFCF зернистостью 0.02 мкм. На рис 1 показано изображение устройства для полирования, изображения до и после полировки торца чипа, полученные с использованием микроскопа LOMO.

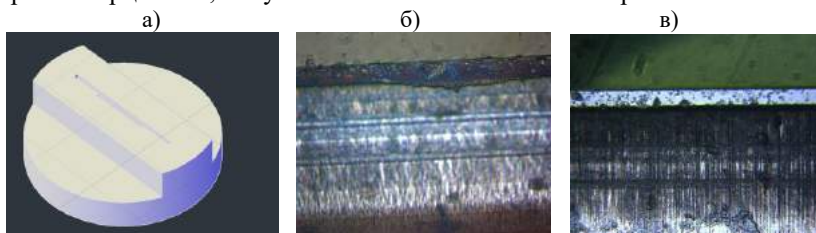


Рис.1 а) Схематическое изображение устройства для полировки торца чипа б) изображение торца чипа до полировки в) изображение торца чипа после полировки.

Для более детального наблюдения с помощью микроскопа были получены фотографии волноводов на границе с торцом чипа.

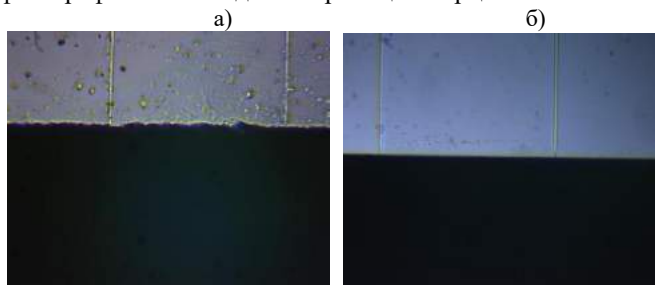


Рис.2 а) вид сверху на край чипа до полировки б) вид сверху на край чипа после полировки.

Как видно из рис 2, имеются значительные изменения - торец чипа более ровный. Для максимально эффективного ввода и вывода лазерного излучения 1550 нм в волноводно-резонаторные структуры использовались линзованные волокна AMS Technologies TPMJ-3A-1550.

3. Заключение

В результате полировки торца чипа алмазной пастой ввод/вывод излучения в волноводы на чипе улучшился на 10 %.

Данная работа была поддержана Минобрнауки России (Регистр. №. НИОКТР 121020400113-1).

Список литературы

1. Wei Luo et.al. / Recent progress in quantum photonic chips for quantum communication and internet // Light Sci Appl 12, 175 (2023)

ИСТОЧНИК ФОТОННЫХ ПАР НА ОСНОВЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА С НЕПРЕРЫВНОЙ НАКАЧКОЙ

Хайруллин А.Ф., Смирнов М.А., Смирнова А.М.

(Казанский квантовый центр, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INFLUENCE PHOTON PAIR SOURCE BASED ON PHOTONIC CRYSTAL FIBER WITH CONTINUOUS PUMPING

Khairullin A.F., Smirnov M.A., Smirnova A.M.

(Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается режим работы источника фотонных пар на основе фотонно-кристаллического волокна при возбуждении непрерывным излучением от диодного лазера. Получены статистические характеристики генерируемых фотонных пар.

Abstract

The report discusses the operating mode of a photon pair source based on a photonic crystal fiber excited by continuous pumping from a diode laser. The statistical characteristics of the generated photon pairs are obtained.

1. Введение

В настоящее время источники фотонных пар являются основой для развития новых направлений в квантовых технологиях, в частности, в квантовых коммуникациях и квантовой криптографии. В качестве источника бифотонов можно использовать фотонно-кристаллические волокна, в которых в результате четырехволнового смешения генерируются бифотоны, в том числе на длинах волн, являющихся стандартом для телекоммуникаций [1].

2. Основная часть

Четырехволновое смешение представляет собой параметрический процесс, основанный на нелинейности третьего порядка $\chi^{(3)}$ сердцевины волокна, в результате которого два фотона накачки преобразуются в два

фотона на других длинах волн. Как правило, полученные фотоны называются сигнальным и холостым. Для возникновения эффекта необходимо соблюдение условия частотного и фазового синхронизма, которое записывается в следующем виде [2]:

$$\begin{aligned}k_i + k_s - 2k_p + 2\gamma P_p &= 0 \\ \omega_i + \omega_s &= 2\omega_p\end{aligned}\tag{1}\tag{2}$$

где: $k_{i,s,p}$ – волновые векторы мод холостой, сигнальной и возбуждающей волн; $\omega_{i,s,p}$ – частоты накачки холостой и сигнальной волн, P_p – пиковая мощность накачки, $\gamma = \frac{2\pi n_2}{\lambda A_{eff}}$ – коэффициент нелинейности волокна, где n_2 – нелинейный показатель преломления, A_{eff} – эффективная площадь моды волокна, λ – длина волны накачки.

3. Эксперимент

В качестве источника фотонных пар исследовалось фотонно-кристаллическое волокно NL-PM 750 с нулевой дисперсией на длине волн 750 нм. Фотоны генерировались в двух режимах: с использованием фемтосекундных лазерных импульсов от Ti:Sa-лазера и с помощью непрерывного диодного лазера на длине волны 800 нм.

4. Заключение

Полученные режимы могут быть использованы в квантовых коммуникациях в качестве источника одиночных фотонов. В результате экспериментов, при использовании маломощного непрерывного лазера в качестве накачки, наблюдается скорость генерации фотонных пар, сравнимая с использованием импульсного фемтосекундного лазерного источника [2]. Данное обстоятельство представляет высокий интерес для создания малогабаритных интегральных источников бифотонов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (Рег. номер НИОКТР 121020400113-1).

Список литературы

1. Wang L.J., Hong C.K., Friberg S.R. Generation of correlated photons via four-wave mixing in optical fibers // J. Opt. B Quantum Semiclassical Opt. 2001. Т. 3. № 5. С. 346
2. Источник междиазонных фотонных пар на основе фотонно-кристаллического волокна с непрерывной накачкой / А. Ф. Хайруллин, А. М. Смирнова, Н. М. Арсланов, А. Б. Федотов, С. А. Моисеев, И. В. Федотов, М. А. Смирнов // Письма в ЖЭТФ. – 2024. – Т. 119, № 5. – С. 336-342. – DOI 10.31857/S1234567824050033

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИГНАЛОВ В КВАНТОВЫХ КАНАЛАХ

Хузиев Р.М.

Научный руководитель: Кочурова С.В., ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SPREADING OF SIGNALS IN QUANTUM CHANNELS

Khuziyev R.M.

Supervisor: Kochurova S.V., senior teacher
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье речь идет о передаче сигналов в квантовых каналах, об уникальных свойствах и вызовах квантовой коммуникации. Говорится о взаимодействии сигнала с внешним миром, которое описывается различными физическими явлениями и процессами, происходящими с квантовыми состояниями на примере деполяризации произвольного состояния.

Abstract

This article deals with signal transmission in quantum channels, the unique properties and challenges of quantum communication. We talk about the interaction of a signal with the outside world, which is described by various physical phenomena and processes occurring with quantum states using the example of depolarization of an arbitrary state.

1. Introduction.

Signal propagation in quantum channels is a process of information transmission based on the principles of quantum optics. Unlike classical signal transmission, where information is encoded and transmitted as electrical or electromagnetic signals, in quantum channels information is encoded in quantum states of particles

2. Research of a quantum system with interaction with the external environment: hamiltonian, unitary development and states.

Let's consider a quantum system consisting of S is quantum signal subsystem, and E is external environment (including the channel itself). Each of the subsystems is defined on the corresponding Hilbert space \mathcal{H}_S and \mathcal{H}_E [1].

The Hamiltonian of the general system is expressed as:

$$\mathfrak{h} = \mathfrak{h}_S \otimes I_E + I_S \otimes \mathfrak{h}_E + \mathfrak{h}_I, \quad (4)$$

where \mathfrak{h}_S and \mathfrak{h}_E are the Hamiltonians of the corresponding subsystems,

\mathfrak{h}_I is the interaction Hamiltonian, I_S and I_E are the unit operators of the corresponding subsystems. The development over time describing the transformation of the joint state ρ_{SE} is unitary (considering the common state as pure) and looks like this

$$\rho_{SE}(t) = \widehat{U}(t)\rho_{SE}\widehat{U}'(t). \quad (5)$$

where $\widehat{U}(t) = e^{-\frac{i\mathfrak{h}t}{\hbar}}$ is a unitary development operator. Assuming that at the initial moment of time the signal subsystem and the environmental subsystem are not confused. $\rho_{SB} = \rho_S \otimes \rho_B$ the development is as follows

$$\rho_{SE}(t) = \widehat{U}(t)\rho_S \otimes \rho_B\widehat{U}'(t). \quad (6)$$

Let's consider a practical example of depolarization of an arbitrary ρ state, which in general can be described as:

$$\rho \rightarrow (1 - \delta)\rho + \frac{\delta}{3} \sum_i \sigma_i \rho \sigma_i, \quad (10)$$

Where σ_i is a complete set of Pauli matrices that transform the various components of the polarization of the quantum state, δ is the depolarization coefficient, which plays a very important role in the polarization protocols of quantum communication and cryptography [2-3].

3. Conclusion.

The presented description of the interaction of a signal with the outside world (and/or a quantum channel) is the most general. With its help, you can describe various physical phenomena and processes occurring with quantum states, for example, depolarization, attenuation, decoherence and others.

Список литературы

1. Complete experimental toolbox for alignment-free quantum communication / Vincenzo D'ambrosio, Eleonora Nagali, Stephen P Walborn et al. // Nature communications. — 2012. — Vol. 3. — P. 961.
2. Quantum polarization of photons by optical parametric amplification / S. P. Walborn, Artur Z. Khoury, V. D'Ambrosio et al. // Nature Physics. — 2008. — Vol. 4. — P. 389-392.
3. Роль энтропийной асимметрии в двусоставных квантовых состояниях, Киктенко Е.О. Коротаев С.М., Москва 2017.

**СРАВНЕНИЕ ПСЕВДОСПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА СИГНАЛА ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Шатунова А.И.

Научный руководитель: Коробков А. А., к.т.н.,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ; АО “НПО “Радиоэлектроника” им. В.И.
Шимко” г. Казань)

**COMPARISON OF PSEUDOSPECTRAL METHODS FOR DETERMIN-
ING THE DIRECTION OF ARRIVAL OF A SIGNAL FOR FINDING
THE LOCATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Shatunova A.A.

Supervisor: Korobkov A. A., P.h.D,
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI; “SPA “Radio electronics” named after V.I.
Shimko” Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается применение псевдоспектральных методов в задаче позиционирования беспилотных летательных аппаратов. Основное внимание уделено изучению и имитационному моделированию алгоритмов MUSIC, Root-MUSIC и ESPRIT. Проведенный анализ результатов исследования позволяет выявить наиболее эффективный метод в зависимости от конкретных параметров и условий.

Abstract

In this paper, the application of pseudospectral methods in the problem of positioning unmanned aerial vehicles is considered. The main attention is paid to the study and simulation of the algorithms MUSIC, Root MUSIC and ESPRIT. The analysis of the research results allows us to identify the most effective method depending on specific parameters and conditions.

С развитием современных технологий становится возможным создание доступных по цене беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для различных задач. Поэтому возникает потребность в обеспечении контроля и

управления такими аппаратами с помощью различных методов.

В рамках данного исследования предлагается использовать для позиционирования БЛА псевдоспектральные методы, позволяющие вычислить направления прихода радиоволн. Эти методы основаны на анализе собственных значений и собственных векторов ковариационных матриц, построенных на основе сигналов, принятых антенной решеткой[1].

В работе рассматриваются три метода: MUSIC, Root-Music и ESPRIT. Алгоритм MUSIC включает в себя формирование ковариационной матрицы из сигналов, разложение ее на собственные значения и собственные вектора и определение угла прихода сигнала. Алгоритм Root-Music имеет определенные сходства с методом MUSIC: после формирования ковариационной матрицы определяются полиномиальные коэффициенты, вычисляются корни многочлена и определяется угол пеленгования[2]. В методе ESPRIT на основе ковариационной матрицы и матрицы, определяющей положение элементов подрешетки, создается матрица из подматриц, которая в свою очередь раскладывается на 4 подматрицы и вычисляется угол пеленгования.

В работе было проведено имитационное моделирование указанных методов MUSIC, Root-MUSIC и ESPRIT в пакете MATLAB. В результате моделирование установлено, что при фиксированном SNR =10 дБ метод MUSIC работает лучше, чем методы Root-Music и Esprit, и имеет практически нулевую погрешность. Использование метода MUSIC позволяет обеспечить наименьшую вероятность ошибки в определении угла прихода сигнала при фиксированном количестве элементов антенной решетки по сравнению с методами ESPRIT и Root-MUSIC (погрешность определения угла составляет не более 0,1 градуса). Использование метода MUSIC требует меньшего количества отсчетов сигнала, чем методы ESPRIT и Root-Music (ошибка в определении угла не больше 0,1 градуса).

В данном исследовании были рассмотрены вопросы применения псевдоспектральных методов для решения задач позиционирования БЛА. Полученные в результате имитационного моделирования данные демонстрируют возможность более точного позиционирования методом MUSIC.

Список литературы

1. “MUSIC Super-Resolution DOA Estimation” [Электронный ресурс] // URL: <https://ww2.mathworks.cn/help/phased/ug/music-super-resolution-doa-estimation.html>.

2. A. A. Korobkov, M. K. Diugurova, J. Hau Eisen and M. Haardt / Robust Multi-Dimensional Model Order Estimation Using LineAr Regression of Global Eigenvalues (LaRGE) //DOI: 10.1109/TSP.2022.3222737.

6. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 629.735.33.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗООБРАЗНОМ МЕТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЕГО ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ

Абдуллин М.Р., Пронин К.А., Жилиякова А.Е.

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ELECTROSTATIC FIELDS ON THERMAL PROCESSES IN GASEOUS METHANE IN THE CONDITIONS OF ITS NATURAL CONVECTION

Abdullin M.R., Pronin K.A., Zhilyakova A.E.

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich, Doctor of Technical
Sciences, Professor

*(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе раскрываются результаты экспериментальных исследований тепловых процессов в газообразном метане при его естественной конвекции без применения и с применением электростатических полей. На основе экспериментальных исследований созданы новые методики и формулы расчёта наземной, аэрокосмической и космической техники.

Abstract

The report reveals the results of experimental studies of thermal processes in methane gas during its natural convection without the use and with the use of electrostatic fields. Based on experimental research, new methods and calculation formulas have been created for a new ground-based, aerospace and space technology.

Экспериментальные исследования с газообразным метаном были проведены в условиях его естественной конвекции в два этапа. Первый этап – без электростатических полей, второй – с их применением.

Эксперименты с применением электростатических полей показали, что: увеличение коэффициента теплоотдачи возможно до 200 %; в зоне прохождения силовых линий электростатического поля углеродистый осадок на рабочей пластине не появляется; при рабочем участке с электродами системы «игла-игла» на отдающей игле практически всегда образуется светящаяся униполярная корона, которая создаёт дополнительные силовые линии, способствующие увеличению границ предотвращения осадка на 1-3 мм; существует зона насыщения электростатическими полями, в которой дальнейшее повышение подаваемого на рабочий участок электростатического напряжения не приводит к интенсификации теплоотдачи, т.е. коэффициент теплоотдачи остаётся постоянным, а также – не приводит к увеличению площади рабочей пластины, предотвращённой от осадкообразования, т.е. участок пластины без осадка остаётся также постоянным; граница начала зоны насыщения электростатическими полями совпадает с границей начала пробойного разряда.

На основе проведённых исследований создана база экспериментальных данных, разработаны новые методики и формулы расчёта теплоотдачи и осадкообразования, разработана методика применения электростатических полей в двигателях и энергоустановках наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования.

Список литературы

1. Абдуллин М.Р. Разработка методики расчёта коэффициента теплоотдачи к газообразному метану в условиях его естественной конвекции// Сб. тез. докл. 46-х Академических чтений по космонавтике, посвящ. памяти акад. С.П. Королёва и др. выдающихся отечественных учёных – пионеров освоения космического пространства. Сек. № 7: «Развитие космонавтики. Фундаментальные проблемы газодинамики, горения и теплообмена». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 1. С. 423-428.

2. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р. и др. Разработка конструктивных схем метановых жидкостных ракетных двигателей // Матер. докл. 56-ых Научных чтений, посвящ. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: «Циолковский и прогресс науки и техники в 21 веке». Сек. №2: «Проблемы ракетной и космической техники». РАН. РАКЦ. Калуга: Изд-во «Эйдос», 2021. Ч.1. С. 218 - 220.

УДК 536+537; 621.452+621.454; 621.4+662.767+665.723

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ТОПЛИВНЫХ
ФОРСУНОК ПОВЫШЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ
ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО,
ВОЗДУШНОГО И АЭРОКОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Абдуллин М.Р.¹, Яновская М.Л.²

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич¹, д.т.н., профессор

(¹Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань;

²Центральный институт авиационного машиностроения
им. П.И. Баранова, г. Москва)

**DEVELOPMENT OF NEW CONSTRUCTION SCHEMES
HIGH FUEL INJECTORS CHARACTERISTICS FOR ENGINES
AND POWER INSTALLATIONS OF GROUND, AIR
AND AEROSPACE BASED**

Abdullin M.R.¹, Yanovskaya M.L.²

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich¹, Doctor of Technical
Sciences, Professor

(¹*Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan;*

²*Central Institute of Aircraft Engineering named
after P.I. Baranova, Moscow)*

Аннотация

На основе экспериментальных исследований с жидкими и газообразными углеводородными горючими без применения и с применением электростатических полей разработаны и запатентованы новые конструктивные схемы топливных форсунок повышенных характеристик по ресурсу, надёжности и безопасности для двигателей и энергоустановок наземного, воздушного и аэрокосмического базирования.

Abstract

On the basis of experimental studies with liquid and gas-different hydrocarbon fuels without the use and with the use of electrostatic fields, new structural schemes of fuel injectors with increased resource, reliability and safety

characteristics for engines and power plants of ground, air and aerospace base have been developed and patented.

Существующие форсунки для воздушно - реактивных двигателей, например, марки НК-8-2У, на жидких углеводородных горючих, например, марки ТС-1, имеют ресурс 900 часов или циклов из-за негативного процесса осадкообразования. На основе проведённых исследований с жидкими и газообразными углеводородными горючими без применения и с применением электростатических полей были разработаны и запатентованы следующие новые конструктивные схемы форсунок:

1) форсунки с наружной рубашкой охлаждения [1]; ресурс таких форсунок, по сравнению со штатными форсунками ВРД марки НК-8-2У, может быть увеличен в 2-4 раза – за счёт: а) создания и поддержания в рубашке охлаждения зоны критических давлений (коэффициент теплоотдачи при этом за счёт теплофизических свойств горючего увеличивается в 2-3 раза), б) за счёт создания оребрённой внутренней поверхности рубашки охлаждения (это новый способ ограничения роста твёрдых углеродистых отложений на высоте зубьев), в) за счёт охлаждения форсунки до 373 К (это температура, при которой осадок на греющей стенке форсунки при контакте с горючим не образуется);

2) форсунки с наружной рубашкой охлаждения, внутри которых применяются электростатические поля [2]; ресурс таких форсунок может быть увеличен в 5-6 раз – за счёт: а) применения электростатических полей, которые увеличивают коэффициент теплоотдачи до 650 %, предотвращают появление углеродистых осадков в зоне прохождения силовых линий электростатического поля, б) за счёт надёжного охлаждения корпуса форсунки до 373 К.

Разработаны новые алгоритмы расчётов, создания и эксплуатации новых форсунок повышенных характеристик на жидких и газообразных углеводородных горючих и охладителях для двигателей и энергоустановок наземного, воздушного, аэрокосмического базирования и многоразового использования [1, 2].

Список литературы

1. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Алиев И.Н., Абдуллин М.Р. и др. Форсунка с наружной рубашкой охлаждения // Патент на изобретение РФ № 2810865. Бюл. № 1 от 28.12.2023 г.

2. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Алиев И.Н., Абдуллин М.Р. и др. Форсунка с эффективной рубашкой охлаждения // Патент на изобретение РФ № 2806710. Бюл. № 31 от 03.11.2023 г.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ МАЛЫХ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Акчури́н Э.Р.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN ORIENTATION SYSTEMS FOR SMALL LOW-ORBIT SPACECRAFT

Akchurin E.R.

Supervisor: Sergey S. Loginov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе обсуждаются системы ориентации космических аппаратов, применяющихся на низкоорбитальных спутниках, принципы действия и методы реализации, а также перспективные системы для наноспутников на основе MARG датчиков.

Abstract

This paper discusses satellite positioning systems used on low-orbit satellites, principles and methods of implementation, as well as promising systems for nanosatellites based on modern MARG sensors.

Система ориентации (СО) космического аппарата (КА) – одна из ключевых систем КА, позволяющая находить положение осей аппарата относительно заданных областей. К задачам такой системы относят: направление солнечных панелей и передающих антенн, стабилизация КА, а также включение двигателей с целью изменения траектории. СО делятся на пассивные и активные. К пассивным, не требующим затрат энергии, относят гравитационные, инерционные и аэродинамические, например, гравитационная штанга или пассивная магнитная система ориентации (ПМСО). В ПМСО устанавливаются гистерезисные стержни и источник магнитного поля, создающий момент, который ориентирует спутник по оси. При нежелательном вращении стержни компенсируют воздействие.

Активные СО, требующие энергию, запасаемую на борту, подразделяются на гиродины, маховики, соленоиды, двигатели ориентации. В спутниках Cubesat распространённой СО является активная система магнитной ориентации (AMCO). В сравнении с ПМСО, где величина создаваемого момента заранее определены, в AMCO есть возможность управлять магнитным полем, тем самым позволяя достичь многоосную ориентацию. Используются катушка Гельмгольца, которая создает момент при протекании тока через обмотки. Рассмотренные системы позволяют достичь не самых высоких показателей точности ($1...10^\circ$) в сравнении с маховиком ($0.001...1^\circ$) или штангой ($1...5^\circ$), но установка массивных СО с выделенным центром масс затруднительна на наноспутниках типа Cubesat не только из-за больших габаритов, но и высокого энергопотребления, поэтому разрабатываются новые перспективные системы ориентации, такие как система отсчета ориентации и курса на основе MARG датчиков.

MARG (Magnetic, Angular Rate and Gravity) - данные с гироскопов и акселерометров дополняются магнитными датчиками, что позволяет исправлять накапливающуюся ошибку гироскопов. MARG-датчик наиболее подходящий вариант для наноспутников - маленький, не имеет движущихся частей, потребляет мало энергии, обеспечивает ориентацию по трем осям с коррекцией ошибок. Точность таких датчиков варьируется в диапазоне $0.6...0.8^\circ$

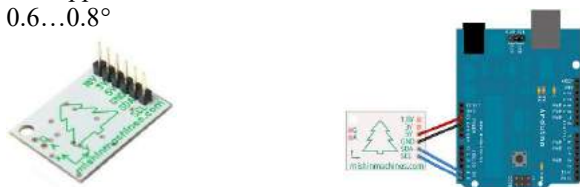


Рис. 1. - MARG Ориентир 1, подключение к Arduino

MARG Ориентир 1 — модуль, позволяющий ориентироваться в пространстве, содержит гиротаксметр, акселерометр и магнитометр. Показания каждого из этих датчиков можно считывать отдельно. Модуль состоит из двух чипов. В первом размещён гиротаксметр, во втором — магнитометр и акселерометр. Все три сенсора являются трёхосевыми, поэтому Ориентир 1 обладает девятью степенями свободы.

Исходя из рассмотренных СО можно заключить, что в малых спутниках преимущество отдается тем системам, которые предполагают уменьшенный объём полезной нагрузки. Применение новых технологий таких как MARG платформы в наноспутниках типа CubeSat позволит существенно уменьшить полезную нагрузку при этом, не пренебрегая точностью измерения ориентации.

УДК 536+537+665.74+621.31:621.319.7

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
СОЗДАНИЯ СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ НАЧАЛА
НАСЫЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ В СРЕДЕ
ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГОРЮЧЕГО**

Жилякова А.Е., Пронин К.А., Кореев Е.П.

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE POSSIBILITY OF CREATING
A METHOD FOR DETERMINING THE BOUNDARY OF THE
BEGINNING OF SATURATION WITH ELECTROSTATIC FIELDS IN
A LIQUID HYDROCARBON FUEL MEDIUM**

Zhilyakova A.E., Pronin K.A., Koreev E.P.

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich, Doctor of Technical
Sciences, Professor

*(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе на основе экспериментальных исследований показаны возможности по созданию беззондового способа определения границы начала насыщения электростатическими полями в среде жидкого углеводородного горючего. Данный способ возможно применять в земных и космических условиях.

Abstract

Based on experimental studies, the report shows the possibilities for creating a probe-free method for determining the boundary of the onset of saturation with electrostatic fields in a liquid hydrocarbon fuel environment. This method can be used in terrestrial and space conditions.

Abstract

Based on experimental studies, the report shows the possibilities for creating a probe-free method for determining the boundary of the onset of

saturation with electrostatic fields in a liquid hydrocarbon fuel environment. This method can be used in terrestrial and space conditions.

Для проведения исследований была создана экспериментальная база с рабочими участками и с системой электродов типа «игла - игла». В качестве жидкого углеводородного горючего (УВГ) применялся авиационный керосин марки ТС-1. Экспериментально было обнаружено [1], что: а) при подаче высоковольтного электростатического напряжения $U = (0 - 25)$ кВ на отдающую иглу в объёме жидкого УВГ при различных давлениях между соосными рабочими иглами образуется завихрение в виде кроны дерева, высота которой увеличивается с увеличением подаваемого напряжения; б) при каком-то очередном увеличенном подаваемом электростатическом напряжении эта высота кроны становится постоянной, это означает, что данное напряжение находится на границе зоны насыщения электростатическими полями. Данный эффект был взят за основу при разработке нового беззондового способа определения границы начала зоны насыщения электростатическими полями. Была создана экспериментальная база данных в виде таблиц и графиков, по которым заранее возможно определить границу начала зоны насыщения электростатическими полями при различных подаваемых высоковольтных электростатических напряжениях и расстояниях между соосными рабочими иглами – без проведения экспериментов. Определение такой границы является очень важным, т.к. разработчики новой техники должны знать, что в зоне насыщения дальнейшее увеличение подаваемого электростатического напряжения: а) не способствует дальнейшему увеличению теплоотдачи к жидкому УВГ; б) не способствует дальнейшему увеличению расстояния между внешними силовыми линиями электростатического поля, а это, в свою очередь, означает, что не будет происходить дальнейшее увеличение площади нагреваемой металлической поверхности, предотвращённой от осадкообразования.

Материалы доклада будут способствовать созданию новой техники наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования повышенных характеристик двойного назначения.

Список литературы

1. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Алиев И.Н. и др. Способ определения границы начала зоны насыщения электростатическими полями при системе электродов типа «Игла - игла» в замкнутом объёме в среде жидких углеводородных горючих (охладителей) // Патент на изобретение РФ № 2785830. Бюл. № 35 от 14.12.2022 г.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Закиров А.Ф., Салахов Р.Р.

Научный руководитель: Ермаков Андрей Михайлович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION OF WEAR OF CURRENT ACCESSORIES OF ELECTRIC TRAIN METROPOLITEN

Zakirov A.F., Salakhov R.R.

Supervisor: Andrey M. Ermakov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается повышение эффективности охлаждения электроники при помощи пассивного охлаждения. Проведено численное моделирование и анализ трех вариантов конструкций радиаторов пассивного охлаждения. Выбрана наиболее эффективная конструкция.

Abstract

The article discusses improving the cooling efficiency of electronics using passive cooling. Numerical modeling and analysis of three design options for passive cooling radiators was carried out. The most efficient design has been selected.

1. Введение

Электронные устройства требуют поддержания температуры на заданном уровне для сохранения работоспособности. Превышение температуры ведет к негативным воздействиям и перебоям в работе. Существует как активное охлаждение при помощи вентиляторов, так и пассивное охлаждение, не требующее дополнительных затрат энергии на прокачивание теплоносителя через устройство охлаждения, что особенно актуально при производстве электробусов, где энергопотребление играет решающую роль. Актуальность данного направления подтверждается работами [1] и [2], где рассматриваются подходы к увеличению

эффективности пассивного охлаждения и перспективные направления. Одним из таких направлений является исследование конструкций радиаторов охлаждения.

2. Математическая моделирование

Математическое моделирование проводилось методом CFD. В качестве граничных условий задана температура чипа в нижней части пассивного радиатора 80 °С. Температура окружающего воздуха 20 °С. Материал радиаторов алюминий. Снаружи радиатора построен воздушный домен с двойным диаметром в ширину и в пять раз большей высоты, чем радиатор. Расчетная сетка составила от 6,2 до 7,6 млн. ячеек. Моделирование проводилось при свободной конвекции, свойства воздуха плотность, теплоемкость, теплопроводность, динамическая вязкость пересчитывались в зависимости от температуры воздуха.

Рассмотрено три наиболее часто встречающиеся конструкции радиаторов: радиальная лучевая, линейная и спиральная, диаметры и высота радиатора одинаковые для трех конструкций.

В случае радиально-лучевой конструкции наблюдается хороший прогрев радиатора, где средняя температура стенки составляет 76,1 °С, что обусловлено высокой теплопроводностью алюминия. По краям лучей имеется снижение температуры, что показывает теплосъем. Воздух на выходе из радиатора объединяется в центральный столб с меньшим диаметром. Средний коэффициент теплоотдачи радиально-лучевой конструкции составляет 2,82 Вт/(м²·°С), а общий тепловой поток 16,78 Вт.

В случае радиально-лучевой конструкции есть сужение между ребрами к центру, что там снижает скорость воздуха за счет вязкостного трения и ограничивает тепловой поток.

Для линейной конструкции заметны те же тенденции по прогреву и формированию столба воздуха на выходе из радиатора, только охлаждение ребер происходит на большую глубину от края к центру радиатора. Средняя температура на поверхности радиатора составляет 72,45 °С. Средний коэффициент теплоотдачи линейной конструкции составляет 3,63 Вт/(м²·°С), а общий тепловой поток 19,13 Вт.

В случае применения линейной конструкции, сужения каналов к центру нет, но между длинными ребрами также наблюдается снижение интенсивности теплообмена.

В случае спиральной конструкции наблюдается охлаждение ребер радиатора на максимальную глубину от центра. Средняя температура на поверхности радиатора составляет 71,74 °С. Средний коэффициент теплоотдачи спиральной конструкции составляет 4,72 Вт/(м²·°С), а общий тепловой поток 21,09 Вт.

В случае спиральной конструкции есть небольшое сужение между ребрами ближе к центру, но наружная часть ребра хорошо охлаждается.

Кроме того, следует отметить, что в случае линейной конструкции, по сравнению с радиально-лучевой масса увеличивается на 0,38 %, а в случае спиральной конструкции уменьшается на 8,07 %.

3. Заключение

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что изменение конструкции радиатора может увеличить теплосъем на 14 % в случае перехода на линейную конструкцию и на 25,6 % в случае применения спиральной конструкции. Прогрев радиатора хороший благодаря теплопроводности материала, а наибольшее влияние оказывает организация потока в радиаторе и структура ребер. Наиболее перспективная спиральная конструкция, как с точки зрения тепловой эффективности, так и затрат материала.

Благодарности: «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00373, <https://rscf.ru/project/22-19-00373/>»

Список литературы

1. Румянцев, Н. В. Пассивное охлаждение в радиоэлектронике: новые научные разработки / Н. В. Румянцев // Электронные системы и технологии : Материалы 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 года. – Минск: Научное электронное издание, 2023. – С. 304-306. – EDN XVBBTR.

2. Суворова, И. В. Сравнительный анализ технических решений охлаждения теплонагруженных электронных элементов / И. В. Суворова, Г. В. Миловзоров // Актуальные проблемы науки и техники : Материалы II Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию ИМИ - ИжГТУ и 60-летию СПИ (филиал) ФГБОУ ВО "ИжГТУ имени М.Т. Калашникова", Сарапул, 19–21 мая 2022 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2022. – С. 671-674. – EDN XVMRKS.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СИСТЕМАХ ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГОРЮЧИХ

Калмыков Ф.В.

Научный руководитель: Алтунин Константин Витальевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

APPLICATION OF ELECTROSTATIC FIELDS IN FUEL SUPPLY SYSTEMS USING LIQUID HYDROCARBONS

Kalmykov F. V.

Supervisor: Altunin Konstantin Vitalievich, PhD, Assoc. Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Доклад посвящен анализу применения электростатических полей в системах топливоподачи на жидких углеводородных горючих. Рассмотрены существующие методики расчета теплоотдачи при электроконвекции. Проведен анализ чисел подобия электрической конвекции. Сделаны предпосылки разработки универсальной методики расчета теплоотдачи при вынужденном течении теплоносителей и горючих в условиях электрической конвекции.

Abstract

The current report is devoted to application of electrostatic fields in fuel-delivery systems based on liquid hydrocarbons. Some existing methods of heat transfer calculation are described here. An analysis of similarity numbers of electric convection has been done. Some premises of development of a universal technique for heat transfer calculation at conditions of forced flow of heat carriers and fuels and electric convection have been successfully done.

1. Введение

Электрической конвекцией принято называть макроскопическое движение жидкостей и газов под воздействием внешнего электрического поля [1]. Источник электроконвекции — неоднородность среды по таким

электрическим параметрам, как диэлектрическая проницаемость, электропроводность, плотность объемных зарядов. По сравнению с так называемыми традиционными способами электроконвективные способы интенсификации теплообмена обладают следующими преимуществами: меньшие площади поверхностей теплообмена, габариты и масса теплообменной аппаратуры; применены легко регулируемые и управляемые источники электрического напряжения; требуются меньшие затраты электрической мощности для получения сравнимого по абсолютной величине эффекта интенсификации теплоотдачи в случае наложения электрических полей, однако до сих пор было проведено не так много исследований электроконвекции в среде жидких углеводородных горючих (УВГ) и теплоносителей (ТН).

2. Основная часть

Проведен анализ чисел подобия электрической конвекции, например, известно число Al , в которое входят U — напряжение тока (разность потенциалов на электродах), В; h — расстояние между электродами, м; ρ_f — удельное электрическое сопротивление рабочей среды (диэлектрика), Ом·м; α_0 — коэффициент теплоотдачи без электрической конвекции, Вт/(м²·К); $\Delta t = t_w - t_f$, °С (t_w — температура стенки, °С; t_f — температура теплоносителя, °С) [2]:

$$Al = \frac{U^2}{h\rho_f\alpha_0\Delta t} \quad (1)$$

Рассмотрены также существующие методики расчета теплоотдачи при электроконвекции. Разработан план дальнейших исследований, связанных с вынужденной конвекцией разных ТН и УВГ.

3. Заключение

Таким образом, проведен анализ существующих критериев подобия и методик расчета теплоотдачи при электроконвекции, а также обзор научно-технической литературы по теме исследования. Сделаны предпосылки разработки универсальной методики расчета теплоотдачи при вынужденном течении ТН и УВГ в условиях электрической конвекции в системах топливоподачи и теплообмена наземных, аэрокосмических и космических систем.

Список литературы

1. Остроумов Г.А. Электрическая конвекция (обзор) // Инженерно-физический журнал, 1966, т. 10, № 5. – С. 683–695.
2. Алтунин, К.В. Модификация критерия подобия электрической конвекции // Инженерный журнал: наука и инновации. №6. DOI: 10.18698/2308-6033-2022-6-2186. 2022. (Электронное научно-техническое издание).

УДК 536+537;621.452+621.454;629

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПРИБОРА ЗАМЕРА И КОНТРОЛЯ ГРАВИТАЦИИ

Кореев Е.П., Алексенко И.В., Иванов А.А.

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EXPERIMENTAL RESEARCH OF POSSIBILITY CREATION OF A LIQUID DEVICE FOR MEASURING AND CONTROL OF GRAVITY

Koreev E.P., Aleksenko I.V., Ivanov A.A.

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich, Doctor of Technical
Sciences, Professor

*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе на основе экспериментальных исследований показаны возможности создания жидкостного прибора замера и контроля гравитации с электростатическими полями. Данный прибор может работать в земных условиях для имитации различной степени гравитации, а также – в космосе при замере реальной гравитации.

Abstract

The report, based on experimental studies, shows the possibility of creating a liquid device for measuring and controlling gravity with electrostatic fields. This device can operate in terrestrial conditions to simulate varying degrees of gravity, as well as in space when measuring real gravity.

Экспериментальные исследования были проведены в закрытой экспериментальной бомбе с окнами визуализации при различных давлениях жидкого углеводородного горючего и различных температурах рабочей нагреваемой пластины, сверху и снизу которой были расположены соосные рабочие иглы с электростатическими полями [1].

При помощи оптической экспериментальной установки Теплера было установлено, что при критических и сверхкритических давлениях и различных плотностях теплового потока тепловые свилы принимали общий вид гребёнки с острыми концами вверх.

При включении электростатических полей через отдающую верхнюю рабочую иглу при определённых рабочих параметрах происходил эффект раздвижения тепловых свилей на конкретный угол – в зависимости от величины подаваемого электростатического напряжения. Практически зафиксировано влияние электрического ветра в жидком углеводородном горючем на раздвижение тепловых свилей.

Создана база экспериментальных данных, которая позволяет создавать новые жидкостные приборы по имитации гравитации в земных условиях, по контролю и замеру гравитации в ходе полётов космических летательных аппаратов (КЛА) – без предварительного проведения сложных и дорогих экспериментальных тепловых исследований.

На основе экспериментальных данных разработана новая конструктивная схема жидкостного прибора замера и контроля гравитации при использовании электростатических полей и бортового жидкого углеводородного горючего, которая позволяет [1, 2]:

- проводить моделирование различной степени гравитации в земных условиях;

- определять и контролировать конкретную силу гравитации в космических условиях на различных земных стационарных и сменных орбитах на борту КЛА;

- прогнозировать и конкретно определять силу гравитации при стрельбе космической артиллерии с выносной тросовой артиллерийской платформы (ВТАП) [2].

Список литературы

1. Алтунин В.А. Исследование возможности создания приборов замера и контроля гравитации на жидких углеводородных горючих // Тр. XXXIX Научных Чтений памяти К.Э. Циолковского (Калуга, 14-16 сентября 2004 г.). Сек. № 2: «Проблемы ракетной и космической техники». РАН. РАКЦ. Казань: Изд-во «Казанский гос. ун-тет им. В.И. Ульянова – Ленина». 2005 С. 77-99.

2. Алтунин В.А., Демиденко В.П. и др. Некоторые пути развития космической артиллерии // Труды 49-ых Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Сек. № 2: «Проблемы ракетной и космической техники» (г. Калуга, 16-18 сентября 2014 г.). РАН. РАКЦ. Казань: Изд-во Казанского университета, 2015. С. 87-104.

**ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Митров А.А.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, старший преподаватель.

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**IMPORTANT ASPECTS OF THE USE OF ELECTRICAL SYSTEMS IN
SPACE RESEARCH**

Mitrov A.A.

Supervisor: Kochurova Svetlana Valerievna, senior lecturer.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается роль электротехнических систем в обеспечении энергией и функциональности наших космических аппаратов. Вакуум, отсутствие атмосферы и радиационное излучение могут влиять на работу электронных компонентов и проводников. Поэтому при проектировании электротехнических систем крайне важно учитывать эти факторы.

Abstract

The article deals with the role of electrical systems in providing power and functionality to our spacecraft. The influence of vacuum, absence of atmosphere and radiation, which can influence the operation of electronic components and conductors are discussed. It is therefore essential to take these factors into account when designing electrical systems.

1. Introduction

Modern astronautics poses many challenges to scientists and engineers, one of which is the development of electrical systems capable of operating in outer space conditions. Electrical systems play an important role in space missions, providing signal transmission and reception, as well as data processing.

At the same time, they ensure the normal functioning of the spacecraft and the fulfillment of its tasks. However, in outer space conditions, electrical systems must be especially reliable, efficient and safe.

2. Important aspects of using electrical systems.

In the field of space research, an important aspect of the functioning of electrical systems is protection from electromagnetic interference. Outer space is an environment in which there are many different sources of interference, such as solar radiation, the Earth's radiation belts and other electromagnetic radiation. In this regard, it is necessary to ensure reliable operation of electrical systems and data safety, providing protection from the negative effects of electromagnetic interference [1].

To ensure stable operation of electrical systems in outer space, various tests and controls are carried out. This includes vibration testing, thermal testing, radiation resistance testing and other procedures. Control is carried out at all stages of the development and operation of electrical systems in order to ensure their reliability and compliance with established requirements [3]. All processes of electrical and magnetic interactions in outer space are of great importance for studying space weather and predicting its impact on spacecraft and astronauts. Understanding electromagnetic interactions is also important for the development of protective systems and technologies that will reduce the impact of cosmic radiation on spacecraft and crews of space missions [2]. Thanks to electrical systems, we can launch and control mechanisms to perform various manipulations in outer space or on the surface of the planet. These systems are also responsible for data transmission, providing communication with the Earth and other space objects.

3. Conclusion:

Research in the field of electrical engineering on board spacecraft contributes to the creation of more advanced and innovative technologies, which is an important step in the development of the space industry. The study and development of electrical systems for space technology is an important scientific and practical task.

Список литературы:

1. Fundamentals of electrical engineering in the space industry: clear explanations and important properties // Scientific Articles. Ru is a portal for undergraduate and graduate students. — Article last updated: 11/22/2023.

2. Hidden magnetic field lines extend for millions of light years throughout the Universe // Scientific articles - FB.ru: <https://fb.ru/post/science/2020/7/5/225336>

3. Kuzmina N.A. Spacecraft power supply system.//Reshetnev Readings. -2017. – pp. 274-276.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ
ОБЕСПЕЧЕНИЙ ДЛЯ 3D – МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЁТОВ
ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТ**

Тогужева Л.С.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**RESEARCH AND COMPARISON OF SOFTWARE FOR 3D
MODELING AND CALCULATIONS OF TECHNICAL
CHARACTERISTICS OF ROCKETS**

Toguzova L.S.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассматриваются программные обеспечения для моделирования и расчёта характеристик ракет во время полёта. Производится сравнение двух основных ПО для разработки моделей ракет.

Abstract

This article discusses software for modeling and calculating the characteristics of rockets during flight. The two main software for the development of rocket models are compared.

1. Введение

В настоящий момент для ускорения процесса разработки моделей ракет ракетомоделисты используют специальные программные обеспечения. Самыми популярными являются программы OpenRocket и SpaceCAD.

2. Программные обеспечения OpenRocket и SpaceCAD

OpenRocket — это бесплатное программное обеспечение для проектирования и моделирования ракет. При работе в данной программе каждый добавленный компонент сразу же обновляется и отображается на панели предварительного просмотра, благодаря этому легко изменять свой проект до идеальной модели.

SpaceCAD – это программное обеспечение для проектирования и моделирования ракет. В данной программе можно быстро и просто спроектировать ракету. В SpaceCAD имеется обширная база данных деталей по сравнению с OpenRocket. Также есть возможность предпросмотр технических характеристик во время замены детали.

3. Сравнение SpaceCAD и OpenRocket

По результатам сравнения программных обеспечений были выявлены значимые плюсы и минусы. Основными плюсами OpenRocket являются: бесплатное ПО, постоянный перерасчет центра тяжести и центра давления, данная программа имеется на русском языке, достаточно большая база доступных компонентов в России. В данном программном обеспечении по сравнению с SpaceCAD меньше база элементов. Основными плюсами SpaceCAD: возможность начала разработки модели с заготовки, мгновенный анализ стабильности, облегченное прототипирование, имитация нескольких конфигураций ракет. Главным минусом для данного ПО это его стоимость, также нет возможности скачать всю документацию и нет русификации, что усложняет работу при недостаточном познании технического английского в данной сфере.

4. Заключение

При сравнении SpaceCAD и OpenRocket у каждого из ПО были плюсы и минусы. Но при разработке ракет удобнее оказалась OpenRocket, так как базы данных деталей достаточно для разработки, а возможность скачать всю документацию при разработке является важной частью проектирования, так как это значительно сокращает время работы.

Список литературы

1. Горский В. А., Кротов И.В. Ракетное моделирование. М.: Изд-во ДОСААФ, 1973. 99с

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Фаррахов А.Б., Гадельшин Т.Э., Баданов Н.С.

Научный руководитель: Алтунин Константин Витальевич, к.т.н.,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF MULTI-FUEL SYSTEMS WITH APPLICATION OF ELECTROSTATIC FIELDS

Farrakhov A.B., Gadelshin T.E., Badanov N.S.

Supervisor: Konstantin V. Altunin, PhD
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрена проблема выхода из строя различных топливных систем наземного, воздушного и космического применения. Проведен анализ литературы и патентный поиск, которые показали, что на сегодняшний день ведутся разработки мультитопливных систем доставки горючих в энергоустановках и реактивных двигателях. Показаны возможные пути дальнейшего развития многотопливных систем с применением электростатических полей.

Abstract

The report describes the problem of failure of various fuel systems for ground, air and space applications. An analysis of various references and a patent search were carried out, which let to determine that nowadays the further development of multi-fuel fuel delivery systems in power plants and jet engines is underway. Possible ways of further development of multi-fuel systems using electrostatic fields are shown here.

1. Введение

В настоящее время продолжают активно развиваться мультитопливные системы подачи теплоносителей и горючих, к примеру, мультитопливные форсунки и горелки [1]. Проведен анализ источников информации, который показал, что существуют некоторые модификации

топливных систем и их элементов, к примеру, форсунок, где могут применяться сразу несколько разных горючих, включая углеводородные.

Проведен анализ способов и устройств интенсификации теплоотдачи в наземной, авиационной и космической технике, в ходе которого установлено, что одним из наиболее перспективных направлений интенсификации теплоотдачи, например, в жидких углеводородных горючих является применение электростатических полей (коэффициент теплоотдачи может быть увеличен в несколько раз) [2].

2. Разработка новых мультитопливных систем различного назначения и базирования

Разработаны основы создания новых мультитопливных систем для наземной, авиационной и космической техники на основе ранее проведенных исследований. Уделено большое внимание применению электростатических полей, которые могут не только эффективно интенсифицировать теплоотдачу, но и предотвращать появление углеродсодержащих осадков на нагретых участках топливных систем, тем самым, повышая уровень надежности и безопасности, ресурс реактивных двигателей и энергоустановок. Проведен обзор научных исследований с применением электрических полей в различных средах, включая критерии подобия электроконвекции, критериальные уравнения, методики расчета теплоотдачи при электрической конвекции.

3. Заключение

Мультитопливные системы продолжают активно развиваться в разных странах мира. Применение новых мультитопливных систем с применением электростатических полей будет способствовать повышению ресурса, живучести, уровня надежности и безопасности наземной, авиационной и космической техники.

Список литературы

1. Алтунин К.В., Баданов Н.С., Фаррахов А.Б. Мультитопливная горелка / Патент РФ на полезную модель №217993. МПК F23D 17/00, F23D 11/44. Бюл. №13 от 28.04.2023г. Заявка на полезную модель РФ №2023101418 от 23.01.2023г.

2. Алтунин, К.В. Модификация критерия подобия электрической конвекции / К.В. Алтунин // Инженерный журнал: наука и инновации. №6. DOI: 10.18698/2308-6033-2022-6-2186. 2022. (Электронное научно-техническое издание).

УДК 537.812

КОСМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ: ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Хамидуллин Б.Р.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, ст.
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань)

COSMIC ELECTROMAGNETISM: IMPACT ON LIVING AND TECHNICAL SYSTEMS

Khamidullin B.R.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается взаимодействие электрических и магнитных полей в космическом пространстве, и его влияние на живые и технические системы.

Abstract

The article discusses the interaction of electric and magnetic fields in outer space, and its impact on living and technical systems.

1. Introduction

Cosmic electromagnetism is a field of research that studies the interaction of electric and magnetic fields in outer space. In this field, Maxwell's equations are used, which describe the basic laws of electromagnetism. In this article, we will consider the influence of cosmic electromagnetism on living and technical systems.

2. Cosmic electromagnetism

The interaction of electric and magnetic fields in space is described by Maxwell's equations, which include four basic equations.

Gauss's Law:

$$\nabla \cdot D = \rho$$

Gauss's Law for the magnetic field:

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

Faraday's Law of Induction:

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

Ampère's Circulation Theorem:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

where: ρ is the volumetric density of the external electric charge, \mathbf{j} is the density of the electric current, \mathbf{E} is the electric field strength, \mathbf{H} is the magnetic field strength, \mathbf{D} is electric induction, \mathbf{B} is magnetic induction, ∇ is the nabla operator, while $\nabla \times \mathbf{E}$ is the rotor of vector \mathbf{E} , $\nabla \cdot \mathbf{E}$ is the divergence of vector \mathbf{E} .

Cosmic electromagnetism affects living systems through the interaction of electromagnetic waves with charged particles in cells and tissues of the body. For example, electromagnetic waves can interact with DNA and cause genetic damage, which can lead to mutations and cancer [1].

Cosmic electromagnetism affects technical systems through the interaction of electromagnetic waves with electronic components such as transistors, diodes and microprocessors. Electromagnetic waves can cause interference and distortion of signals, which can lead to malfunctions of electronic devices and systems [2].

Maxwell's equations can be used to model the effect of cosmic electromagnetism on living and technical systems. In particular, the Faraday induction equation states that a change in the magnetic field creates an electric field, and that this electric field creates a force that moves charged particles. This equation can be used to model and evaluate the effects of electromagnetic waves on biological processes or on the operation of electronic devices and systems.

3. Conclusion

From the above information, it can be concluded that cosmic electromagnetism has an effect on living and technical systems, and Maxwell's equations can be used to model this effect.

Список литературы

1. Cucinotta FA, Kim M-HY, Chappell LJ. Space Radiation Cancer Risk Projections and Uncertainties—2010. NASA Johnson Space Center; Houston, Tex: Jul, 2011. (NASA/TP-2011-216155).
2. Parker, Eugene N. Conversations on Electric and Magnetic Fields in the Cosmos. STU-Student edition. Princeton University Press, 2007. <https://doi.org/10.2307/j.ctt2111gdt>.

УДК 621.45.00.11.030

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ
ПОЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В
ТОПЛИВНЫХ И МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРАХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО,
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Юсупов А.А., Львов М.В., Алексенко И.В.

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич, д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL INSTALLATION
ON STUDYING THE INFLUENCE OF ELECTROSTATIC FIELDS
ON THERMAL AND HYDRAULIC PROCESSES IN FUEL
AND OIL FILTERS OF AIRCRAFT ENGINES AIRCRAFT,
AEROSPACE AND SPACE BASED**

Yusupov A. A., Lvov M.V., Aleksenko I. V.

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich, Doctor of Technical
Sciences, Professor
(*Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе проводится обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований по влиянию электростатических полей на тепловые и гидравлические процессы в топливных и масляных фильтрах двигателей летательных аппаратов воздушного, аэрокосмического и космического базирования. Показана новая конструктивная схема экспериментальной установки с рабочим участком.

Abstract

The report substantiates the need to conduct experimental studies on the influence of electrostatic fields on thermal and hydraulic processes in fuel and oil filters of aircraft engines of air, aerospace and space-based aircraft. A new design diagram of the experimental setup with a working section is shown.

Эксплуатация воздушно-реактивных двигателей (ВРД) на жидких углеводородных горючих показывает, что в топливных и масляных каналах, фильтрах и форсунках происходит негативный процесс осадкообразования [1].

В жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) интенсивное осадкообразование происходит в каналах рубашек охлаждения с дальнейшим засорением форсунок горючего. Из-за осадкообразования в ВРД и ЖРД одно – и многократного использования происходят аварийные ситуации, связанные с пожаром и взрывом всего летательного аппарата (ЛА). Негативный процесс осадкообразования происходит как в земных, так и космических условиях.

Ранее экспериментально было установлено, что электростатические поля способствуют интенсификации теплоотдачи к жидким углеводородным горючим и к моторным маслам, а также – предотвращению осадкообразования в них. Необходимо экспериментально исследовать возможности электростатических полей по борьбе с осадкообразованием на различных фильтровочных металлических полотнах, из которых изготовлены форсуночные и другие штатные фильтры двигателей ЛА. Также необходимо экспериментально определить возможности электрического ветра по гидравлическому преодолению фильтровочных полотен с очень малыми проходными ячейками в среде жидкого углеводородного горючего и моторного авиационного масла. Для этого была создана экспериментальная установка и рабочий участок с окнами визуализации, с рабочими электродами системы «игла - игла», с различными сменными фильтровочными полотнами. В докладе подробно освещён состав экспериментальной установки и алгоритм экспериментального исследования.

Предполагается, что результаты исследования будут способствовать созданию новой наземной, аэрокосмической и космической техники одно – и многократного использования повышенных характеристик по ресурсу, надёжности, эффективности, безопасности и экономичности.

Список литературы

1. Алтунин В.А., Львов М.В., Юсупов А.А. и др. Результаты экспериментального исследования тепловых процессов в системах смазки двигателей летательных аппаратов // Сб. тез. докл. Международ. научно-технич. конф. «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества», посвящ. 100-летию отечественной гражданской авиации. (18-19 мая 2023 г., МГТУ ГА, г. Москва). М.: ИД Академии имени Н.Е. Жуковского. 2023. С. 51-52.

УДК 536+537+665.74+621.31:621.319.7

**РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ
ПОДАВАЕМОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ
И ФОРМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ В ЖИДКОМ
УГЛЕВОДОРОДНОМ ГОРЮЧЕМ**

Юсупов А.А., Львов М.В., Иванов А.А.

Научный руководитель: Алтунин Виталий Алексеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETERMINING
THE QUANTITY SUPPLIED ELECTROSTATIC VOLTAGE
AND FORMS OF DISTRIBUTION OF FIELD LINES IN LIQUID
HYDROCARBONS FUEL**

Yusupov A. A., Lvov M. V., Ivanov A. A.

Scientific supervisor: Altunin Vitaly Alekseevich, Doctor of Technical
Sciences, Professor
(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе показаны результаты экспериментальных исследований, на основе которых разработаны новые способы определения величины подаваемого электростатического напряжения и формы распространения силовых линий в жидком углеводородном горючем.

Abstract

The report shows the results of experimental studies, on the basis of which new methods have been developed for determining the magnitude of the applied electrostatic voltage and the shape of the propagation of power lines in liquid hydrocarbon fuel.

Экспериментальные исследования электростатических полей с системой электродов типа «игла – игла» в жидком углеводородном горючем показали, что отдающая игла формирует электрический ветер в виде факела или кроны дерева, которая состоит из гидравлических шариков. При увеличении подаваемого электростатического напряжения

диаметр этих шариков уменьшается. Определены физические и математические зависимости между этими явлениями, создана экспериментальная база данных в зависимости от расстояния соосных рабочих игл. Этот эффект послужил основой для создания беззондового способа определения величины подаваемого электростатического напряжения в жидком углеводородном горючем [1].

Также экспериментально было обнаружено, что на металлической сетке, расположенной между соосными рабочими иглами, в зоне прохождения силовых линий электростатического поля углеродистый осадок не образуется, а площадь без осадка представляла собой круг определённого диаметра [2]. Дополнительные эксперименты с электродами других форм и систем, например «треугольник – треугольник», «квадрат – квадрат» и др. – показали такой же эффект. Если между соосными рабочими иглами расположить не одну, а несколько сеток на фиксированных расстояниях между собой, то в результате на сетках можно получить окружности различных диаметров, где наибольший диаметр будет по центру между иглами, а остальные диаметры будут уменьшаться по мере приближения к остриям рабочих игл. Если соединить все окружности линиями от отдающей иглы к принимающей игле, то мы получим внешние (граничные) силовые линии электростатического поля. Также было установлено, что изменение давления в закрытом объёме экспериментальной установки с жидким углеводородным горючим не влияет на форму распространения силовых линий. Эти обнаруженные тепло-гидродинамические процессы – будут происходить и в космических условиях. Поэтому эти новые и запатентованные способы [1, 2] возможно широко использовать и применять как в земных, так и в космических условиях

Список литературы

1. Алтунин В.А., Алтунин К.В. и др. Способ определения величины подаваемого электростатического напряжения на отдающую иглу в системе электродов типа «Игла – игла» в замкнутом объёме с жидким углеводородным горючим (охладителем). // Патент на изобретение РФ № 2785251. Бюл. № 34 от 05.12.2022.

2. Алтунин В.А., Алтунин К.В. и др. Способ определения конфигурации распространения силовых линий электростатических полей в жидких углеводородных средах // Патент РФ на изобретение № 2504843. Бюл. № 2 от 20.01.2014.

7. ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 372.881.1

ИННОВАЦИОННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗЕ

Ашрапова Э.Р.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна, старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INNOVATIVE AND TRADITIONAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES AT THE UNIVERSITY

Ashrapova E.R.

Supervisor: Ilmira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian, Russian as a Foreign Language
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются традиционные и инновационные образовательные технологии в вузе. Описаны два вида образовательных технологий, а также, что необходимо для хорошего образования.

Abstract

The article discusses traditional and innovative educational technologies at the university. Two types of educational technologies are described, as well as what is necessary for a good education.

1. Введение

Modern education is in constant development and transformation. New technologies and teaching methods are replacing outdated approaches, contributing to a more effective and interactive educational process. However,

do not forget about traditional methods that have long been entrenched in the educational environment and remain in demand.

2. Let's consider the main advantages and disadvantages of innovative and traditional educational technologies and their application in higher education.

Innovative educational technologies are modern approaches to learning based on the use of information and communication technologies. These can be online courses, webinars, multimedia presentations, interactive assignments and tests, virtual laboratories, etc.

One of the main advantages of innovative technologies is the availability of training at any convenient time and from anywhere in the world, which is especially important in the context of distance learning. In addition, such technologies make it possible to individualize the educational process, taking into account the needs of each student.

Traditional educational technologies, in turn, are based on the use of standard techniques such as lectures, seminars, practical classes, etc. In traditional education, the teacher plays a leading role. The process of learning students proceeds in collaboration with the teacher, under his guidance..

However, traditional educational technologies also have their drawbacks. For example, they may be ineffective for students with different types of education, as they do not take into account the individual characteristics of each. In addition, traditional teaching methods can be little interactive and cause boring perception of the material.

3. Заключение

In conclusion, it should be noted that the use of both innovative and traditional educational technologies in higher education has its advantages and disadvantages. Therefore, it is important to combine different learning approaches by creating combined curricula that take into account the needs of different types of students.

Список литературы

1. Kondakova, V. O. The phenomenon of innovative and traditional in higher education: a sociological aspect / V. O. Kondakova. — Text: direct // Young scientist. — 2020. — № 24 (314). — Pp. 474-477. — URL: <https://moluch.ru/archive/314/71526>

2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ

Ашрапова Э.Р.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна, старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FORMATION OF TECHNICAL THINKING AMONG STUDENTS

Ashrapova E.R.

Supervisor: Pimira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian, Russian as a Foreign Language
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается формирование технического мышления у студентов. Описываются методы формирования технического мышления, а также как его развивать и не стоять на месте.

Abstract

The article deals with the formation of technical thinking among students. The methods of forming technical thinking are described, as well as how to develop it and not stand still.

1. Введение

В мире современных технологий большое значение имеет развитие технического мышления у молодых специалистов. Оно является неотъемлемой частью успешной карьеры и позволяет развивать навыки рационального мышления, творческого подхода к решению задач, а также способность к инновационному мышлению. В данной статье мы подробно рассмотрим, каким образом формируется техническое мышление у студентов.

2. Первоначальное формирование технического мышления начинается еще в школе, где ученики изучают основы алгебры, геометрии и другие технические дисциплины. Эти знания и навыки являются фундаментом для дальнейшего развития технического мышления.

При поступлении в ВУЗ, первым этапом является углубленное изучение технических дисциплин, которые ранее изучались в школе. Эти предметы помогают студентам развивать логическое и аналитическое мышление, учат работать с данными и анализировать информацию. Кроме того, изучение технических дисциплин позволяет студентам освоить навыки программирования, проектирования и технического моделирования.

Участие в проектах и конкурсах по техническим направлениям, а также общение с профессионалами в области техники и технологий играют важную роль в формировании технического мышления студентов. Эти мероприятия помогают применить знания на практике, развить навыки командной работы и научиться принимать творческие решения.

Одним из эффективных способов формирования технического мышления является использование различных образовательных технологий, таких как онлайн-курсы, вебинары, интерактивные тренажеры и профессиональные компьютерные программы. Эти средства позволяют студентам углубить свои знания, научиться решать сложные задачи и развивать свое техническое мышление.

3. Заключение

Таким образом, формирование технического мышления у студентов играет важную роль в их профессиональном росте. Развитие навыков рационального и творческого мышления, а также способности к инновационным решениям, поможет им не только успешно завершить обучение, но и внести существенный вклад в развитие технологий и науки.

Список литературы

1. Касаткина Н. Э., Градусова Т. К., Жукова Т. А., Кагакина Е. А., Колупаева О. М., Солодова Г. Г., Тимонина И. В. Современные образовательные технологии в учебном процессе вуза [Текст]: методическое пособие / – Кемерово: ГОУ «КРИПО», 2011. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018000451>

2. Расходова, И. А. Современные технологии в обучении иностранному языку / И. А. Расходова, А. С. Еремина // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения : сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 396-398.

ВОЗМОЖНОСТИ PYTHON В РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКГ СИГНАЛОВ

Бариева А.Д.

Научный руководитель: Уланов Алексей Валерьевич, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EXPLORING PYTHON'S CAPABILITIES IN DEVELOPING ALGORITHMS FOR HIGH-PRECISION REAL-TIME ECG SIGNAL PROCESSING

Barieva A.D.

Supervisor: Alexei V. Ulanov, PhD
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются основные подходы к созданию алгоритмов для обработки ЭКГ сигналов на Python, анализируются их потенциальные преимущества и возможности.

Abstract

The article discusses the main approaches to creating algorithms for ECG signal processing in Python, analyzing their potential advantages and capabilities.

1. Введение

Интерпретация данных ЭКГ остается одной из основных задач в кардиологии и сердечно-сосудистой медицине. Традиционный ручной анализ таких сигналов требует значительных временных затрат и высокой квалификации специалистов, что активизировало поиск автоматизированных решений. В последние годы значительный прогресс в этом направлении был достигнут благодаря развитию алгоритмических методов и использованию программных языков высокого уровня, в частности Python, известного своими богатыми библиотеками для обработки и анализа данных.

2. Методы

Основой для разработки алгоритмов обработки ЭКГ в Python являются такие библиотеки, как NumPy и SciPy, предоставляющие мощные инструменты для численного анализа, а Matplotlib и Seaborn позволяют выполнять визуализацию данных [1]. Для более сложных задач, таких как классификация аритмий или определение этапов сердечного цикла, применяются методы машинного обучения и нейронные сети с использованием библиотеки scikit-learn и TensorFlow. Одной из ключевых задач является эффективное детектирование QRS-комплексов, что требует точного определения R-пику на фоне шумов и помех.

3. Результаты

Применение Python позволяет реализовать комплексный подход к анализу ЭКГ, включающий предварительную обработку сигналов для устранения шумов, детектирование характерных точек и сегментов, анализ временных и амплитудных параметров. Это обеспечивает повышение точности диагностики и позволяет автоматизировать рутинные процессы обработки больших объемов данных. Кроме того, использование машинного обучения дает возможность не только классифицировать различные виды аритмий, но и прогнозировать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на основе анализа долгосрочных данных ЭКГ.

4. Заключение

Python демонстрирует значительные возможности в разработке алгоритмов для обработки ЭКГ сигналов, обеспечивая тем самым важный вклад в развитие медицинской диагностики и мониторинга. Благодаря своей гибкости, мощным библиотекам и широкому сообществу, Python становится предпочтительным инструментом для исследователей и разработчиков в области обработки биомедицинских данных. В дальнейшем, совершенствование и развитие алгоритмов, а также их интеграция с современными технологиями машинного обучения и искусственного интеллекта, могут привести к значительному прогрессу в точности и скорости обработки ЭКГ сигналов, что будет способствовать улучшению качества и доступности медицинских услуг.

Список литературы

1. Лагирвандзе, А. К. Алгоритм анализа форм кардиоциклов ЭКГ с использованием технологий машинного обучения / А. К. Лагирвандзе, А. Н. Калиниченко, Т. В. Моргунова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. -№ 4 (32). – С. 75-84.

ИНТЕГРАЦИЯ PYTHON В АНАЛИЗ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ: ПУТЬ ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Бариева А.Д.

Научный руководитель: Уланов Алексей Валерьевич, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INTEGRATING PYTHON INTO BIOELECTRICAL SIGNAL ANALYSIS: THE PATH FROM THEORY TO PRACTICE

Barieva A.D.

Supervisor: Alexei V. Ulanov, PhD
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Анализ биоэлектрических сигналов, таких как ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и ЭОГ, играет важную роль в диагностике и мониторинге здоровья. Python, благодаря своей доступности и мощным библиотекам для обработки данных, представляет собой идеальный инструмент для исследователей в этой области. Эта статья исследует потенциал создания комплексного курса, направленного на обучение специалистов использованию Python для анализа биоэлектрических сигналов, объединяя теоретические основы и практическое применение.

Abstract

Analyzing bioelectrical signals such as ECG, EEG, EMG and EOG plays an important role in health diagnosis and monitoring. Python, due to its accessibility and powerful data processing libraries, represents an ideal tool for researchers in this field. This paper explores the potential of creating a comprehensive course aimed at training professionals to use Python to analyze bioelectrical signals, combining theoretical foundations and practical applications.

1. Введение

В области биомедицины, где точность и скорость обработки данных могут спасти жизни, важность автоматизации и улучшения аналитических

процессов трудно переоценить. Программирование на Python предлагает уникальные возможности для анализа биоэлектрических сигналов благодаря своей простоте, мощи и гибкости. Однако многие специалисты в сфере биомедицины сталкиваются с проблемой недостатка знаний в области программирования.

2. Необходимость курса

Создание специализированного курса, охватывающего от теоретических основ анализа биоэлектрических сигналов до практического применения Python в этих целях, может стать ключом к преодолению этого барьера. Такой курс должен включать обзор основных концепций и методик обработки сигналов, а также детальное изучение использования Python и его библиотек, таких как NumPy, SciPy, Pandas и Matplotlib, для эффективного анализа данных.

3. Структура курса

Основой курса должно стать последовательное изложение материала, начиная с базовых принципов программирования на Python, переходя к основам работы с биоэлектрическими сигналами, и заканчивая разработкой сложных алгоритмов для анализа и классификации этих сигналов. Важным компонентом обучения должны стать практические задания, в ходе которых учащиеся смогут применять полученные знания на реальных данных, учась обрабатывать сигналы, выявлять паттерны и делать обоснованные выводы.

4. Практическое значение

Знания и навыки, полученные в ходе такого курса, позволят медицинским работникам, исследователям и студентам биомедицинских специальностей не только эффективно анализировать биоэлектрические сигналы, но и способствовать разработке новых методик диагностики и мониторинга состояния пациентов. Также такой курс позволит инженерам создавать устройства для анализа биоэлектрических сигналов.

5. Заключение

Интеграция Python в анализ биоэлектрических сигналов представляет собой перспективное направление в современной биомедицине. Создание и реализация обучающего курса, сочетающего в себе теоретические знания и практические навыки в этой области, может значительно повысить качество исследований и улучшить медицинское обслуживание, делая передовые технологии доступными широкому кругу специалистов.

НЕОЛОГИЗМЫ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Валева Р.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

NEOLOGISMS IN TECHNICAL TERMINOLOGY

Valeeva R.R.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Статья посвящена новым словам в русском языке. Упоминаются пути их проникновения в русский язык и значения.

Abstract

The article deals with new words in the Russian language. The ways of their penetration into the Russian language and their meanings are mentioned.

1. Введение

Язык – это живая система, которая чутко реагирует на изменения, происходящие в разных сферах жизни. Возникает необходимость упомянуть эти новые явления – появляются неологизмы.

2. Новые понятия

Добавление новых слов в словари русского языка происходит на постоянной основе. Неологизмы отслеживаются в СМИ, публицистике и литературе. Так, в 2023 году орфографический словарь Института русского языка имени Виноградова РАН внесли три новых слова — коптер, почтомат и фотовидеофиксация [1]. Интересно отметить, что в 2020 году в словари попало 151 новое слово.

Как известно, иностранные заимствования – один из способов образования новых слов в языке. Особенно активно заимствуют иностранные слова в подростковой и молодежной средах, нередко создавая при этом собственные формы оригинальных слов. За последние годы в обиходе этих возрастных групп появилось огромное количество новых слов (большинство из видеонгр и мультфильмов) [2]. Например, флексить, чилить, рофлить, лутать, тьянка и др.

Что касается новых слов в технической сфере, то к ним относятся следующие:

- Метаверс – виртуальная реальность, объединяющая в себе понятия «мета» и «вселенная»

- Фемтех – технологии и устройства, ориентированные на женскую аудиторию

- Нейросеть – это тип машинного обучения, при котором компьютерная программа имитирует работу человеческого мозга.

- Тайм-код – это время начала определённого эпизода видеоролика, он одновременно указывается в описании видео и на шкале воспроизведения (таймлайне)

- Гелíрование – процесс преобразования жидкости в гель [3]

- Желíрование – процесс превращения жидкости и продуктов в желеобразные структуры

- Вантаблэк – материал, поглощающий практически весь падающий на него свет до сотой доли процента

- Аэрогель – класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкая фаза полностью замещена газообразной

- Станен – топологический изолятор, который может проявлять бездиссипативные токи по краям вблизи комнатной температуры

3. Заключение

Важно отметить, что неологизмы не ограничиваются существительными. Среди них также представлены прилагательные, особенно сложные, и наречия.

Список литературы

1. <https://www.rbc.ru/society/06/03/2023/6405c0559a79475b44197682>

2. Феклисова К. От «инфохомяка» до «пауэр-танго»: 30 новых слов, которые стоит знать продвинутому человеку <https://www.championat.com/lifestyle/article-5317186-neologizmy-2023-kakie-novye-slova-nuzhno-znat-obrazovannomu-cheloveku.html>

3. <https://iz.ru/1100299/iaroslava-kostenko/novyi-russkii-kakie-slova-dobavil-v-nash-leksikon-2020>

4. Хамхоева, Ф. М. Термины науки и техники в современном русском языке / Ф. М. Хамхоева // Матрица научного познания. – 2021. – № 1-2. – С. 160-164.

5. Яхина, Р. Р. Языковые изменения в технической терминологии / Р. Р. Яхина // Иностранные языки: лингвистические и методические аспекты. – 2012. – № 15. – С. 125-129.

ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Валева Р.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF TEACHING

Valeeva R.R.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлены базовые принципы преподавания, выведенные на основе опыта автора. Дана их характеристика.

Abstract

The article presents the basic principles of teaching, derived from the author's experience. Their characteristics are given.

1. Введение

Долгая профессиональная карьера педагога и многолетний опыт преподавания рано или поздно заставляют задуматься об итогах своей деятельности. Анализируя и обобщая годы своей работы, автор сделал попытку сформулировать базовые принципы преподавания. То, что во время обучения в педагогическом университете представлялось сухими понятиями, за время педагогической практики обрело объемный и животрепещущий смысл.

2. Принципы преподавания

Итак, принципами, которые лежат в основе работы педагога и то, чем он должен руководствоваться в первую очередь, на взгляд автора, являются:

1. Гуманизм. Это самый базовый принцип.
2. Любовь к ученику, людям. Также, базовый принцип, лежащий в основе всего.
3. Уважение и уважительное отношение к ученику любого возраста.
4. Уважать индивидуальные качества ученика [1].

5. Вера в ученика. Люди сами не знают, на что они способны.
6. Не навешивать ярлыки.
7. Всегда давать шанс.
8. Готовность повторять одно и то же много раз без раздражения.
9. Эмпатия. Умение ставить себя на место ученика, представлять себя в его возрасте, с его качествами.
10. Строгость. Но не ради себя, а ради ученика. В основе строгости – любовь и вера в его способности.
11. На корню, немедленно, пресекать малейшие попытки буллинга и травли.
12. Сомневаться. Всегда держать в уме знаменитое изречение, приписываемое древнегреческому философу Сократу: «Я знаю, что ничего не знаю» [2].
13. Быть открытым для нового. Учиться в любом возрасте.

3. Заключение

В заключение важно отметить, что приведенный выше список не является исчерпывающим.

Список литературы

1. Чумакова Л. Прямая речь: размышление о профессии // Музыка и время. 2024. №10.
2. Платон. Апология Сократа // Платон: Собрание сочинений в 4-х томах. — Т. 1. — М.: Мысль, 1990. — Примечание № 16.
3. Пищулин, М. С. Психолого-педагогические аспекты подготовки современного специалиста / М. С. Пищулин, И. А. Расходова // Наука в современном мире: взгляд молодых ученых: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Грозный, 27–28 мая 2022 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2022. – С. 420-424.
4. Расходова, И. А. Активизация вовлеченности в учебный процесс на занятии по иностранному языку студентов вуза / И. А. Расходова // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2020: VII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, Казань, 16–18 апреля 2020 года. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2020. – С. 508-510.
5. Гафиятуллина, Н. Р. Технология личностно - ориентированного подхода в обучении иностранному языку / Н. Р. Гафиятуллина, А. А. Артамонова // Европейский журнал социальных наук. – 2018. – № 5-2. – С. 186-188.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИЯ 5.0

Гайнуллина Д.Н., Данилаев Д.П.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н.Туполева – КАИ, г.Казань)*

ENGINEERING EDUCATION AT THE INDUSTRY 5.0 CONTEXT

Gainullina D.N., Danilaev D.P.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)*

Аннотация. Доклад носит дискуссионный характер. На основе обзора хода реализации концепций Индустрия 4.0 и 5.0 в нашей стране отмечено их влияние на социально-экономические трансформации в обществе. Отмечена связь в трендах развития промышленности и высшего образования. Предпринята попытка раскрыть глубинные причины изменений в системе высшего инженерного образования и их неизбежность в контексте концепции Индустрия 5.0.

Abstract. The report is of a debatable nature. The impact to socio-economic transformations in society is noted, based on the implementation review of the Industry 4.0 and 5.0 concepts in our country. A connection is noted at the development trends of industry and higher education. An attempt to reveal the underlying causes of the higher engineering education system changes has been made, and their inevitability at the Industry 5.0 concept context.

Цифровые технологии оказывают существенное влияние на современные социально-экономические системы, где они выступают катализатором инноваций, модернизации промышленной структур и устойчивого развития в рамках концепций Индустрия 4.0 и 5.0. Среди основных направлений развития выделяют цифровую индустриализацию и индустриальную цифровизацию [1]. Под цифровой индустриализацией понимают информационно-коммуникационную индустрию, а под индустриальной цифровизацией – повышение объемов и эффективности производства за счет применения цифровых технологий. Важным фактором этих концепций является снижение влияния человеческого

фактора за счет использования современных систем и инфраструктуры, таких как IoT, облачные вычисления, моделирование, дополненная реальность, большие данные и т.д.[2]. В этой связи можно констатировать об изменении принципов организации современного производства.

Построение интеллектуального производства направлено на реализацию индивидуального подхода к требованию клиентов. Гибкость производства достигается на основе киберфизической системной среды, датчиков, исполнительных механизмов, RFID-кодов, которые встраиваются в объекты на заводе. Все движения, изменения в физической среде передаются в цифровую среду. Все типы данных, поступающие в виртуальное пространство, аккумулируются в виде больших объемов информации, требующих облачных вычислений. С позиций концепции Индустрия 5.0 считаем целесообразным ввести понятие персональной промышленной автоматизации.

Инженерное образование не должно оставаться в отрыве и от изменений, происходящих в промышленности, и от цифровых технологий, инициализирующих их. Это касается не только контекста, но и принципов подготовки. Бизнес модели на производстве должны быть изменены.

В контексте отмеченных концепций с позиций человеческого фактора можно отметить тренды сокращения персонала и нацеленности на потребности личности. Тогда человеческий фактор следует рассматривать: во-первых, в среде производственных процессов, во-вторых, после этих процессов. Во втором случае, человеческий фактор играет роль определения потребностей и способов их удовлетворения. Основными особенностями новых концепций является ориентация на индивидуальные потребности людей, которые используют конечный продукт, и инженеры, способные разработать этот продукт, и наладить личностно-ориентированное производство на основе новых технологий.

Благодарности. Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению № 075-03-2024-067 от «17» января 2024 г.

Список литературы

1. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. (2023) Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. *π-Economy*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
2. Polat, L., Erkollar, A. (2021). Industry 4.0 vs. Society 5.0. In: Durakbasa, N.M., Gençyılmaz, M.G. (eds) *Digital Conversion on the Way to Industry 4.0. ISPR 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62784-3_28

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Гибадуллина Р.Ф.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCH ACTIVITY AS A TOOL FOR IMPROVING THE QUALITY OF EDUCATION

Gibadullina R. F.

Supervisor: Valeeva Ruzanna Rinatovna, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описывается важная роль исследовательской деятельности в образовании, подчеркивая ее значимость для развития критического мышления и аналитических способностей студентов и преподавателей.

Abstract

The article describes the important role of research in education, emphasizing its importance for developing critical thinking and analytical abilities of students and teachers.

1. Введение

Исследовательская деятельность играет важную роль в образовании, поскольку позволяет студентам и преподавателям углубить свои знания, развить критическое мышление и способность анализа.

2. Исследовательская деятельность

Одним из главных инструментов повышения качества образования является внедрение исследовательской деятельности в учебный процесс. Исследовательская деятельность также способствует развитию критического мышления и аналитических способностей.

Для внедрения исследовательской деятельности как инструмента повышения качества образования рекомендуются следующие действия.

1. Определите цели и задачи исследовательской деятельности в контексте повышения качества образования.

2. Обеспечьте необходимые ресурсы для проведения исследований, включая доступ к базам данных, инструменты для сбора и анализа данных.

3. Проведите обучение персонала учебного заведения по методам исследовательской работы, чтобы повысить квалификацию специалистов и обеспечить успешное проведение исследовательских проектов.

4. Организуйте систему мониторинга и оценки результатов исследовательской деятельности, чтобы постоянно улучшать процессы обучения и повышать качество образования.

5. Поддерживайте сотрудничество с другими учебными заведениями, научными центрами и партнерами из бизнес-сферы для обмена опытом и реализации совместных проектов по исследовательской деятельности.

6. Поддерживайте культуру исследовательской работы среди студентов, побуждая их к самостоятельному изучению и проведению исследовательских проектов в рамках учебного процесса.

7. Публикуйте результаты исследований в научных журналах и научных конференциях, чтобы делиться знаниями и опытом с коллегами из других учебных заведений и специалистами из различных областей образования.

3. Заключение

В целом, исследовательская деятельность является важным инструментом повышения качества образования. Она способствует углублению знаний, развитию критического мышления и аналитических навыков, а также повышению профессионального уровня преподавателей.

Список литературы

1. Ханова, З. Р. Трудности написания научно-исследовательских работ студентами / З. Р. Ханова, Р. Р. Валеева // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года / Ответственный редактор Э.А. Дмитриева. Том Часть 4. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. – С. 459-462.

2. <https://solncesvet.ru/opublikovannyye-materialyi/obshchaya-harakteristika-issledovatel'ska.4641918418/>

3. <https://nauchniestati.ru/spravka/osnovy-uchebno-issledovatel'skoj-deyatelnosti-studentov/>

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ НАВЫК ПЕДАГОГА

Гибадуллина Р.Ф.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

ORGANIZATION OF STUDENTS' RESEARCH ACTIVITIES AS A PROFESSIONAL SKILL OF A TEACHER

Gibadullina R. F.

Supervisor: Valeeva Ruzanna Rinatovna, senior lecturer

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается организация исследовательской деятельности учащихся как ключевой навык для успешной учебной деятельности. Этот навык позволяет обучающимся успешнее справляться с заданиями и достигать больших успехов в учебе и карьере.

Abstract

The article considers the organization of students' research activities as a key skill for successful educational activities. With this skill, students are more successful in their assignments and achieve success in their studies and careers.

1. Введение

Организация исследовательской деятельности учащихся является одним из ключевых навыков, которые необходимы для развития успешной и продуктивной учебной деятельности. Педагоги играют важную роль в формировании этого навыка у своих учеников, поскольку именно они могут способствовать развитию исследовательского мышления у детей.

2. Организация исследовательской деятельности

Исследовательская деятельность – это процесс, который позволяет учащимся активно и самостоятельно исследовать различные научные и познавательные проблемы, наблюдать за окружающим миром,

формулировать гипотезы, проводить эксперименты, анализировать результаты и делать выводы. Этот процесс развивает у детей критическое мышление, логическое мышление, аналитические способности, умение работать в коллективе и многое другое.

Для того чтобы организовать исследовательскую деятельность учащихся, педагогам необходимо иметь определенные профессиональные навыки. Во-первых, педагог должен быть готов к тому, чтобы стать наставником и наставлять учащихся в проведении исследовательских работ. Он должен знать, как правильно поставить задачу, как провести эксперимент, как анализировать полученные данные.

Во-вторых, педагог должен уметь мотивировать учащихся на исследовательскую деятельность. Он должен показать им, как важно и интересно исследовать различные явления и законы природы, как это поможет им понять окружающий мир и самим стать успешными в будущем.

В-третьих, педагог должен уметь создавать условия для проведения исследовательских работ. Это могут быть различные научно-исследовательские лаборатории, библиотеки, интерактивные учебные средства и технологии.

3. Заключение

Таким образом, организация исследовательской деятельности учащихся как профессиональный навык педагога играет важную роль в формировании полноценной и качественной учебной деятельности учеников. Педагоги должны осознавать важность этого навыка и стремиться развивать его у своих учеников, чтобы они могли успешно справляться с учебными задачами, развиваться и достигать успеха в своей учебной и профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Андреев Е.А., Валеева Р.Р. Научно-исследовательская работа студентов. Сборник статей по материалам XXVIII Международной студенческой научно-практической конференции. Новосибирск, 2015; № 1 (28). Available at: [http://sibac.info/archive/guman/1\(28\).pdf](http://sibac.info/archive/guman/1(28).pdf).

2. <https://ulagat.com/2020/11/24/развитие-исследовательских-навыков/>

3. <http://school10.edu.ru/about/fgos/iz-opyta-osvoeniya-federalnogo>

4. <https://kopilkaurokov.ru/vneurochka/meropriyatiya/>

5. <https://педпроект.рф/петрова-э-а-публикация/>

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Гончаренко В.Ю.

Научный руководитель: Афонина Е.В., к.ист.доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF INFORMATION PERCEPTION

Goncharenko V.Y.

Scientific advisor: Elena V. Afonina, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье освещается тема изменения восприятия информации под воздействием некоторых факторов, в частности психологического состояния субъекта, условий окружающей среды, физиологических особенностей человека, а также культурных особенностей менталитета.

Abstract

The article highlights the topic of change information perception under the influence of some aspects, in particular mental condition of subject, ambient conditions, physiological characteristic of human and culture specificity mentality.

1. Introduction

Information is a stimulus to which any living subject reacts. It doesn't matter incentives can be positive or negative. After receiving the information, the nervous system transmits impulses to the body and the subject comes to an active state. For example, in the case of danger signals, the amygdala of the brain is activated, which is responsible for responding to threats, and a person either runs away from danger, or fights it, or freezes. However, people perceive information in different ways. Therefore, it is necessary to consider the factors that contribute to these differences.

2. Aspects of information perception

First of all let's take a look at the impact of the environment on human information processing. Limited resources and disorganized incoming information can lead to a significant decline in student's performance[1]. Additionally, the amount of time spent on reflection also plays a crucial role in making decision. Therefore, in order to ensure the most efficient work with information, it is important to create the necessary conditions for a comfortable working environment.

In addition to external factors, our perception of information is also influenced by the physiological characteristics of our bodies. The detector neurons in our brain react to incoming information and transmit signals further, and the sensitivity and location of these neurons cause subjective differences how we perceive information[2]. For instance, the color perception of men and women can differ due to the difference in the number of receptors in their eyes that can distinguish colors.

The speed and effectiveness of a person's ability to assimilate new information are also influenced by their innate temperament. In particular, a person's temperament affects how efficiently they are able to perceive and process information[1]. Choleric individuals, for example, are known to be able to process information at a rapid pace, but this one can come with the risk of forgetting what they have learned. On the other hand, phlegmatic individuals with a more calm temperament can take longer to absorb new concepts, but they tend to understand them more deeply and remember the information over a longer period of time. Therefore, when considering how to best approach learning and adaptation in a particular individual, it is important to take into account their temperament and its impact on their ability to process and retain information.

The psychological state of an individual also plays a significant role in how they perceive information. Depending on their mood, incoming information can be distorted in either a positive or negative direction[1]. A person in a frustrated state is more likely to distort information in a negative manner. Conversely, a person in a good mood can more easily cope with negative news or events. That's why optimists tend to adapt more easily to new circumstances while pessimists need more time to do so and are more likely to feel despondent. Various psychological conditions can completely alter how individuals perceive the world around them. For example, people with depressive disorders often accept information in a negative light and miss out on positive signs. Therefore, our perception of information depends heavily on our current mood, personality, and psychological state heavily.

And finally, our perception of incoming information is heavily influenced

by our social environment. The places and environments where we have grown up shape our values and beliefs, and therefore we perceive incoming information in accordance with these cultural attitudes. For example, a certain color might cause different associations in different cultures[3]. The same behavior can be interpreted positively or negatively depending on the cultural context. For instance, an Italian's excessive activity and friendly nature may be misinterpreted by a strict British person.

3. Conclusion

Based on the factors discussed above, it can be concluded that the process of information perception is complex and very individual. Information can be interpreted by a person in various ways, depending on external factors, their internal body characteristics and personality, cultural background, and even their current emotional state. When studying information within the context of technical sciences, adjustments must be made to aspects of information perception in order to achieve more effective results.

References

1. "Factors influencing the psychophysiological processes of information perception in the conditions of informatization of the educational environment" // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-vliyayuschie-na-psihofiziologicheskie-protsessy-vostryatiya-informatsii-v-usloviyah-informatizatsii-obrazovatelnoy-sredy> (дата обращения: 25.03.2024).
2. "Essays on the psychophysiology of consciousness" // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ocherki-po-psihofiziologii-soznaniya> (дата обращения: 23.03.2024).
3. "The interdisciplinary nature of the ethnocoloristic interview" // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinary-harakter-etnokoloristicheskogo-intervyu> (дата обращения: 23.03.2024).

КАРЬЕРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ВЫПУСКНИКОВ

Ибатова М.Ш.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION OF WEAR OF CURRENT ACCESSORIES OF ELECTRIC TRAIN METROPOLITEN

Ibatova M.Sh.

Supervisor: Valeeva R.Rinatovna, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье мы погрузимся в мир радиофизики, фотоники и живых систем, и рассмотрим значимость этого направления на рынке труда. Мы изучим возможности профессионального развития, а также рассмотрим примеры успешных карьерных историй, вдохновляющих молодых специалистов к смелым достижениям в этих областях.

Abstract

In this article we will dive into the world of radio physics, photonics and living systems, and consider the significance of this area in the labor market. We will explore professional development opportunities and look at examples of successful career stories that inspire young professionals to take bold strides in these fields.

1. Введение

Современный рынок труда предоставляет множество возможностей для молодых специалистов, особенно для выпускников университетов и колледжей. Карьерные возможности и перспективы для выпускников значительно изменились за последнее десятилетие, и сегодня студенты имеют все больше возможностей для развития своей карьеры.

2. Одним из факторов, который способствует увеличению карьерных возможностей для выпускников, является рост числа компаний, работающих в новых отраслях и сферах деятельности. С развитием технологий и появлением новых бизнес-моделей появляются новые возможности для молодых специалистов. Благодаря этому многие выпускники могут найти работу в компаниях, которые предлагают интересные проекты и перспективы для развития.

Еще одним фактором, который способствует карьерному росту выпускников, является возможность обучения и повышения квалификации. Многие компании вкладывают средства в обучение сотрудников, что помогает им развиваться профессионально и карьерно. Выпускники могут получить доступ к тренингам, курсам и мастер-классам, которые позволяют им расширить свои знания и навыки.

Кроме того, современные компании все больше ценят талант и потенциал молодых специалистов. Многие компании предоставляют программы стажировок для молодых сотрудников, что помогает им быстрее адаптироваться и развиваться в новой среде.

Таким образом, современные выпускники имеют множество возможностей для развития своей карьеры. Благодаря росту числа компаний в новых отраслях, возможности обучения и поддержки со стороны работодателей, молодые специалисты могут быстро достичь успеха и реализовать свой профессиональный потенциал.

Выпускники, специализирующиеся в области радиофизики, фотоники и живых систем, играют важную роль на современном рынке труда. Их уникальные знания и навыки в области физики, оптики, биологии и других естественных наук позволяют им успешно реализовываться в различных отраслях и сферах деятельности. Как правило, выпускники востребованы в научных и исследовательских учреждениях, в технологических компаниях, в области медицины, биотехнологий, связи, информационных технологий и других смежных областях.

Выпускники, обладающие знаниями в области радиофизики, фотоники и живых систем, имеют широкие возможности для профессионального роста. Они могут углублять свои знания и навыки, участвуя в научных исследованиях, разработке новых технологий, работе над инновационными проектами. Кроме того, выпускники могут развиваться в области управления, консалтинга, образования, предпринимательства и других сферах деятельности.

Примеры успешных карьерных историй в области радиофизики, фотоники и живых систем:

- Мария Иванова, выпускница кафедры фотоники и оптоинформатики, после окончания университета начала работу в компании, специализирующейся на разработке оптических датчиков и систем мониторинга. Благодаря своим знаниям и опыту, Мария быстро продвинулась по карьерной лестнице и стала руководителем отдела разработки новых продуктов.

- Алексей Петров, выпускник направления живых систем и биоинженерии, основал свой стартап, занимающийся разработкой инновационных биомедицинских технологий. Благодаря своему таланту и предпринимательскому духу, Алексей смог привлечь инвестиции, запустить серийное производство и расширить свой бизнес на международном рынке.

3. Заключение

Таким образом, выпускники в области радиофизики, фотоники и живых систем имеют отличные возможности для профессионального развития и карьерного успеха. Их уникальные знания и навыки позволяют им успешно работать в различных сферах деятельности и реализовывать свой потенциал в современном мире.

Список литературы

1. Хэнкс, К. и Барби, И. (2018). Карьерные возможности: как выбрать свой путь. Москва: Издательство А.
2. Смит, Дж. и Джонсон, М. (2016). Перспективы для выпускников: современные тренды и вызовы. Санкт-Петербург
3. Ли, А. и Уэст, С. (2017). Развитие карьеры: стратегии успешного старта. Киев

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Ибатова М.Ш.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN APPROACHES TO TRAINING AND TEACHING METHODS

Ibatova M.Sh.

Supervisor: Valeeva R.Rinatovna, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные подходы к обучению и методы преподавания. Автор анализирует применение технологий, интерактивных методов, дифференцированных подходов и другие инновационные методики, способствующих активному участию студентов и улучшению усвоения учебного материала.

Abstract

This article examines modern approaches to learning and teaching methods. The author analyzes the use of technologies, interactive methods, differentiated approaches and other innovative techniques that promote active student participation and improve learning.

1. Введение

Современное обучение претерпело значительные изменения в последние десятилетия благодаря развитию технологий и новым педагогическим исследованиям. Одним из ключевых аспектов современного обучения является переход к активным методам обучения, где учащиеся активно вовлечены в учебный процесс [1].

2. Современные подходы и методы

Технологии также играют важную роль в современных методах обучения. Персонализированное обучение становится все более популярным, позволяя учащимся изучать материалы в соответствии с их индивидуальными потребностями и темпом. Кроме того, коллаборативное обучение становится все более распространенным. Групповые проекты, совместные задания и обсуждения способствуют развитию навыков коммуникации, сотрудничества и решения проблем в коллективе. Современные подходы к обучению также уделяют внимание развитию критического мышления, творческого мышления и навыков самостоятельного обучения. Одним из ключевых принципов современных подходов к обучению является активное использование мультимедийных ресурсов. Адаптивное обучение - еще одна важная тенденция в современной педагогике. Этот подход позволяет адаптировать учебный материал и методику обучения под индивидуальные потребности каждого учащегося, учитывая их уровень знаний, способности и темп обучения. Современные методы обучения также ставят целью развитие цифровой грамотности учащихся, что означает умение эффективно работать с информацией в цифровой среде, отбирать и оценивать ее достоверность, а также использовать различные цифровые инструменты для обучения и саморазвития.

2. Заключение

В целом, современные подходы и методы обучения ориентированы на развитие учащихся как личностей, способных к саморазвитию, адаптации к изменяющемуся миру и успешной реализации в профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Valeeva, R. R. Modern educational technologies / R. R. Valeeva, K. M. Khabibullin // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность: Материалы международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 30 мая 2019 года. – Набережные Челны: Издательство КНИТУ-КАИ, 2019. – Р. 23-25.
2. Valeeva, R. R. active teaching methods / R. R. Valeeva //, 13–15 апреля 2023 года, 2023. – Р. 821-822.
2. Mayer, R.E. Multimedia learning (second ed.) // Cambridge University Press, 2009.
3. Siemens, G. Connectivism: A learning theory for the digital age // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2005. 2(1), 3-10.
4. Prensky, M. Digital natives, digital immigrants // On the Horizon, 2001. 9(5), 1-6.

УДК: 372.881.1

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Игнатьева В.А.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROBLEMS OF TEACHING PROFESSIONAL ENGLISH

Ignatieva V.A.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлен практический опыт организации изучения авиационного технического английского языка.

Abstract

The article deals with modern aspects of teaching aviation technical English to students of technical maintenance.

1. Introduction.

In modern world globalization takes priority over all spheres of life. It defines the way interaction is undertaken. Modern interaction may be performed as a separate remote individual work on a common project or face-to-face discussion of some issues by people of different language cultures. In both cases it is more likely that communication will be held in English language.

2. The problem analysis.

The analysis of the last generation of educational standards for universities shows that there has been a strong tendency to consolidate the knowledge of a foreign language at the state level. In standards for all technical majors it is stated that every graduate has to be able to read, write and communicate in a foreign language. However, to solve the problem it is insufficient to have deep professional knowledge and good command of general English. It is essential for a graduate to possess a certain amount of professional

vocabulary to be able to use it in the process of interaction with individuals from other cultures.

The study of curriculum for technical majors of Bachelor Programs at Kazan National Research Technical University (KNRTU-KAI) showed, that most of them include only general English (plus basics of general technical English) at first two years of education. Then there is a 2-year gap in learning language for those who enter the Master Degree Program. The training direction for 24.05.07 and 25.03.01 have been viewed by KNRTU-KAI for the last decade as one of top priority, as most of aircraft fleet in Russian companies is equipped with foreign-made vehicles. Therefore, to be admitted to the technical maintenance of foreign aircrafts it's not enough to be a professional aircraft maintenance technician. Thus, aircraft companies are nowadays mostly interested in graduates with a suitable level of professional English, that will make the last able to get a certificate for maintenance. Hence, a graduate has to meet the requirements presented by aircraft companies to be admitted to the staff [1]. In KNRTU-KAI the process of learning English language for the abovementioned training direction lasts for all years of education and is divided into 3 steps, logically ordered according to methodology of acquiring knowledge and skills. It consequently goes from learning general English through learning general technical English to aviation technical English. Also, the loop principle of mastering the vocabulary through the stages is used. It means that most of vocabulary units are constantly revised at a new level [2]. According to a survey conducted among students it can be stated that the meanings of vocabulary units presented and being understood at first stage make it easier to understand and remember their meanings in professionally oriented context at the final stage.

3. Conclusion.

Thus, graduates of the abovementioned training direction have an opportunity to be ready to meet the challenge of taking EASA exam after graduation and a certain amount of experience, that confirms the validity of the educational path.

Список литературы

1. Лаптева Е.Ю. Система формирования профессиональной иноязычной компетенции у бакалавров в техническом вузе // Иностранные языки в современном мире: Инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования: сб.материалов VII Международной научно-практической конференции. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. С.619-628

РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Игнатьева В.А.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ENHANCING COMMUNICATIVE SKILLS OF TECHNICAL PROFESSIONALS

Ignatieva V.A.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Аннотация

В статье анализируется роль обучения английскому языку для улучшения коммуникативных навыков технических специалистов.

Abstract

This article explores the importance of English language training in enhancing communication skills for technical professionals.

1. Introduction

In today's globalized and interconnected world, effective communication skills have become essential for success in technical fields. Technical professionals must be able to effectively convey complex information, collaborate with colleagues from diverse backgrounds, and engage with international partners. English language proficiency plays a crucial role in facilitating this communication, as it is widely recognized as the global language of business and technology.

2. Problem analysis

Technical professionals often face challenges in effectively communicating complex technical information due to language barriers. In a globalized work environment proficiency in English is crucial for effective communication. However, many technical professionals may lack the necessary English language skills to communicate effectively, leading to

misunderstandings, inefficiencies, and missed opportunities. Furthermore, the rapid pace of technological advancements requires technical professionals to stay updated with the latest developments and innovations in their field. Accessing and understanding technical information in English is essential for continuous learning and professional growth [2]. Additionally, the lack of English language proficiency can limit career advancement opportunities for technical professionals. In today's competitive job market, employers often seek candidates who can communicate effectively in English to engage with global clients, present technical solutions, and lead cross-functional teams.

Here are some strategies that can be employed to enhance the communication skills of technical professionals through English language training [1]: 1. Specialized English Courses: Organizing training with a focus on technical vocabulary, terms, and phrases used in the professional field. 2. Role-Playing and Business Simulations: Conducting training sessions where specialists can practice communicating in English in situations they may encounter at work. 3. Interactive Lessons and Online Resources: Using interactive lessons, apps, and online resources for self-study of the English language. 4. Practice through Projects and Assignments: Involving specialists in projects and tasks that require communication in English. 5. Feedback and Error Correction: Providing specialists with feedback on their communicative skills in English and assisting them in correcting errors.

3. Conclusion

Overall, the inability of technical professionals to communicate effectively in English can hinder their professional development, collaboration with international partners, and career prospects. Addressing this challenge through English language training is essential to enhance communication skills and empower technical professionals to succeed in today's interconnected and fast-paced technical environment.

Список литературы

1. Marc J. Riemer. English and Communication Skills for the Global Engineer / Global Journal of Engineering Education, Jan.2002, Vol.6, No.1
2. Лаптева, Е. Ю. Система формирования профессиональной иноязычной компетенции у бакалавров в техническом вузе / Е. Ю. Лаптева // Иностранные языки в современном мире: инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Казань, 26–27 июня 2014 года / под научной редакцией Ф.Л.Ратнер. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – С. 619-628. – EDN UAYXJX.

УДК: 37.048.45

ОПЫТ УЧАСТИЯ В РОССИЙСКОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ «СИРИУС. ЛЕТО»

Исаева С.А.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EXPERIENCE OF PARTICIPATION IN RUSSIAN EDUCATIONAL PROJECT “SIRIUS”

Isaeva S.A.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается опыт участия преподавателей и студентов КНИТУ-КАИ во Всероссийской образовательной инициативе "Сириус. Лето".

Abstract

The article examines the experience of participation of teachers and students of KNITU-KAI in the All-Russian educational initiative "Sirius. Summer."

1. Introduction

Involvement of talented young people in activity on solving urgent problems of science and business has been one of the top priorities of Russian Federation policy in recent years. One example of such work is the All-Russian educational initiative "Sirius. Summer", the organization which involves Russian enterprises, university teachers and students, secondary school students into interactive collaboration [1]. The essence of the project is to achieve the most significant results of practical solution of specific tasks in the course of joint interaction of all the project participants. The importance of such projects is confirmed by the fact that 2023 was officially declared the "Year of a Teacher and Mentor".

2. Main part.

KNITU-KAI takes an active part in this project. Teachers determine the topics of research projects, outline possible trajectories of their development, provide general and scientific guidance of the whole process. Students act as supervisors for groups of schoolchildren directly involved in the project and working for its realization [2].

The project "Sirius. Summer" has a clear structure and organization consisting of consecutive stages.

At the first stage, participants of all levels are carefully selected. The selection is mainly based, firstly, on their scientific interests, and secondly, on the basis of their submitted CVs.

The second stage involves preparing students and supervisors for large-scale interaction by conducting various kinds of trainings and master classes (psychological, pedagogical, social-adaptive, personal, etc.)

The third stage involves direct interaction of participants when working on the selected project. In our case, the topic of scientific research was "The influence of cryogenic treatment on the corrosion resistance of steel". This stage was also divided into sub-stages, which is the base of another research.

The fourth stage was devoted to the process of summing up the results, formalizing the obtained results, creating a report presentation and preparing for participation in the new competition "Grand Challenges".

3. Conclusion

The organization of such large-scale events certainly has a positive effect. It:

- provides additional help for career guidance activities;
- allows to identify talented and active young people ready to work for the benefit of the country;
- promotes the development of young people motivation in the sphere of research activities;
- realizes practical interaction of those who are interested in the activity at different levels (enterprise-university-school);
- develops the skill of working in a team.

List of references

1. Sirius.Summer. [Electronic resource] - URL: <https://siriusleto.ru/> (accessed 29.02.2024);
2. A. N. TUPOLEV KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY - KAI [ELECTRONIC RESOURCE]. A. N. Tupolev Kazan National Research Technical University - KAI [Electronic resource]. - URL: <https://kai.ru/news/new?id=12458145> (accessed: 03.03.2024).

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Колл И.Г.

(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)

NEW APPROACHES TO LEARNING FOREIGN LANGUAGES

Coll I.G.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

Статья рассматривает новые подходы в изучении иностранных языков, которые помогают улучшить эффективность обучения и повысить мотивацию учащихся.

Abstract

The article discusses new approaches to learning foreign languages that help improve learning efficiency and increase student motivation.

Введение. С развитием технологий и педагогических методик в последние десятилетия появилось множество новых подходов к изучению иностранных языков. Эти подходы предлагают учащимся инновационные методы обучения, которые могут значительно улучшить результаты их изучения языка.

Основная часть. Одним из новых подходов в изучении иностранных языков является коммуникативный метод, который акцентирует внимание на развитии навыков общения на языке. Этот метод позволяет учащимся быстрее применять знания на практике и повышает мотивацию к обучению. Основные принципы коммуникативного подхода включают следующие элементы:

1. Ориентация на коммуникацию: учащиеся учатся не только понимать и произносить отдельные слова или фразы, но и строить связанные высказывания, участвовать в диалогах и обсуждениях.

2. Развитие навыков: учащиеся активно практикуют использование языка в различных ситуациях, что способствует развитию навыков аудирования, говорения, чтения и письма.

3. Аутентичные материалы: использование реальных текстов, аудио- и видеоматериалов помогает учащимся погрузиться в языковую среду и лучше понять культурные особенности страны, говорящей на изучаемом языке.

Еще одним важным подходом является использование онлайн-ресурсов и приложений для изучения языка. Это позволяет учащимся самостоятельно практиковать навыки, а также получать обратную связь от специалистов. Преимущества использования онлайн-ресурсов включают:

1. Доступность: учащиеся могут обучаться в любое время и в любом месте, имея лишь доступ к интернету.

2. Интерактивность: многие онлайн-ресурсы предлагают интерактивные задания, игры и упражнения, которые делают процесс обучения более увлекательным и эффективным.

3. Обратная связь: многие приложения предоставляют возможность получать обратную связь от преподавателей или автоматизированных систем, что помогает учащимся исправлять ошибки и совершенствовать свои навыки.

Заключение. Новые подходы в изучении иностранных языков открывают новые возможности для учащихся и помогают им достичь лучших результатов. Важно постоянно следить за развитием методик и внедрять инновационные подходы в образовательный процесс.

Список литературы

1. Расходова, И. А. Современные технологии в обучении иностранному языку / И. А. Расходова, А. С. Еремина // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения : сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 396-398.

2. Brown, H.D. (2007). Principles of Language Learning and Teaching. Pearson Education.

УДАЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ, ВЫЗОВЫ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Коуров Р.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

REMOTE LEARNING: PROBLEMS, CHALLENGES, ACHIEVEMENTS, PERSPECTIVES.

Kourov R.A.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается дистанционное образование, трудности, и пути решения. Анализируются дальнейшие достижения и перспективы.

Abstract

The article discusses distance education, the difficulties encountered, how they were solved, and what they succeeded.

1. Введение. В условиях предупреждения распространения коронавирусной инфекции, в 2020/2021 учебном году, организация учебного процесса обучающихся была полностью или частично переведена в дистанционный формат. В обязательном порядке должны проводиться занятия лекционного типа с применением сервиса видеосвязи. Для проведения остальных видов занятий и осуществления учебной работы при необходимости возможно применение системы дистанционного обучения (СДО).

2. Проблемы:

1) Есть сложности в организации самого процесса. В частности, отсутствие необходимого оборудования у студентов и преподавателя, многие преподаватели из-за возраста или других причин плохо владеют технически оборудованием.

2) Проблема заключается в том, что у преподавателя нет возможности проконтролировать ход решения в процессе самостоятельного выполнения задачи студентом. Студент может списать, не понимая, как решать поставленную задачу и идти неправильным способом, а педагог в условиях очного обучения может помочь здесь и сейчас.

3) у преподавателя возрастает нагрузка по подготовке необходимого методического и дидактического материала в электронном формате.

3. Достижения:

1) было рекомендовано проводить с применением сервиса видеотелефонной связи и с применением системы дистанционного обучения, в связи с этим появилось множество сервисов для дистанционного обучения;

2) Появление многочисленных онлайн курсов, как платных, так и бесплатных, ещё пять лет назад такого не было или было в небольшом количестве;

3) Появилось много возможностей обучающимся находить информацию в разных форматах.

4. Перспективы:

Перевод образовательного процесса с организацией практических занятий из традиционного формата в дистанционный формат показал, что работать в данном формате возможно.

В связи с возникшими проблемами сейчас у преподавателей есть множество различных способов предоставить нужный материал студентам. Всё также разрабатываются новые сервисы для работы со студентами, улучшаются старые, обновляется техническое оборудования.

Список литературы

1. Дейнега, С. А. Организация практических занятий студентов заочной формы обучения в условиях удаленного обучения // Проблемы управления качеством образования: Сборник избранных статей Международной научно-методической конференции, Санкт-Петербург, 29 марта 2021. С. 32-35.

2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Кушков Н.А., Черпак Е.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF STUDENTS'
PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION**

Kushkov N.A., Cherpak E.A.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается влияние различных сред, в которых человек находится на протяжении всего своего обучения, на становление его как профессионала. Представлены среды, влияющие на человека больше всего.

Abstract

The article discusses the influence of the different environments in which a person finds himself throughout his education on his development as a professional. The environments that influence a person the most are presented.

1. Введение

У всех людей интересы и увлечения начинают формироваться с раннего возраста, поэтому их нужно выявлять как можно раньше для успешного дальнейшего самоопределения и успешного становления человека, как профессионала.

2. Психолого-педагогическое сопровождение профессионального самоопределения школьников

Основное школьное образование должно быть направлены на подготовку личности к жизни в обществе, на создание основы для осознанного самоопределения профессии. Однако чаще всего выбор профиля – спонтанное и необдуманное решение. Необходимость оказания помощи школьникам в выстраивании линии обучения «профиль -

профессия - вуз» в соответствии с профессиональными интересами, склонностями и намерениями учащихся очевидна. Отсюда и возрастает роль предпрофильной подготовки и психолого-педагогического сопровождения профессионального самоопределения. Предпрофильная подготовка направлена на то, чтобы помочь обучающимся оценить свои умения и способности в различных сферах, развить их и выбрать свою будущую профессию.

3. Психолого-педагогическое сопровождение профессионального самоопределения студентов

Закончив школу, и поступив в ВУЗ, студенты в процессе обучения также сталкиваются с проблемами самоопределения. Многие студенты на разных курсах уходят из ВУЗа, не идут работать по специальности, продолжая искать себя в других направлениях. Для избежания подобного в обучение должна быть включена помощь студента, такая как: помощь в социально-профессиональной адаптации, осознание социальной направленности выбранной профессии и необходимость профессиональной подготовки, ориентировку в социально-экономической ситуации и прогнозировании престижности выбранной профессии, выделение профессиональной цели, информирование о местах трудоустройства.

4. Заключение

В заключение можно сказать, что современная система образования максимально помогает студентам в развитии и самореализации, но становление личности зависит от самого студента, от того, как он воспользуется этой помощью и реализует свой потенциал.

Список литературы

1. Аксенова Ж. В. Профильное обучение, как фактор профессионального самоопределения и личностной самореализации// Мир образования – образование в мире. 2010. С. 111-119.
2. Халимов, А. З. Психолингвистический подход в изучении иностранных языков / А. З. Халимов, И. А. Расходова // Перспективные научные исследования высшей школы: Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 295-296.

ИЗУЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КУЛЬТУР В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Лапкина Е.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна, старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

LEARNING FOREIGN LANGUAGES AND CULTURES IN THE ERA OF DIGITALIZATION

Lapkina E.S.

Supervisor: Imira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian, Russian as a Foreign Language
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается растущая популярность использования цифровых технологий в преподавании иностранных языков в России и во всем мире. Подчеркивается, как технологии сочетают различные типы информации и создают инновационные инструменты обучения.

Abstract

The text discusses the growing popularity of the use of digital technologies in teaching foreign languages in Russia and around the world. It highlights how these technologies combine different types of information and create innovative learning tools.

The use of digital technologies in teaching foreign languages is becoming increasingly popular around the world, including Russia. They allow you to combine different types of information - text, graphics, video, audio - and create innovative tools for learning and knowledge transfer. Digital technologies help to develop learning opportunities, change lesson formats, and support learning materials, both in and outside the classroom.

Online platforms play an important role in teaching foreign languages, making lessons more interesting and memorable, and helping teachers at work.

Examples of such platforms include Quizzz, Kahoot!, Quizlet, and Learnis. These services allow you to create tests and quizzes, organize games and student surveys, and use tests for homework.

Quizlet is widely known as an application for learning foreign vocabulary, which is important for successful communication in a foreign language. It provides extensive educational materials available to the teacher and student on the Internet.

LearningApps is another free online service that allows you to create interactive exercises to test your knowledge of grammar and vocabulary. Mentimeter is a convenient feedback tool that allows you to conduct real-time student surveys on mobile devices.

Kahoot! — this is one of the interactive platforms on the Internet that makes learning as interesting as possible, turning it into a game. In the game format, you can study the material, repeat it, and even compete with other team members. This platform is often used even by teachers during a lesson or a couple at the university. By simply sharing the link, you can arrange a game test among the students and help them repeat the material.

The effective use of information and communication technologies in learning a foreign language can significantly improve learning outcomes by revealing the hidden possibilities of the educational process and the student, expanding the educational possibilities of the lesson and greatly facilitating the work of the teacher.

Список литературы

1. Алексеева Н. А., Фисунов П. А. Организация процесса формирования познавательной активности студентов с использованием современных информационных и мобильных технологий // Вопросы лингводидактики и межкультурной коммуникации в контексте современных исследований: сб. науч. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2019. С. 85–89.

2. Расходова, И. А. Современные технологии в обучении иностранному языку / И. А. Расходова, А. С. Еремина // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения: сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 396-398.

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ФОРМЫ, МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Лапкина Е.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна, старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

E-LEARNING: FORMS, METHODS, TECHNOLOGIES

Lapkina E.S.

Supervisor: Pimira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian, Russian as a Foreign Language
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается электронное обучение и электронные педагогические методы и их использование в современном образовании. Описывается технологический прогресс, позволяющий создавать разнообразные образовательные ресурсы, такие как дистанционное обучение, онлайн-курсы, вебинары и другие.

Abstract

The article is about e-learning and electronic pedagogical methods and their use in modern education. Technological progress is described, which makes it possible to create a variety of educational resources, such as distance learning, online courses, webinars and others.

Электронное обучение - это процесс обучения, который осуществляется с использованием информационных технологий, баз данных и сетей связи для передачи информации, взаимодействия учащихся и преподавателей в рамках образовательных программ.

Электронные педагогические методы включают в себя разнообразные способы обучения, такие как дистанционное образование, онлайн-курсы, вебинары, электронные учебники, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации и другие образовательные ресурсы.

Основная цель использования электронных педагогических методов заключается в улучшении доступности и качества обучения, делая процесс обучения более гибким, интерактивным и персонализированным. Эти методы позволяют студентам обучаться в удобное для них время и темпе, а также обеспечивают обратную связь и возможность взаимодействия как с преподавателями, так и с другими студентами

Метод самообучения предполагает обучение, основанное на взаимодействии обучающегося с образовательными ресурсами, при минимальном участии преподавателей. В этом методе используется мультимедийный подход для создания разнообразных образовательных ресурсов, включая печатные материалы, аудио- и видеофайлы.

Метод «один ко многим» предполагает, что преподаватель передает обучающимся учебный материал, и обучающиеся не активно взаимодействуют между собой. Этот метод, типичный для традиционной образовательной системы, получает новое развитие благодаря современным информационным технологиям.

Метод "один к одному" представляет собой форму индивидуализированного обучения, в рамках которого один студент работает либо с одним преподавателем, либо с другим студентом. Эти методы широко используются в дистанционном образовании с использованием технологий, таких как телефон, голосовая и электронная почта.

Таким образом, электронные образовательные технологии играют ключевую роль в современном образовании, обеспечивая доступность, персонализацию, активность и эффективность учебного процесса. Они способствуют развитию навыков, усвоению новых знаний и достижению успехов в учебе и профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Жумагулова С. К., Абилдаева Г. Б., Шакирова Ю. К. Влияние развития информационных технологий на процесс обучения // Молодой ученый. - 2014.- № 16. -- С. 50-53.
2. Расходова, И. А. Технологии цифрового чтения в современном образовании / И. А. Расходова, Ф. Р. Садрутдинов // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : Материалы Международной научно-практической конференции. Материалы Круглого стола, Грозный, 29–30 мая 2020 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2020. – С. 436-438.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМИ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Морозов А.Д., Черпак Е.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF MASS MEDIA IN THE STUDY OF FOREIGN LANGUAGES

Morozov A.D., Cherpak E.A.

Supervisor: Ilmira A. Rashodova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная работа посвящена использованию средств массовой информации (СМИ) в целях изучения иностранных языков. Приводятся примеры средств распространения информации, которые хорошо себя показывают в сфере образования, а также примеры работы с материалами СМИ.

Abstract

This work is devoted to the use of mass media (mass media) for the purpose of learning foreign languages. Examples of information dissemination media that perform well in the field of education are given, as well as examples of working with media materials.

Введение

Средства массовой информации с каждым днём становятся более влиятельными во всех сферах. Начиная с политики и заканчивая образованием. В последнем случае особенно полезно для изучения иностранных языков. Использование информационных технологий ускоряет процесс обучения и делает его более интересным для студента.

Основной текст

Методика обучения иностранным языкам предполагает использование СМИ в образовательном процессе в качестве эффективного

средства обучения устному иноязычному общению как цели и, вместе с тем, как естественному результату учебной деятельности. Особенность аутентичных СМИ в изучение иностранных языков заключается в том, что они приближают студентов к реальным и более актуальным источникам информации.

До недавнего времени основным способом распространения информации служили газетные статьи, которые в основном и использовались преподавателем для обучения языком. Затем уже добавились телевидение и интернет, что сделало процесс обучения более простым.

В современном образовании требуется не только изучение иностранного языка, его лексики и грамматики, а также знание обычаев, традиций, культуры страны, чей язык ты изучаешь. Читая какую-либо статью или занимаясь просмотром медиафайлов, студенту необходимо знакомиться не только с полученной информацией, но и запоминать некоторые аспекты и особенности написания и произношения.

Существует несколько отличных способов распространения информации, которые помогают изучать язык: Телевидение является самым распространённым средством распространения информации. С его помощью мы узнаем о новых технологиях, развитии социально-экономической сферы. Также хорошим способом распространения информации являются научные журналы и статьи, как в печатном, так и в электронном виде. Последним средством распространения информации является реклама, которая есть буквально везде.

Заключение

В заключении хотелось бы сказать, что основной функции в изучении какого-либо иностранного языка является овладение навыками общения и письменности для общего развития. Также использование СМИ в изучении обретает всё большую популярность.

Список литературы

1. Пиванова, Ю. Е. Важность применения материалов СМИ при обучении иностранному языку / Ю. Е. Пиванова. // Молодой ученый. — 2018. — № 20 (206). — С. 407-409. — URL: <https://moluch.ru/archive/206/50370/> (дата обращения: 27.03.2023).

2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ТРАДИЦИОННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Москвичев Я.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN TEACHING METHODS AND TECHNOLOGIES IN THE TRADITIONAL EDUCATIONAL PROCESS

Moskvichev Y.S.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются основные действенные современные методы и технологии обучения в традиционном образовательном процессе, направленные на повышение эффективности обучения.

Abstract

The article discusses the main effective modern teaching methods and technologies in the traditional educational process, aimed at improving the effectiveness of learning.

1. Введение

Современные методы и технологии обучения в традиционном образовательном процессе включают в себя использование интерактивных учебных материалов, онлайн курсов, мультимедийных презентаций, вебинаров и видеоуроков. Также активно применяются методы дистанционного обучения, в том числе через платформы для онлайн обучения, виртуальные классы и облачные сервисы.

2. Одним из ключевых направлений современных методов обучения является индивидуализация учебного процесса, когда каждому студенту предоставляется возможность изучать материалы в собственном темпе и с учетом его индивидуальных потребностей и способностей.

Также важной технологией обучения является использование игровых элементов и методов (gamification), которые делают процесс обучения более увлекательным, интересным и мотивирующим для учащихся.

Другими современными методами и технологиями обучения в традиционном образовательном процессе являются:

flipped classroom (обучение наизнанку), которое подразумевает изучение основного нового материала дома, вследствие чего на практическую его отработку в аудитории остается гораздо большее время, что способствует лучшему усвоению материала и качеству знаний, ведь скорость усвоения новой информации у каждого человека разная, в таком случае при необходимости обучающийся сможет нужное для него количество раз прочитать и осмыслить трудные для него моменты новой темы занятия;

blended learning (смешанное обучение), т.е. подход к обучению, который комбинирует традиционные методы обучения в классе с онлайн-обучением (применение компьютерных технологий и использование облачных сервисов для доступа к учебным материалам, интернет сайтов). Этот метод позволяет студентам получить доступ к материалам обучения в любое удобное для них время и место, а также учителям — персонализировать процесс обучения под индивидуальные потребности каждого ученика.

3. Заключение

Таким образом, современные методы и технологии обучения в традиционном образовательном процессе направлены на повышение эффективности обучения, увеличение мотивации студентов и разнообразие учебных методик.

Список литературы

1. Методика профессионального обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Эрганова. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 160 с.
2. Расходова И.А., Шчилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В
РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ И
СИСТЕМ ИХ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ**

Никишина Г.В.

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**APPLICATION OF INTERNET THINGS TECHNOLOGY IN THE
DEVELOPMENT OF AUTOMATED DEVICES AND THEIR
MONITORING, MANAGEMENT AND DIAGNOSTICS SYSTEMS**

Nikishina G. V.

(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается типовая структура Интернета вещей и применение технологий Интернета вещей при разработке автоматизированных устройств и систем их контроля, управления и диагностики в рамках развития профессиональных компетенций студентов технических направлений.

Abstract

This paper discusses the typical structure of the Internet of Things and the use of Internet of Things technologies in the development of automated devices and systems for their monitoring, management and diagnostics as part of the development of professional competencies of students in technical fields.

На сегодняшний день активное развитие современных технологий в различных областях сферы деятельности человека, таких как энергетика, здравоохранение, промышленность, логистика и транспорт, требует подготовки разработчиков в ключевых технологиях, например, в области Интернета вещей, робототехники, искусственного интеллекта, квантовых технологий, биотехнологий и других [1]. Все это требует соответствующего уровня образования и высокого качества подготовки инженерных кадров. Студенты, обучающиеся на технических направлениях, должны уметь применять знания, полученные в процессе

обучения, на практике в рамках дисциплин, направленных на развитие их навыков в области анализа, проектирования, моделирования и разработки автоматизированных устройств и систем их управления [2,3].

В общем случае Интернет вещей – это сеть физических объектов, которая может управляться по определенным алгоритмам внутри сети, а также имеет возможность при необходимости передавать данные о своем текущем состоянии на сервер и получать управляющие команды из вне, используя различные каналы связи. Типовая структура Интернета вещей состоит из следующих основных элементов: датчики, микропроцессорная система, исполнительные устройства, сеть, сервер и пользовательское приложение. Датчики получают информацию об объекте и окружающей среде, затем передают ее для обработки и анализа на микропроцессорную систему. После этого происходит передача управляющих сигналов на исполнительные устройства или передача информации при помощи проводных или беспроводных технологий на сервер для хранения, обработки и анализа полученных данных и управления работой устройства.

В рамках образовательного процесса студенты изучают технологии Интернета вещей и их применение в технических системах, что позволяет им разрабатывать автоматизированные устройства и системы их управления в профессиональной деятельности [2-4].

Список литературы

1. Вишняков В.А., Радкевич К.А. Состояние и развитие технологий интернета вещей // Проблемы инфокоммуникаций. – 2020. – № 1-1(11). – С. 87-94. – EDN XBNHNY.
2. Ефимов М.А., Хакимзянова С.И. Интеллектуальная система отображения информации // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Межд-ной молод. научной конф-ции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 2294-2296. – EDN AZKNYS.
3. Егоров Г.И., Денисов Е.С., Шайхразиев Б.Р. Разработка платформы для организации работы систем Интернета вещей // Нигматуллинские чтения - 2023: Сборник докладов Между-ной научной конф-ции, Казань, 09–12 октября 2023 года. – Казань: АН РТ, 2023. – С. 435-437. – EDN YEMHPO.
4. Денисов Е.С. и др. Оценка возможности реализации распределенных систем диагностики водородных топливных элементов с использованием локальных и глобальных телекоммуникационных сетей // Интеллектуальные системы в производстве. – 2024. – Т. 22, № 1. – С. 4-10.

ДИНАМИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Николаева Н.Н.¹, Ильина С.А.¹, Сырова И.Н.², Шамгунова Г.М.²,
Касатова Л.В.², Пичугина М.В.¹*

Научный руководитель: Турнова Юлия Игоревна, к.п.н.

¹ - Гимназия №8- Центр образования Советского района г. Казани;

² - Казанский (Приволжский) федеральный университет)

DYNAMIC PERFORMANCE OF PUPILS WITH DIFFERENT DEGREES OF PHYSICAL ACTIVITY

*Nikolaeva N.N.¹, Il'ina S.A.¹, Syrova I.N.², Shamgunova G.M.²,
Kasatova L.V.², Pichugina M.V.¹*

Supervisor: Julia I. Turnova, assistant professor

¹ - Gymnasium №8- Educational Center of the Soviet District, Kazan;

² - Kazan (Volga region) Federal University, Kazan)

Аннотация

В статье проводится попытка корреляции функциональной сенсомоторной асимметрии с показателем динамической работоспособности учеников 6-го классов.

Abstract

The article attempts to correlate the functional sensorimotor asymmetry with the indicator of the dynamic performance of students in the 6th grades.

1. Введение

Исследования латерального профиля человека проводились на протяжении всего последнего столетия [1-3]. Полученные факты легли в основу многочисленных теорий, часто противоречащих одна другой; данные относительно связи индивидуально-психологических особенностей и латеральных показателей остаются крайне противоречивыми.

2. Показатель динамической работоспособности школьников

В исследовании приняли участие 36 учеников 6-го класса. Для оценки функциональной сенсомоторной асимметрии использовались следующие пробы: Теппинг-тест - оценка темпа, ритма и устойчивости

движений. Определение ведущей руки, определение ведущей ноги. Оценка зрительной асимметрии. Оценка слуховой асимметрии. Разделение испытуемых по параметрам «ведущие рука, нога, глаз, ухо» происходило на основании величины коэффициента правой стороны следующим образом: «левосторонние» в интервале от -5 до -100; «смешанносторонние» - от -5 до +5; «правосторонние» - от +5 до +100. (ПДР) для каждого испытуемого рассчитывался по ведущей у данного испытуемого руке в теппинг-тесте. Математическая обработка получаемых данных проводилась по методу выравнивания интервального динамического ряда по формуле: $Z = (-5) N1 + (-3) N2 - N3 + N4 + 3N5 + 5N6$, где $N1-N6$ - количество амплитудных манипуляций кисти руки за 1-6 десятисекундный интервал времени. ПДР рассчитывался по формуле: $ПДР = Z + 500$ (баллов). При ПДР менее 300 баллов возбудительный процесс оценивается как слабый; от 300 до 400 баллов – как средней силы; более 400 баллов – сильный.

При исследовании сенсомоторной асимметрии был выявлен коэффициент правосторонности. Кпр составил в среднем 38.

На основании величины коэффициента правой стороны было высчитано в процентах преобладание правой реакции над левой. Преобладание правой реакции составило 88,9%. Левосторонность встречалась у 2,8%. Так же была выявлена смешанносторонность (одинаковое количество правых и левых реакций), которая составила 8,3%.

3. Заключение

Полученные данные представляют определенный интерес и требуют дальнейших изысканий. Результаты исследований, возможно, связаны с переучиванием левшей.

Список литературы

1. Salihova M.A., Shakurova A.R., Galihanova A.A., Grishin S.N., Morozov O.G., Ionenko S.I. Cognitive assessment of new type of teaching video perception by secondary comprehensive school students / International Journal of Multimedia Technology. 2013. V. 3. № 3. Pp. 80-82.
2. Ионенко С.И., Шакурова А.Р., Гришин С.Н., Даутова Р.В., Каримов И.А., Рашитов Л.З., Насыбуллин А.Р. Видеовосприятие / Казань, Из-во Казан. ун-та. 2017. 116 с.
3. Гришин А.С., Ильина С.А., Пичугина М.В., Турнова Ю.И. Когнитивная оценка восприятия информации при чередовании различного типа видеоконтента / Казанский педагогический журнал. 2020. № 5 (142). С. 224-230.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Павлов Ф.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF USING NEURAL NETWORKS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION TEACHING

Pavlov F.A.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной работе рассматриваются основные проблемы использования нейронных сетей в процессе обучения в ВУЗе и перспективы рационального использования данной технологии.

Abstract

This paper discusses the main problems of using neural networks in the process of learning in higher education and the prospects for the rational use of this technology.

Введение

С течением времени неразрывно связано развитие технологий. В начале 20-х годов XXI века результатом этого развития стали нейронные сети (нейросети), выполняющие большое количество самых разнообразных функций и ролей: от художника до автора диссертации. Как результат сейчас можно наблюдать две тенденции: одни полагают, что нейронные сети вредны, другие – что их использование благоразумно и полезно.

Основной текст

Использование нейросетей в учебном процессе облегчило студентам большинство задач, но в то же время уровень собственных

знаний обучающихся стал уменьшаться. Причиной тому служит нецелесообразное использование технологии, основывающееся на убеждении о том, что этого невозможно отследить. Стоит отметить, что нейросети представляют собой многосложные алгоритмы, совершенствующиеся и обучающиеся самостоятельно на постоянной основе – сгенерированные ими тексты или иллюстрации практически никогда не повторяются. Также они имеют крайне обширную базу данных. Как следствие многие студенты отказываются от самостоятельного изучения дисциплин, загружая необходимые им вопросы в программу, автоматически выдающую ответ. При этом в зависимости от вопроса и способностей нейросети ответ может быть представлен в виде одного слова или сложного полнообъемного текста.

Но данную технологию можно использовать и с пользой. На основе обширных библиотек можно выискивать информацию, утраченную во многих печатных изданиях или Интернет-ресурсах. Генерируемые материалы можно использовать в качестве примера или шаблона, что, безусловно, поможет при выполнении задач студента. Нейросеть воспроизводит психические процессы, например речь, распознавание образов, творческий выбор, мышление.

Заключение

Появление нейронных сетей и возможности их использования продвинуло человечество в технологическом прогрессе. Часто можно столкнуться с бездумным использованием данной технологии, особенно среди студентов. Однако рациональный подход мог бы поспособствовать процессу обучения, улучшив уровень знания и познания человека.

Список литературы

1. Расходова, И. А. Использование онлайн-ресурсов при изучении иностранного языка в вузе / И. А. Расходова, М. П. Борисов // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков : Сборник научных трудов по итогам всероссийской научно-практической конференции, Казань, 27 марта 2020 года. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2020. – С. 59-61.

2. Филатова О. Н., Булаева М. Н., Гуцин А. В. Применение нейросетей в профессиональном образовании // Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Раздел «Педагогика» Нижний Новгород, 2022. – С. 243-245

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Павлов Ф.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF TEACHING FOREIGN STUDENTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Pavlov F. A.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной работе рассматриваются проблемы, с которыми сталкиваются иностранные студенты при обучении в ВУЗе, и перспективы развития международного рынка образовательных услуг и сотрудничества стран, принимающих участие в программе обмена молодыми кадрами и специалистами.

Abstract

This paper examines the problems faced by international students when studying at the university and the prospects for the development of the international market of educational services and cooperation of countries participating in the program of exchange of young personnel and specialists.

Введение

Обучение иностранных студентов является одним из ведущих ориентиров в сфере образования. Для России привлечение обучающихся из зарубежья является одной из приоритетных задач, выгодных для государства как в политическом, так и в экономическом плане. Однако при обучении иностранных студентов возникает большое количество задач и трудностей, но в то же время открываются широкие перспективы для дальнейшего сотрудничества.

Основной текст

Первой проблемой, с которой сталкивается большее количество учебных заведений при работе с иностранными студентами, является языковой барьер, тормозящий процесс адаптации обучающегося. Из-за невозможности воспринимать речь, на которой проводятся лекционные и практические занятия, большинство студентов намеренно не посещают ВУЗ. В настоящее время данная проблема постепенно устраняется проведением курсов в учебное и внеучебное время по изучению русского языка как иностранного. Помимо этого в период активной адаптации иностранным студентам приходится мириться с обстановкой, бытом и культурой окружающего их большинства, что идёт в разрез со сформированной ими парадигмой привычного окружения. Следует отметить, что большое количество иностранных студентов, исходя из указанного выше, полагают, что обучение нужно только ВУЗам.

Однако привлечение студентов из-за рубежа служит основой для развития политического, торгово-экономического и научно-технического сотрудничества как с союзными странами, так и со странами-санкционерами. Экспорт образовательных услуг способствует большим возможностям для инвестиций частных и государственных структур на и вне территории России. В свою очередь для иностранных и российских обучающихся совместная учёба является бесценным опытом по культурно-бытовому и технологическому обмену.

Заключение

Обучение иностранных студентов является одной из самых перспективных сфер для привлечения инвестиций. Программы обмена будущими кадрами взаимовыгодны для всех стран, принимающих в нём участие. Основной проблемой, с которой сталкиваются молодые специалисты, является банальное непонимание русского языка и быта российских студентов. Существует большое количество решений для данной проблемы, но справиться с ней окончательно до сих пор пока не удаётся.

Список литературы

1. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55
2. Капезина Т. Т. Проблемы обучения иностранных студентов в российском ВУЗе // Электронный научный журнал «Наука. Общество. Государство» 2014 №1 (5)

**ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ И СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВУЗЕ**

Прохоров И.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

**GENERAL PROFESSIONAL AND SPECIAL POLYTECHNIC
EDUCATION AT THE UNIVERSITY**

Prokhorov I.A.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная работа посвящена общепрофессиональному и специальному политехническому образованию в ВУЗах.

Abstract

This work is devoted to general professional and special polytechnic education in universities.

Введение

Высшее образование представляет собой совокупность систематизированных знаний и практических навыков, позволяющих решать теоретические и практические задачи по профессиональному профилю. Существует два основных вида высшего образования – общепрофессиональное и специальное политехническое. В данной статье мы сравним эти системы образования между собой и определим, какая образовательная система больше подходит для студентов технических вузов.

Основной текст

Общепрофессиональное образование формирует общие навыки и знания у студентов. Оно включает в себя базовые теоретические и практические знания, которые можно применить в различных сферах

профессиональной деятельности. Данная система образования включает в себя такие дисциплины, как химия, иностранные языки, физика и другие.

Принцип политехнического образования по Марксу состоит в том, что при обучении студентов естественным и прикладным наукам необходимо соединять это обучение с производительным трудом. Специальное политехническое образование позволяет получить будущим специалистам необходимые специализированные знания и навыки, необходимые для работы в конкретной области.

Сравнивая эти системы образования можно отметить то, что у обоих из них есть свои плюсы и минусы. Общепрофессиональное образование позволяет обучающемуся получить начальные знания в различных сферах. Эти знания могут помочь студенту построить карьеру в различных областях, а когда обучающийся выберет, в какой сфере он хочет развиваться, они послужат ему основой для более специализированного образования. Однако, в отличие от специального политехнического образования, данная система не позволит получить достаточно глубоких знаний в конкретной области, которые могут понадобиться для подготовки к специализированной профессии.

Заключение

Подводя итоги можно с легкостью сказать, что для технических вузов больше подходит специальное политехническое образование. Наличие глубоких знаний в конкретной области позволит стать высококвалифицированным специалистом в своей сфере, а направленность данного типа образования на конкретные навыки и знания облегчит адаптацию будущего специалиста к реальным профессиональным задачам и поможет студенту достичь определенных высот в будущем.

Список литературы

1. Судебные и нормативные акты РФ – Интернет-ресурс. – <https://sudact.ru/law/pismo-minprosveshcheniia-rossii-ot-28042022-n-ab-119705/metodicheskie-rekomendatsii-po-podgotovke-kadrov/5/5.3/>
2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА

Прохоров И.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING A MODERN SPECIALIST

Prokhorov I.A.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная работа посвящена рассмотрению психолого-педагогических аспектов подготовки современного специалиста при изучении иностранных языков.

Abstract

This work is devoted to the consideration of the psychological and pedagogical aspects of the training of a modern specialist in order to study foreign languages.

Введение

Большая часть жизни человека состоит из учения. Каждый день он узнает что-то новое и обучается чему-то путём получения новой информации от своих преподавателей, родителей и друзей, путём прочтения книг и различных интернет-источников. Обучение иностранным языкам в технических вузах представляет собой сложную задачу, требующую учета специфики технического образования и особенностей студентов. В этой статье рассматриваются психолого-педагогические аспекты, которые влияют на эффективность изучения английского языка студентом.

Психолого-педагогические аспекты – это развитие индивидуальных качеств, способностей, таких как мотивация студентов, адаптация к

индивидуальным особенностям, развитие технического языка, использование инновационных методов обучения и практическая направленность обучения.

1. Мотивация студентов – это создание мотивации является одной из ключевых задач в обучении в целом. Важно, чтобы студенты видели ценность изучения языков и их применимость в будущем.

2. Адаптация к индивидуальным особенностям. Студенты могут иметь разные уровни подготовки в области иностранных языков. Очень важно учитывать данную особенность и адаптировать учебный процесс под них.

3. Развитие технического языка. Студенты технических вузов должны владеть терминологией и словарным запасом, характерными для их области знаний, а также уметь грамотно формулировать технические тексты и проводить научные дискуссии.

4. Использование инновационных методов обучения. Современные методы обучения, такие как дистанционное обучение, обучение в сотрудничестве и тандем-метод, использование образовательных интернет-ресурсов.

Заключение

Психолого-педагогические аспекты играют важную роль в обучении в технических вузах. Использование этих аспектов способствует успешному освоению языка студентами и подготовке из них перспективных специалистов международного класса. Постоянное развитие и совершенствование образовательного процесса позволят эффективно решать задачи, которые будут ставиться перед будущими специалистами в их профессиональной сфере, и обеспечат студентов необходимыми компетенциями.

Список литературы

1. Арутюнян М.Н., Лалаян А.Ю. Психолого-педагогические аспекты обучения современного школьника // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2023. Т. 12. № 1А. С. 22-31. DOI: 10.34670/AR.2023.84.22.003

2. Пищулин, М. С. Психолого-педагогические аспекты подготовки современного специалиста / М. С. Пищулин, И. А. Расходова // Наука в современном мире: взгляд молодых ученых: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Грозный, 27–28 мая 2022 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2022. – С. 420-424.

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПЕРВОКУРСНИКОВ К ВУЗОВСКОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Рябцун А.Е.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROBLEMS OF ADAPTATION OF FIRST-YEAR STUDENTS TO THE UNIVERSITY SYSTEM OF EDUCATION

Riabtsun A.E.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются сложности адаптации студентов первокурсников, которую только недавно закончили школу, также были выделены аспекты адаптации студентов первокурсников к университетской системе обучения.

Annotation

The article discusses the difficulties of adapting first-year students who have only recently graduated from school, also highlights the aspects of adapting first-year students to the university education system.

Введение

В жизни каждого человека происходят перемены, и для каждого важно умение адаптироваться к ним, смена места жительства, работы или перемены на личном фронте – с ними человек должен справляться, и одним из этих событий может стать смена места учебы, а именно поступление в университет, и каждый понимает, что школа и институт очень сильно различаются.

Основной текст

Системы обучения в школе и высшем учебном заведении кардинально разные, если в школе детей обучают по общей школьной программе, то в ВУЗе «вчерашние» школьники будут путаться в столь

сложной системе обучения в университете. При этом стоит отметить, что на адаптацию к новой системе отводится минимум времени, и первокурсникам приходится справляться помимо с проблем ой адаптации жизни в новом месте (если студент иногородний), но и сложности пристраивания обучения на новый лад.

Стоит отметить несколько аспектов адаптации к вузовской системы обучения для первокурсника: Расписание занятий; Частые смены дисциплин; Различия в подходе к обучению преподавателями.

Для начала, начнем с расписания занятий, отметим, что расписание в школе является незыблемым, где ученик понимает, что каждую неделю определенные предметы, однако в университете расписание более гибкое, занятия проводятся не каждую неделю, а порой даже в определённые даты, что вызывает очень сильный резонанс в голове первокурсника, закончившего недавно школу. В школе порой жалуются, что очень много предметов, однако в ВУЗе намного больше их, и они очень часто сменяются, что вызывает неприятные ощущения в головах первокурсников, они начинают загонять себя мыслями, что они не успеют понять дисциплину до того момента, когда она сменится на новую, и если в школе таких изменений на протяжении 11 классов мало, и обучающиеся не так сильно подвергаются стрессу из этого, то в университете им приходится сложнее адаптироваться. При этом не стоит забывать, что за все 11 классов бывшие школьники привыкли к одной схеме подхода к их обучению преподавателями: урок, контрольная и задачи. Однако в ВУЗе им приходится учить новые слова по типу лабораторные занятия, практики и лекции. Первокурсники порой путаются в этих понятиях, не понимая, как с этим справиться. Также стоит отметить, начинающие студенты узнают, что каждый семестр им приходится сдавать зачеты и экзамены, и после огромного стресса в виде ЕГЭ, они начинают сами себя загонять, что им придется снова готовиться к такому же аду, что был с государственным экзаменом, что усложняет адаптацию к обучению в ВУЗе.

Заключение

Решение проблемы адаптации в университете очень важна, так как она может всячески испортить обучение студента в ВУЗе, вызывая прогулы, а в последствии и отчисление, и проблемы в жизни.

Список литературы

1. Салихова Наилия Р., Фахрутдинова Аида Р. ТРУДНОСТИ АДАПТАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ // Вестник РГГУ. Серия «Психология. Педагогика. Образование». 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trudnosti-adaptatsii-pervokursnikov-k-obucheniyu-v-vuze> (дата обращения: 24.03.2024).

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Рябцун А.Е.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

NETWORKING IN THE PROCESS OF TRAINING TECHNICAL SPECIALISTS

Riabtsun A.E.

Supervisor: Imira A. Rashodova
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье описывается суть работы сетевого взаимодействия технических специалистов, а также положительные стороны данного процесса. Приводятся различные способы и применения данных взаимодействий.

Abstract

The article describes the essence of the network interaction of technical specialists, as well as the positive aspects of this process. Various ways and applications of these interactions are given.

Введение

Подготовка технических специалистов – важная задача для университетов, так как с каждым годом нужно мир становится все больше зависимым от различных машин, начиная от самолетов и поездов, заканчивая телефонами и компьютерами. Однако сам процесс подготовки очень сложный и трудоемкий, поэтому необходимо усилия нескольких университетов, и если раньше это решалось через книги и различные экскурсии на заводы или другие ВУЗы схожие по профилю обучающихся, то сейчас создаются различные сетевые взаимодействия между университетами и заводами.

Основной текст

Так в чем же суть сетевого взаимодействия? Она состоит в том, что создаются различные видео-лекции от различных университетов, что позволяет студентам получать опыт от множества специалистов с различных ВУЗов и заводов. При этом студенты могут изучать различные технические документации и делится ими между собой, также это возможность писать различные статьи и участвовать в конкурсах заочно, что очень удобно для обучающихся. Отметим, что раньше этот процесс был затяжным и более изолированным, однако сейчас множество университетов по всей стране могут обмениваться информацией намного быстрее. Также создаются различные онлайн-курсы для непрерывного обучения и получения опыта для студентов, что также создает плюрализм знаний и опыта, позволяющего будущим специалистам быть более универсальными, что очень важно для работодателей.

Заключение

Будущие специалисты получают все больше и больше различной технической информации, что делает процесс обучения хоть и более трудоёмким для студентов, но и очень полезным для страны, для которой сейчас очень нужны технические специалисты.

Список литературы

1. Плутенко Андрей Долиевич, Лейфа Андрей Васильевич, Еремина Виктория Владимировна, Халецкая Татьяна Викторовна Многоуровневая подготовка инженерных кадров в контексте непрерывного образования // Вестн. Том. гос. ун-та. 2019. №439. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogourovnevaya-podgotovka-inzhenernyh-kadrov-v-kontekste-nepreryvnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 24.03.2024).
2. Расходова, И. А. Профессионально-ориентированное обучение иностранному языку студентов технических вузов / И. А. Расходова, Л. Е. Эндерс // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : Материалы Международной научно-практической конференции. Материалы Круглого стола, Грозный, 29–30 мая 2020 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2020. – С. 576-580.

УДК: 372.881.1

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Токмаков С.Д.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ONLINE TEACHING TECHNIQUES AT TECHNICAL UNIVERSITY

Tokmakov S.D.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация: Статья рассматривает готовность участников образовательного процесса к дистанционному формату получения образования, вскрывая его достоинства и недостатки.

Abstract: The article deals with aspects of foreign language online teaching at technical university. It analyzes the readiness of participants to full online education; shows advantages and disadvantages of learning language online.

1. Introduction.

In the modern technological world, distant education is becoming increasingly important.

2. The problem analysis.

The readiness of universities to meet the challenge of online education can be measured by a number of different factors. According to the research held these factors may be listed as follows: - Technical readiness of universities to organize distant learning process; - Educational readiness of university staff to teach distantly; - Motivational readiness of students to perceive distantly taught knowledge. Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev (KNRTU-KAI) has done a great job in all aspects of introducing electronic education and preparing the teaching staff to work with electronic courses based on the Blackboard learning management system. This platform allows to create logically-organized and well-structured courses on many

disciplines, including foreign language, and implement it at all levels. Its thoughtful usage in educational process can meet many of the requirements for quality and deepness of online education.

Online education has a number of advantages, as well as drawbacks. One of the most important advantages of distant learning is that it practically excludes the possibility of 'being absent' at a lesson, no matter whether a student is physically present at it or not. Many electronic courses are designed to provide quick connection with the teacher for a consultancy [2]. Despite the significant number of advantages in online learning, there are still disadvantages. The different degree of readiness of students for online education doesn't let them master the curriculum properly and on time. The specificity of many disciplines (e.g. Foreign language) also does not allow switching completely to distant technologies. Mastering the language suggests the idea of acquiring practical skills rather than just knowledge about the language. Therefore, language cannot be taught exclusively distantly, only by students' individual work with the material of an electronic platform. Having conducted a survey among students of foreign language groups about the role of distant language learning, we can state that in general it may have a beneficial effect on the educational process. Most of the respondents supported the idea of online learning a language. All of them commented that the usage of the Blackboard system solves the issue of autonomy of the educational process and allows students to study material whenever and wherever they want, while working in Teams, Zoom or Discord creates the atmosphere of real communication [1].

3. Conclusion.

Therefore, the most suitable option for educational activities is viewed as face-to-face training (real or virtual) with partial implementation of online courses, that is named blended learning.

Список литературы:

1. Крылова, А. С. О перспективах онлайн обучения иностранному языку в вузе: уроки пандемии / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74-3. – С. 170-172. – EDN FAWOUT.

2. Крылова, А. С. Влияние современных тенденций в образовании на методологию организации учебного процесса в вузе / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков : СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО ИТОГАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Казань, 29 марта 2019 года. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2019. – С. 186-189. – EDN ZBTDYT.

УДК: 372.881.1

ПРОБЛЕМЫ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Токмаков С.Д.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROBLEMS OF MOTIVATION FOR LEARNING ENGLISH IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Tokmakov S.D.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья затрагивает вопросы мотивации к изучению английского языка в техническом вузе, анализирует факторы, влияющие на мотивацию студентов и возможности ее повышения.

Abstract

The article considers the issues of motivation to study English at a technical university, analyzes the factors that affect the motivation of students and the possibilities of improving it.

1. Introduction

In today's world, the importance of learning English is becoming undeniable even with the availability of different online translators. It is not always possible to rely on the latter when information in English needs to be understood or communicated urgently. This is especially true in technical aviation education, where the future work environment is almost entirely English-speaking, including instructions, documentation, and communication with colleagues from different countries.

2. Problem analysis

Motivation problems have been discussed by many scientists [1, 3]. Lack of motivation of technical university students can be explained by a number of factors.

- Socio-psychological difficulties. The solution may be the introduction of contextualized tasks and projects. English language curriculum can be structured so that students have the opportunity to work on real or simulated aviation tasks and projects in English. Such tasks may include completing technical instructions in English, writing reports or presentations on aviation topics, and communicating in English with teachers or professionals from the aviation industry [2].

- Technical language difficulties. The solution to this problem could be the introduction of specialized training materials and courses. English language curriculum can be supplemented with specialized materials focused on the technical specifics of the aviation industry.

- Language difficulties. The solution is the necessity of some basic correction course of general English to be improved prior to the introduction of general technical and further, professional English.

3. Conclusion.

Learning English in technical education is critical for future specialists to be able to keep on learning through their careers by studying the achievements of scientists all over the world in order to develop their own professional competency. Providing access to adapted resources and the active use of contextualized tasks will help students successfully master the language and prepare for the international career.

Список литературы

1. Деулина Е. Н., Танцура Т. А. «Методика преподавания языка: управление мотивацией в обучении иностранному языку». [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-motivatsiey-v-obuchenii-inostrannomu-yazyku>

2. Лаптева, Е. Ю. Система формирования профессиональной иноязычной компетенции у бакалавров в техническом вузе / Е. Ю. Лаптева // Иностранные языки в современном мире: инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Казань, 26–27 июня 2014 года / под научной редакцией Ф.Л.Ратнер. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – С. 619-628. – EDN UAYXJX.

3. Минеева, О. А. Способы повышения мотивации студентов к изучению английского языка / О. А. Минеева, А. А. Оладышкина, Ю. В. Клопова // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2018. – Т. 7, № 1(22). – С. 125-128. – EDN YTXPTE.

**ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА И ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ АНГЛИЙСКОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-
ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКЕ**

Урманова Л.Э.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**PROBLEMS IN TEACHING STUDENTS OF RADIO ELECTRONICS,
PHOTONICS AND DIGITAL TECHNOLOGIES ENGLISH
PROFESSIONALLY ORIENTED VOCABULARY**

Urmanova L.E.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье освещается ряд проблем при обучении студентов профессионально-ориентированной лексике из области радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий студентов Казанского национального исследовательского технического университета. Так же предлагаются пути решения данных проблем.

Abstract

This article highlights a number of problems in teaching students professionally oriented vocabulary from the field of radio electronics, photonics and digital technologies to students of the Kazan National Research Technical University. Ways to solve these problems are also proposed.

Формирование высокой профессионально-ориентированной лексической компетенции у студентов на занятиях по иностранному языку является одной из приоритетных задач обучения в Казанском национальном исследовательском техническом университете. Поскольку наиболее значимые научно-технические разработки в таких областях как радиоэлектроника и фотоника обсуждаются в современном научном сообществе преимущественно на английском языке, то становится очевидным, что только уверенное владение англоязычной

профессиональной лексикой позволит специалисту выстраивать успешную коммуникацию в академической и профессиональной сферах, а также расширять свои предметные знания с помощью англоязычной научной литературы.

Сложности, с которыми сталкиваются преподаватели английского языка в Казанском национальном исследовательском техническом университете при обучении студентов профессиональной лексике и терминологии типичны для большинства неязыковых, в частности, технических вузов России. Прежде всего, это – слабая база языковой компетенции в так называемом «General English» (общем английском), полученная в общеобразовательной школе. Дифференцированность академической группы по уровню владения иностранным языком обуславливает необходимость использования преподавателем различных подходов к обучению студентов второго курса лексике из профессионального домена языка, в частности разработка вариативных по сложности заданий [1]. Актуальным является вопрос о профессиональной подготовке преподавателей для обучения профессионально-ориентированному английскому языку. Трудность заключается в том, что преподавателям необходимо знание особенностей деятельности специалиста в профессиональной сфере [2].

Можно выделить следующие способы преодоления сложностей при обучении студентов профессионально-ориентированной лексике в области радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий: формирование у студентов основных навыков изучения английского языка и соответствующих компетенций, предоставление им дифференцированных по сложности индивидуальных заданий и упражнений исходя из их индивидуального уровня, широкое использование справочной литературы, в том числе – тематических словарей и сотрудничество со специалистами профильных кафедр. Данный подход, на наш взгляд, обладает высокой долей продуктивности и творчества и являются наиболее эффективными для формирования у студентов активной базы специальной и профессионально-ориентированной лексики на английском языке.

Список литературы

1. Хамова С. Н. Обучение профессионально-ориентированной лексике студентов-бакалавров лингвистических направлений с различным уровнем владения иностранным языком // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 1А. С. 78-88. DOI: 10.34670/AR.2023.67.67.009

2. Джандалиева Е. Ю. обучение специальной лексике на занятии по английскому языку в техническом вузе// Альманах современной науки и образования Тамбов: Грамота. – 2013. – № 6(73). – С. 51–53

ИЗМЕНЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕ СТРЕССА

Утеев В.Д., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.

*(Казанский государственный медицинский университет, г. Казань,
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

CHANGES IN BLOOD PRESSURE IN STUDENTS UNDER THE INFLUENCE OF STRESS

Uteev V.D., Suchkova G.G., Kashtanova N.M.

*(Kazan State Medical University, Kazan, Kazan National Research Technical
University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Изучение влияния стресса на артериальное давление студентов – первокурсников.

Annotation

Studying the influence of stress on blood pressure of first-year students.

Введение.

В процессе обучения в ВУЗе студенты-первокурсники часто сталкиваются с различными стрессовыми ситуациями, вызванными большими учебными нагрузками, адаптационными проблемами и отсутствием системности при подготовке к занятиям [1]. Не редко студенты испытывают стресс во время ответов на практических занятиях и семинарах. Психологический стресс приводит к напряжению вегетативной нервной системы, которая отвечает за регуляцию нормального функционирования организма, учащается сердцебиение, возрастает уровень адреналина в надпочечниках. Все это негативно сказывается на организме [1].

Целью данной работы является исследование влияния психологического стресса, вызванного волнением при защите лабораторной работы по физике на артериальное давление студентов.

Исследование.

В исследовании приняли участие 10 студентов 1-го Казанского государственного медицинского университета (5 девушек и 5 юношей). Измерения давления проводились в течение четырех занятий непосредственно перед ответом, после его оценивания и через 15 минут, механическим профессиональным тонометром CS Medica CS-106 с фонендоскопом (погрешность измерения давления 3 мм рт. ст).

У девушек (n=5) систолическое давление, измеренное сразу после ответа, увеличилось на 30-36%, а у юношей (n=5) на 17-23%. Через 15 минут давление юношей пришло в норму, а девушки показали ее превышение на 10-12%.

Так же была проанализирована связь между повышением артериального давления и результатом ответа. Неудача у девушек приводила к большему переживанию, а, следовательно, и повышению давления у девушек, чем у юношей.

Заключение.

1. Юноши более спокойны при ответе, чем девушки.
2. Юноши менее подвержены переживаниям по поводу не сданных во время и незащищенных работ.
3. Юноши более устойчивы к стрессу, вызванному страхом перед ответом, чем девушки, что может быть вызвано как физиологическими особенностями, так и большей уверенностью в собственных силах.

Список литературы

1. Яруллина Л.Р. Учебные страхи и экзаменационный стресс студентов средних профессиональных и высших образовательных учреждений // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №6, <https://mir-nauki.com/PDF/45PSMN619.pdf> (доступ свободный).

ИЗМЕНЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

Хайрутдинова Е.Е., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.
(Казанский государственный медицинский университет, г Казань)

CHANGE IN BLOOD PRESSURE DURING EMOTIONAL LOAD

Khairutdinova E.E., Suchkova G.G., Kashtanova N.M.
(Kazan State Medical University, Kazan)

Аннотация

Изучение влияния эмоциональной нагрузки на изменение артериального давления.

Annotation

Studying the influence of emotional stress on changes in blood pressure.

Введение.

Как известно, физическая и эмоциональная нагрузка влияет на мощность работы сердца, что в свою очередь приводит к увеличению ударного объема крови и повышению артериального давления. Доказано, что частое повышение кровяного давления негативно отражается на состоянии всего организма. Повышенное давление опасно тем, что при нём возрастает риск развития сердечно-сосудистых осложнений, нарушений работы мозга, почек и других жизненно важных органов [1].

Исследование.

В исследовании приняли участие 10 преподавателей Казанского государственного медицинского университета (6 женщин и 4 мужчин). Возраст испытуемых находится в интервале 55 – 65 лет. Общее число преподавателей-испытуемых позволило выделить из них группы: у 4 женщин и 2 мужчин диагностирована артериальная гипертония 1 степени.

Измерения давления проводились в течение двух учебных недель (десять дней) утром, в начале и конце каждого трехчасового практического занятия по физике и вечером, механическим профессиональным тонометром CS Medica CS-106 с фонендоскопом (погрешность измерения давления 3 мм рт. ст.).

Независимо от наличия или отсутствия артериальной гипертонии было выявлено повышение артериального давления в ходе проведения занятий. В группе преподавателей, страдающих данным заболеванием, наблюдалось увеличение систолического давления на 20 – 40 мм, диастолического на 5 – 10 мм. В контрольной группе артериальное давление поднималось соответственно на 15 – 30 и 3 – 7 мм. После снятия эмоциональной нагрузки давление снижалось в обеих группах. В контрольной приходило в норму за 10 – 15 минут. В группе преподавателей – гипертоников за то же время наблюдалось снижение в среднем на 60-80%.

Заключение.

Полученные данные позволяют проследить зависимость повышения артериального давления от количества занятий в день и особенностей учебных групп. Прекращение эмоциональной нагрузки приводит к снижению артериального давления, что может служить дополнительным подтверждением данной зависимости.

Список литературы

1. Артериальная гипертония у взрослых: клинические рекомендации / Общероссийская общественная организация «Российское кардиологическое общество». 2020.

**DEVELOPMENT OF STUDENTS' PERSONALITY ON THE BASIS OF
MASTERING THE CULTURE OF RESEARCH AS A UNIVERSAL
MEANS OF MASTERING REALITY**

Fomin N.S.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

**РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОСВОЕНИЯ
КУЛЬТУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК УНИВЕРСАЛЬНОГО
СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Фомин Н.С.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

Abstract

The article discusses the significance of research-based learning. The author emphasizes that the priority of education has become the formation of students' research skills.

Аннотация

В статье обсуждается значение исследовательского обучения. Автор подчеркивает, что приоритетом образования стало формирование у студентов исследовательских навыков.

1. Introduction

A priority for society today is the ability of those entering life to independently solve new, as yet unknown, problems. In addition to general literacy, such qualities as, for example, the ability to identify problems and propose ways to solve them, as well as to take initiative in the decision-making process, come to the fore.

2. Features of the technology

Research-based learning involves posing a problem to be solved, proposing a hypothesis – suggesting possible solutions to the problem, testing them, and drawing conclusions or generalizations based on the data obtained. Research activity is understood as an activity associated with solving creative research problems of unknown solution and includes the main stages

characteristic of research in scientific disciplines. The main stages of research activity: problem statement, study of theory, selection of research methods, creation and collection of own material, conclusions.

The purpose of research activity in education is the formation of research skills as a universal way of understanding reality, development of research thinking and activation of students' personal position in the educational process on the basis of subjective acquisition of new knowledge.

The basis of research competence (skills) is research competence, which is manifested in students' research behavior: to look at problems, ask questions, form hypotheses, define, classify, observe, experiment, draw conclusions, create materials, explain, prove and defend their ideas. In the process of research activities, students create new educational artifacts (hypotheses, methods, tools, and results) for themselves and thus develop their creativity. Creative people are more competitive and therefore more successful in their educational and professional activities.

3. Conclusion

It is important to remember that the goal of any educational research is not to obtain objectively new results, but to develop the personality of the student.

Список литературы

1. Чумакова Л. Прямая речь: размышление о профессии // Музыка и время. 2024. №10.

2. Платон. Апология Сократа // Платон: Собрание сочинений в 4-х томах. — Т. 1. — М.: Мысль, 1990. — Примечание № 16.

3. Пищулин, М. С. Психолого-педагогические аспекты подготовки современного специалиста / М. С. Пищулин, И. А. Расходова // Наука в современном мире: взгляд молодых ученых: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Грозный, 27–28 мая 2022 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2022. – С. 420-424.

4. Расходова, И. А. Активизация вовлеченности в учебный процесс на занятии по иностранному языку студентов вуза / И. А. Расходова // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2020: VII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, Казань, 16–18 апреля 2020 года. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2020. – С. 508-510.

5. Гафиятуллина, Н. Р. Технология личноно - ориентированного подхода в обучении иностранному языку / Н. Р. Гафиятуллина, А. А. Артамонова // Европейский журнал социальных наук. – 2018. – № 5-2. – С. 186-188.

RADIO ENGINEERING STUDENTS' SATISFACTION WITH A CONTENT OF FOREIGN LANGUAGE TRAINING

Golovin K.A.

Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(*National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI,
Kazan*)

УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ РАДИОИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ КОНТЕНТОМ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПОДГОТОВКИ

Головин К.А.

Научный руководитель: А.С. Крылова, к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Abstract

The article is devoted to the study of radio engineering students' satisfaction with the content of foreign language training at University. It also gives the analysis of students' needs and expectations regarding to this process and the suggestions on its improvement.

Аннотация

Статья посвящена изучению вопроса удовлетворенности студентов радиотехнических направлений содержанием дисциплины «Иностранный язык» в вузе на современном этапе. Проанализированы запросы и ожидания студентов, а также сформулированы предложения по совершенствованию иноязычной подготовки.

1. Introduction

A foreign language, in particular English, is widely used in international contacts, for writing scientific articles, for participation in conferences and other events related to the development and implementation of telecommunications and information technologies. The quality of foreign language training at a university largely depends on both the content and motivation of students, which is closely related to their satisfaction with the learning process [1].

The purpose of this study is to identify students' requests and expectations from the learning process, as well as the level of satisfaction with studying a foreign language at a university.

2. Main part

The study was conducted in the form of an online survey using Google Forms. Totally 64 1-4 grade students of the Institute of Radio Electronics, Photonics and Digital Technologies took part in this survey. The survey showed, that majority of students (about 83%) are generally satisfied with the quality of classes and their equipment. About 86% of respondents noted that the content of the discipline was aimed at their future profession, in particular, they indicated the presence of tasks, including grammatical exercises based on the use of professional vocabulary. More than 77% of students noted their satisfaction with the meeting of the educational content with modern requirements for a radio engineering specialist.

At the same time, 65.6% of respondents consider it necessary to enrich the content of practical tasks using authentic texts from real technical documentation in English. To improve foreign language training at the university and its focus on meeting the needs and expectations of students, respondents suggested such forms of work as practical classes with a personal computer in English, learning vocabulary for programming and training radio engineering specialists. At the same time, students consider it's important to develop speaking skills on preparing for scientific conferences and presentations. Overall satisfaction with the knowledge acquired in the "Foreign Language" discipline was 66.6%, that is, a large, but not the maximum indicator.

3. Conclusion

In conclusion, it can be noted that radio engineering students are aware of the need for a foreign language as a tool for their professional activities. To increase the level of satisfaction, a partial revision of the content is required, the inclusion of practice-oriented tasks, as well as the study of vocabulary related to programming and using a PC for practical and scientific activities in a foreign language.

Reference

1. Крылова, А. С. Иноязычная подготовка как фактор профессионального становления специалиста отрасли связи в средней профессиональной школе: специальность 13.00.01 "Общая педагогика, история педагогики и образования": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Крылова Алла Сергеевна. – Казань, 2003. – 18 с. – EDN NHLSEB.

EDUCATIONAL OUTCOMES IN EDUCATION

Ishkineev A.I.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ишкинеев А.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

The article discusses the importance of aligning educational outcomes with educational goals and standards and emphasizes the role of assessment.

Аннотация

В статье обсуждается важность выстраивания образовательных результатов в соответствии с образовательными целями и стандартами, подчеркивается роль оценки.

1. Introduction

In today's complex educational landscape, educators are continuously seeking effective teaching strategies and methods that lead to measurable improvements in learning. The latter are known as "educational outcomes". These outcomes play a significant role in the success of schools and educational institutions as they represent observable and measurable shifts in student learning.

2. Educational outcomes and assessment

At their core, are the measurable results of education interventions, including academic achievement, cognitive development, social and emotional growth, and skill development. These outcomes act as indicators of teaching effectiveness, helping educators refine their techniques to maximize their students' outcomes. One key aspect of the educational outcomes is their alignment with the educational objectives and standards. The teachers set clear

learning goals, which define what the students are expected to learn and be able to achieve at the end of a lesson, a unit, or a course. This information serves as evidence of how successfully those goals have been achieved.

Evaluation is crucial in determining the efficacy of education delivery. Various assessment strategies like tests, quizzes, projects, presentations, and observations enable educators to gather data on student progress towards learning objectives. Formative assessment offers continuous feedback for instructional guidance, supporting learners throughout the educational journey. In contrast, summative assessments provide a holistic view of student achievements at specific time points. Analysis of assessment data helps educators pinpoint students' strengths and areas needing improvement, allowing customized instruction to optimize learning outcomes. Pedagogical methods are pivotal in advancing educational practices, prompting teachers to reflect on and enhance their teaching techniques for ongoing development. Reflecting on student data drives educators to seek innovative approaches to improve their effectiveness and cater to student requirements.

3. Conclusion

In conclusion, educational outcomes are tangible results of pedagogical interventions and practices, demonstrating students' academic achievements, cognitive development, and overall growth. These outcomes serve as guidance for teachers in evaluating and optimizing teaching and learning through effective assessment methods, as well as a commitment to continuous improvement.

References

1. Валеева, Р. Р. Оценка и формы проверки знаний студентов / Р. Р. Валеева, Т. Р. Шагвалиев, А. Р. Садыков // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2016. – № Т11. – С. 3631–3635.
2. <https://megainterview.com/bilingual-teacher-interview-questions/>
3. <https://ngschoolboard.com/test-impact/>
4. <https://todayfounder.com/how-leadership-impacts-employee-performance/>
5. <https://esoftskills.com/what-is-sustainability/>

**ORGANIZATION OF STUDENTS' RESEARCH ACTIVITIES
AS A PROFESSIONAL SKILL OF A TEACHER**

Ishkineev A.I.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ
НАВЫК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ**

Ишкинеев А.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

The article is devoted to the importance of involving students in scientific activities. The positive impact of this activity on students is revealed.

Аннотация

Статья посвящена важности привлечения студентов к научной деятельности. Раскрыто положительное влияние этой деятельности на обучающихся.

2. Introduction

Engaging in research activities offers students a valuable opportunity to cultivate essential skills and attributes.

2. Importance of research

1. Development of Critical Thinking: Research activities involve analyzing information, formulating hypotheses, and drawing conclusions, which help students develop analytical thinking abilities and enhance their critical thinking skills.

2. Independence and Responsibility: In research projects, students are encouraged to work independently or in teams, making decisions and taking responsibility for their work, fostering independence and accountability.

3. Interest in Learning: Students are motivated to learn more and deepen their understanding when engaged in research, promoting lifelong learning.

4. Creative Thinking: Solving problems and conducting research require creative thinking, stimulating students to think innovatively and generate new ideas.

5. Skill Development: Teachers can assist students in developing these skills by providing a stimulating learning environment, teaching research methodologies, and fostering curiosity.

6. Support and Guidance: The teacher should provide support and guidance to students during their research projects.

7. Creation of Collaborative Environment: Collaboration and sharing of ideas are essential for a successful research experience.

3. Conclusion

By fostering independence, encouraging curiosity, and supporting collaborative endeavors, educators can empower students to delve deeper into their studies, nurture their creativity, and cultivate a lifelong passion for learning through research activities.

References

1. Ханова, З. Р. Трудности написания научно-исследовательских работ студентами / З. Р. Ханова, Р. Р. Валеева // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года / Ответственный редактор Э.А. Дмитриева. Том Часть 4. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. – С. 459-462.

2. <https://instructionalstrategies.org/instructional-strategies-list-teachers/>

3. <https://classroommanagementexpert.com/blog/what-is-the-role-of-the-teacher-in-a-student-centered-classroom/>

4. <https://zonofeducation.com/innovative-teaching-strategies/>

5. <https://classroommanagementexpert.com/blog/why-do-students-misbehave/>

6. <https://www.edsys.in/innovative-science-teaching-methods/>

THE BASIC MOTIVES FOR CHOOSING A PROFESSION BY RADIO ENGINEERING STUDENTS

Izhelev R.N.

Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

ОСНОВНЫЕ МОТИВЫ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ СТУДЕНТАМИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Ижелев Р.Н.

Научный руководитель: Крылова А. С., к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

The article presents the results of an empirical study and analysis of the motives for choosing a profession by radio engineering students of the Institute of Radio Electronics, Photonics and Digital Technologies KNRTU-KAI.

Аннотация

В статье представлены результаты эмпирического исследования и анализ мотивов выбора профессии студентами радио - инженерных направлений Института радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий КНИТУ-КАИ.

1. Introduction

The choice of a future profession is a difficult and rather long process that begins with the formation of professional intentions and professional self-determination of a person based on the evaluation of his/her individual psychological characteristics. The conscious choice of the profession occurs with the orientation of a person to his social values, which are often social prestige, material wellbeing, interest in the profession due to the literature read or the film seen [1]. A correctly made choice has a positive impact on all further stages of professional formation - professional education, professional adaptation and professional skills [2].

2. Analysis of the received data

The main goal of this study was to identify the motivational factors for choosing a profession by students of radio engineering areas of KNRTU-KAI and analysis of satisfaction with the choice made. The study was conducted on the basis of a survey in a selective set of students of 1-3 grade. The total number of respondents was 85 people.

Among the main motives for choosing a profession/ educational institution, most of the respondents indicate the possibility of employment (61.2%). Other important motives are: the prestige of the profession (43.5%), the advice of friends, parents, acquaintances (42.3%), the possibility of personal growth and development (38.8%). The least choice of students is affected by career guidance work at school (5.8%).

The number of students satisfied with their choice is 47.1%; the number of those who are not sure is 34.1%.; the number of respondents who are convinced that they will not work on their specialty is 18.8%. Thus, the study showed that most students correctly chose their direction. However, the share of doubters and disappointed in their choice is still great.

3. Conclusion

From the survey results, we can conclude that most students are aimed at their future and, therefore, the employment opportunity is stated as a predominant motive for choosing a training area. At the same time, it is necessary to improve career guidance work at school, as well as the analysis of the activities of the educational institution to increase students' satisfaction with the choice made.

Список литературы

1. Крылова, А. С. Иноязычная подготовка как фактор профессионального становления специалиста отрасли связи в средней профессиональной школе: специальность 13.00.01 "Общая педагогика, история педагогики и образования": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Крылова Алла Сергеевна. – Казань, 2003. – 18 с. – EDN NHLSEB.

2. Некрасова О.Н. Мотивы выбора профессии.// Вестник Прикамского социального института. – Пермь, 2016. - №3 (75). - С.1-4.

MODERN TECHNOLOGIES FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO STUDENTS WITH DISABILITIES

Khamidova N.N., Raskhodova I.A.

(Kokand State Pedagogical Institute, Kokand
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ СТУДЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Хамидова Н.Н., Расходова И.А.

(Кокандский Государственный Педагогический Институт, Коканд)
(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)

Abstract

The article explores the use of modern technologies in teaching foreign languages to students with disabilities. It discusses the benefits and challenges of incorporating technology in language learning, and highlights specific technological tools and approaches that can enhance the educational experience for students with disabilities.

Аннотация

В статье исследуется использование современных технологий в обучении иностранным языкам учащихся с ограниченными возможностями. В ней обсуждаются преимущества и проблемы внедрения технологий в изучение языка, а также выделяются конкретные технологические инструменты и подходы, которые могут улучшить образовательный опыт учащихся с ограниченными возможностями.

Введение. Modern technologies offer numerous benefits for students with disabilities in their language learning journey. These technologies provide personalized and adaptable learning experiences, facilitate communication and collaboration, and offer multimodal resources that cater to diverse learning styles. Additionally, technology can provide a safe and supportive environment for students with disabilities to practice and enhance their language skills.

Основная часть. The goal that teachers set in foreign language lessons is to maximize the development of the student through the creation of optimal conditions for his activities, the practical preparation of students for independent life and work, and the formation of knowledge and skills that contribute to social adaptation. In foreign language lessons, attention is corrected by performing various types of exercises, correction and development of coherent oral speech through working with text (reading, listening), correction and development of coherent written speech when working on written exercises, correction and development of memory, various mental operations (analysis, synthesis, comparison, abstraction, generalization and specification).

Students with disabilities are especially tired and in order to prevent excessive fatigue of such students, it is extremely important to move away from monotony in planning educational activities. To successfully complete educational tasks, it is necessary to involve all senses: visual, auditory, speech and motor. Using a variety of techniques, such as understatement, changing the logic of the sequence of events, visualization, role-playing games, background music will help connect students' imagination when completing tasks. Naturally, the effectiveness of their implementation will largely depend on the choice of educational technologies.

Заключение. Modern technologies have the potential to revolutionize foreign language instruction for students with disabilities. By embracing inclusive practices and leveraging the benefits of technology, educators can create engaging and accessible language learning environments that empower students with disabilities to develop their language skills and participate fully in the global community.

Список литературы

1. Alghazo, A., & Alghazo, E. (2019). The impact of assistive technology on students with disabilities in higher education: A systematic review. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 19(2), 40-57.

2. Расходова, И. А. Применение интерактивных методов при обучении иностранным языкам / И. А. Расходова, А. В. Попова // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : Материалы Международной научно-практической конференции. Материалы Круглого стола, Грозный, 29–30 мая 2020 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2020. – С. 418-422.

THE DEVELOPMENT OF LISTENING SKILLS IN PROFESSIONAL CONTEXT AT TECHNICAL UNIVERSITY

Lameko A.V.

Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(*National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI,
Kazan*)

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ КОНТЕКСТЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Ламеко А.В.

Научный руководитель: А.С. Крылова, к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Abstract

The article is devoted to the problem of forming listening skills in a professional context at Technical University and the ways of forming these skills with the use of short audio texts focused on Engineering.

Аннотация

Статья посвящена вопросу формирования навыков аудирования в профессиональном контексте в техническом вузе, пути формирования данных навыков с использованием коротких научно-популярных текстов, подобранных с учетом инженерных специальностей.

1. Introduction

The development of listening skills is one of the most important and the most difficult types of language skills. At the same time, the ability to perceive audio information in scientific, technical and professional context is very important. The purpose of our work is to determine the conditions for the successful development of listening skills in technical context with the use of short audio texts of general technical content.

2. Main part

The analysis of previous studies shows the need for taking into account the specific features of technical texts in the field of engineering, for example, the presence of a large number of specific terms and digital data, the use of

acronyms, the difficulty of recognizing homophones, the presence of unusual combinations[1]. At the same time, it was revealed the need for using a step-by-step technology in forming listening skills, including the step of adaptation to perceive foreign language speech, as well as multiple repetition, listening with visual supports, exercises for developing the tempo of internal speech. It is also important to follow the principles of organizing educational materials. It should be understandable from a scientific, as well as a linguistic, point of view; easy to reproduce; have the repetition of lexical material; have a limited number of unfamiliar words.

The use of a textbook “Technical Texts for Listening” with 60 audio texts and tasks for them, which cover general aspects of Mechanical and Electrical engineering, can be considered as one of the possible ways of dealing with this problem. Each text sounds less than one minute and it is a finished product. The work with the texts is an excellent training for practicing listening skills on a special lexical base, as well as preparing for the perception of more complex information on the specialty. Teachers can include audio files into their own online courses, and the possibility to work with the texts in an electronic educational environment, in our case it is the Blackboard LMS platform, allows students to use these texts not only in the classroom but also for self-study [2].

3. Conclusion

A survey conducted among university students showed that the work with such audio texts allows them to recognize special terms that sound in other audio materials quite easily and reproduce them in their own statements on professionally significant topics, as well as in presentations on research topics in the framework of educational and scientific activities.

References

1. Крылова, А. С. Формирование навыков аудирования в профессионально направленном обучении английскому языку в техническом университете / А. С. Крылова // Мир педагогики и психологии. – 2018. – № 4(21). – С. 119-126. – EDN XTHUDB.
2. Крылова, А. С. Организация языковой подготовки магистров технических направлений в условиях пандемии / А. С. Крылова // Вызовы и тренды мировой лингвистики : Казанский международный лингвистический саммит : труды и материалы, Казань, 16–20 ноября 2020 года. Том 2. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. – С. 374-377. – EDN OFIQMP.

УДК 372.881

PROBLEMS AND DIFFICULTIES IN PREPARING PRESENTATIONS IN ENGLISH BY MASTER'S STUDENTS

Mezentseva E.A.

Supervisor: Krylova A.S., Ph.D, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

ПРОБЛЕМЫ И ТРУДНОСТИ В ПОДГОТОВКЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ МАГИСТРАНТАМИ

Мезенцева Е.А.

Научный руководитель: Крылова А.С., к.п.н. доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Аннотация

Данная статья рассматривает вопрос необходимости формирования специальных презентационных навыков у студентов-магистрантов на этапе изучения иностранного языка профессиональной направленности.

Abstract

The article deals with the problem of forming special presentation skills for master's degree students at the stage of studying a foreign language for professional purpose.

1. Introduction

The growing development of international cooperation and the creation of joint projects at enterprises requires special speaking and presentation skills from University students and graduates. The aim of our work is to identify the main difficulties in the process of preparing and delivering presentations of research projects for master's students who study English for Professional Purpose.

2. Main part

The analysis of students' presentations shows their typical mistakes in design as well as language difficulties and ignorance of presentation techniques. As the survey shows, the main difficulties are due to the lack of knowledge of

basic techniques used in public speaking, even in their native language. For example, lack of text structuring and logical connections between its parts, poor use of the font and background of slides and illustrative material, transferring the text of their speech to slides and reading from them, no use of so-called “signposting phrases” that help the audience to follow the progress of a presentation and facilitate its understanding.

One of the ways to deal with all these problems, in our opinion, is to include special training on developing presentation skills in technical context, to give detailed guidelines for making presentations at the lesson as well as include them into teachers’ online courses [1, 2]. Such training is aimed at mastering the structure of the presentation as a genre of speech communication, its format, stylistic features of presentations with technical context; working out the appropriate vocabulary; the development of presentation skills in English for the research project. According to the survey, one of the most useful sections for technical students is “How to use visuals” where phrases and expressions are worked out allowing students to describe the trends of the phenomena and processes, their quantitative characteristics. It also works out options for presenting various types of graphic information - pie and bar charts, tables, graphs, technical drawings and other visual support tools as the most frequently used ones in presenting their scientific research.

3. Conclusion

According to the respondents, such classes are useful not only in terms of improving their English, but also in terms of mastering the skills for confident performances in front of an audience, both in English and in Russian. The listeners noted that they significantly enriched their vocabulary, as well as gained self-confidence in their own capacities.

Список литературы

1. Крылова, А. С. Организация языковой подготовки магистров технических направлений в условиях пандемии / А. С. Крылова // Вызовы и тренды мировой лингвистики: Казанский международный лингвистический саммит : труды и материалы, Казань, 16–20 ноября 2020 года. Том 2. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. – С. 374-377. – EDN OFIQMP.

2. Крылова, А. С. Повышение эффективности формирования компетенций по иностранному языку у магистров в техническом вузе / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-3. – С. 131-134. – EDN MLPDAT.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Saldaeva P.A.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Салдаева П.А.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

This article explores the development of flexible assessment methods suitable for both traditional classrooms and online platforms.

Аннотация

В статье рассматриваются основные инновационные подходы, включающие виртуальную реальность, искусственный интеллект и онлайн-платформы.

1. Introduction

Innovations in the field of education is an organic part of the current educational process. It allows new technologies and methods to improve the quality of training. The article considers various innovative approaches to improve the efficiency of the educational process.

2. Key considerations for innovative methods

1) Virtual reality (VR) is one of the most promising areas in innovative educational technologies. Its usage allows you to create an interactive environment that is as close as possible to real life. This contributes to better learning of the material and increased motivation of students [1].

2) The use of artificial intelligence allows you to automate the learning process, analyze large amounts of data and provide personalized recommendations for students [2].

3) Online platforms provide the opportunity for distance learning, access

to global educational resources and allow students to exchange experiences and knowledge [3].

3. Recommendations for the introduction of innovative technologies into the educational process

The institution should create conditions for improving the skills of employees and encouraging their creative activity. In order to implement innovations in the educational process successfully, the institution should create proper conditions for improving the skills of employees and encouraging their creative activity. Administrative staff should concentrate on the effective use of existing knowledge and the successful implementation of innovations, as well as develop programs for the exchange of experience both within and outside the organization.

Administrators and educators should encourage creativity, in spite of the possible risks as part of their efforts to implement innovation effectively. Involving more employees in the educational process will help unlock their innovative potential and stimulate the emergence of new fresh ideas [4].

4. Conclusion

Innovative technologies in education help improve the quality of teaching, make education more accessible and individualized. They also promote continuous learning and innovation.

References

1. Virtual reality technologies. Status and development trends / Ed. Nosov N.A. M.: ITAR-TASS - Association "Ecology of the Unknown", 1996, 160 pp.

2. Ableev S.R., Consciousness modeling and artificial intelligence: limits opportunities // Bulletin of Economic Security. 2015. No. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-soznaniya-i-iskusstvennyy-intellekt-predelyvozmozhnostey> (date of access: 04/01/2024). [Electronic resource].

3. Krylov D.A. Virtual educational space as an innovative component of the technological educational environment of a university // Modern high technology. 2016. No. 9. pp. 118–123.

4. Mishra, L., & Sharma, D. E-Learning: A Paradigm Shift in Education. Journal of Education and Practice, 2016, pp. 104-108.

5. Ханова, З. Р. Технологии виртуальной реальности в обучении / З. Р. Ханова, Р. Р. Валева // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения: сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 487-489.

TEACHING STRUCTURAL METHODOLOGY AS AN ELEMENTARY UNIT OF OCCASIONALISMS IN LINGUISTICS

Saliyeva Sh.S., Raskhodova I.A.

(Kokand State Pedagogical Institute, Kokand)

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

ОБУЧЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ МЕТОДОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЕДИНИЦЫ ОККАЗИОНАЛИЗМОВ В ЛИНГВИСТИКЕ

Салиева Ш.С., Расходова И.А.

(Кокандский Государственный Педагогический Институт, Коканд)

(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)

Abstract

The aim of this work is the study of the specific features of modern structural linguistic methods from the point of view of occasionality. Analyze the role of structural method in the process of linguistic modeling, by analyzing the linguistic (structural) literature and modern linguistic materials.

Аннотация

Целью данной работы является изучение специфики современных структурных лингвистических методов с точки зрения окказиональности. Анализ роли структурного метода в процессе обучения лингвистического моделирования, используя лингвистическую литературу и современные лингвистические материалы.

Введение. Bearing in mind the crucial role of relations in language, F. de Saussure wrote: “in each given state of the language, everything rests on considering the specificity of the language, the network of relations between sounds and meanings, which forms the sound and semantic substance, he put forward the thesis: “language is a form, not a substance». Instead of the term “form” used by F. de Saussure, subsequently, the term “structure”, to which structural linguistics owes its name, became widespread.

Основная часть. Term “Structure” means “not a simple set of elements, but a whole formed by interconnected elements in such a way that everyone

depends on the others and can be what he is, only thanks to relationships with other elements. Such an understanding underlies the so-called “theory of forms.” Form theory (or form theory) is that “phenomena are considered not as a simple sum of elements to be highlighted, analyze, decompose, but as related aggregates, forming autonomous units, characterized by internal dependencies and having their own laws. It follows that the properties of each element depend on the structure of the whole and from the laws governing this whole.

At the stage of observation, we are dealing with directly observable objects, properties and relationships, which are called elementary. Constructs include objects that are inaccessible to direct observation, properties and relations. Constructs are associated with the observational stage through the so-called correspondence rules. In terms of modern logic of science, the concept of structure is a construct. Despite the difference in directions modern structural linguistics, understanding of structure as construct, apparently, should be considered universally recognized. On the understanding of structure as construct converge linguistic schools, sharply different from each other according to the methodology

Заключение. The following statement by Z. Harris, in which he says: “By defining the elements of each language, a linguist correlates them with physiological aspects or with acoustic the waves of speech not by describing them in detail or by reproducing them in an instrumental way, but only by identifying the elements with them.” And further: “It is widely recognized that insurmountable difficulties would accompany any attempt to include in the framework of one science, a detailed description and investigation of all patterns of language.

Список литературы

1.Saliyeva Shakhlo. Difficulties in language learning and types of errors. INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 7.429 11.09 (2022): 296-299.

2.Raskhodova, I. A. Features of phraseological units in linguoculture / I. A. Raskhodova, N. N. Khamidova // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков: Сборник научных трудов по итогам всероссийской научно-практической конференции, Казань, 27 марта 2020 года. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2020. – P. 140-142.

A TEACHER AS AN ASSISTANT AND A MENTOR FOR A STUDENT

Sharkhymullin Z.I.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

ПЕДАГОГ КАК ПОМОЩНИК И НАСТАВНИК ДЛЯ СТУДЕНТА

Шархымуллин З.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

This article examines the role of the teacher in the educational process, focuses on the importance of the teacher as a mentor and assistant in the process of personal growth of students.

Аннотация

В данной статье рассматривается роль преподавателя в образовательном процессе, акцентируется внимание на важности преподавателя как наставника и помощника в процессе личного роста учащихся.

1. Introduction

Since ancient times, teachers have fulfilled an important role in education, not only teaching but also serving as assistants to their students. In today's society where education has become increasingly important, the role of the teacher has not altered. Instead, it has assumed even greater significance.

2. Teacher's roles

A teacher is more than just a repository of knowledge, they also play a critical role in the personal growth of students, shaping their worldviews, motivating them to reach their goals and teaching them how to overcome challenges. Teachers are not merely teachers, they are individuals who assist students in finding their place in the world and setting goals and aspirations, helping them become independent and responsible members of society.

One of the primary responsibilities of the teacher is to aid students in selecting a profession and charting their path in life, providing guidance and support throughout the process. To do so, the teacher needs to be able to listen and understand his or her students, in order to offer them guidance and advice on choosing a career that matches their interests and skills. The teacher functions as a mentor, providing students with the knowledge and skills needed to succeed in their chosen field of study.

Additionally, teachers play a role as mentors, assisting students in developing their talents and abilities. This not only assists students in understanding what it takes to achieve success, but also helps them to identify how they can accomplish their goals.

The teacher aids students in determining the direction of their educational journey by offering advice on selecting appropriate courses and curriculums. Furthermore, the teacher serves as a source of support for his or her students in challenging situations, providing them with encouragement and assistance in achieving their long-term objectives. The teacher can assist students in overcoming difficulties related to their academic studies, personal matters, and the social aspects of their lives. The teacher can encourage students to persevere and help them face their fears and challenges.

3. Conclusion

The teacher's role in a student's development is significant. The teacher assists students in becoming successful, independent individuals with well-rounded personalities. Not only do teachers impart knowledge and skills, but they also assist students in building and achieving success within their own lives.

Список литературы

1. Гисматуллина, А. И. Роль наставника в современном образовании / А. И. Гисматуллина, Р. Р. Валеева // Миллионщиков-2019: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова", Грозный, 30–31 мая 2019 года. Том II. – Грозный: Типография Спектр (ИП Алматова З.С.), 2019. – С. 439-441.

2. Сафронова О. В. Роль преподавателя в воспитании студентов вуза // <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-prepodavatelya-v-vozpitanii-studentov-vuza>

3. Сараева Н. В. Роль педагога в формировании личности студента // <http://проф-обр.рф/blog/2019-03-11-1355>

4. Яруллин И. Ф. Роль преподавателя в формировании гражданской позиции студентов // https://kpfu.ru/staff_files/F1891494438/55.pdf

MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING

Sharkhymullin Z.I.

Supervisor: Valeeva Ruzanna Rinatovna, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Шархымуллин З.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

This article analyses the impact of innovative technologies on the educational system over the last few decades, and investigates the factors which have led to such transformations. Additionally, discussed are the advantages of utilising the internet and digital technology in education.

Аннотация

В данной статье анализируется влияние инновационных технологий на систему образования и исследуются факторы, которые привели к таким преобразованиям. Обсуждаются преимущества использования интернета и цифровых технологий в образовании.

1. Introduction

In recent decades, the education system has undergone significant transformations due to the advent of innovative technologies. These transformations are the result of a number of factors, including globalization, advances in information technology, and changes in societal needs.

2. New technologies

Innovative technologies within the educational setting have led to improvements in education quality and made it more accessible and engaging for learners. One of the most commonly utilized tools is the Internet and digital technology, which enables students to access vast amounts of information and

interact with teachers and peers around the globe. Furthermore, the utilization of these digital resources creates interactive learning materials that are more attractive to students and aid in their assimilation of knowledge.

Another innovative approach within education involves the utilization of virtual reality (VR) technology. VR allows for the creation of immersive learning environments that simulate real-life experiences, providing students with a more engaging learning experience. This technology has the potential to revolutionize the way we teach and learn. This technology enables the creation of interactive educational environments where students may study various subjects such as physics, chemistry and biology. Through the use of virtual reality, simulations of real-world situations may be created, further enhancing student understanding of how various systems and processes function.

3. Conclusion

Another significant development in educational technology involves the utilization of artificial intelligence (AI), which may be employed to automate the assessment of students' performance and design tailored curricula. AI may also be utilized for online teaching, although it is essential to note that proper supervision and oversight by teachers are necessary to ensure that this technology is not misappropriated and does not compromise student data privacy.

Список литературы

1. <https://elearningindustry.com/virtual-reality-and-augmented-reality-in-elearning-providing-deeper-engagement>
2. <https://proctorededu.com/blog/tpost/et4lt9gm91-top-trends-in-educational-technology-in>
3. <https://www.qedge.co/blog/technology-trends-to-watch-out-for-in-2024.html>
4. Ханова, З. Р. Технологии виртуальной реальности в обучении / З. Р. Ханова, Р. Р. Валеева // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения: сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 487-489.
5. Valeeva, R. R. Modern educational technologies / R. R. Valeeva, K. M. Khabibullin // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность : Материалы международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 30 мая 2019 года. – Набережные Челны: Издательство КНИТУ-КАИ, 2019. – Р. 23-25.

THE MOTIVES OF STUDYING ENGLISH BY TECHNICAL STUDENTS

Yersayinov Y.Y.

Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI,
Kazan)

МОТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Ерсайынов Е.Е.

Научный руководитель: А.С. Крылова, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Abstract

The article is devoted to the issue of motivation and attitude to studying English at University by engineering students. It also determines the main tendencies and ways of increasing the motivation.

Аннотация

Статья посвящена вопросам мотивации и отношению к изучению английского языка в вузе студентами инженерных направлений. Определены основные тенденции и пути повышения мотивации.

1. Introduction

The discipline of "Foreign Language", and, in particular, English still remains an integral component of professional training of specialists of all profiles and directions at a Technical University. English terminology is widely used in the practice of domestic engineers - both in colloquial speech for professional communication and in documents accompanying the application of new technologies [1-2].

The purpose of this study was to identify the motives providing the interest in learning English among engineering students. We tried to find out whether the students' motivation is related only to getting a grade in the diploma or is oriented to personal and professional growth.

2. Main part

The research was conducted in the form of an Internet survey using Google Forms, and involved 1-4 year students of Kazan National Research Technical University (KNRTU-KAI), studying English, of which 64.3% were boys and 35.7% were girls.

Two thirds of all respondents (about 70%) noted some difficulties in learning English. However, more than 90% of the respondents found foreign language knowledge helpful in their everyday life, at least once. The majority of respondents (88%) consider English to be a compulsory subject for a technical university. More than 80% are sure that English will be useful for their future professional activities, and more than 70% agree that English helps them to improve their professional knowledge, skills and abilities. Among the activities most useful for practice, the students highlighted the knowledge of conversational topics (54.7%), special vocabulary (38.1%). Among the areas of foreign language application, the respondents mentioned - obtaining information from different sources, including the Internet and work on computers (57.1%), and oral communication (33.3%). The absolute majority of respondents (95%) are sure that the presence or absence of English language skills can influence their professional career.

3. Conclusion

Thus, modern students have a tendency to maintain and even increase their interest in English as a professionally significant language. They realize the importance of a foreign language not only as a factor of personal and professional growth, and therefore, obtaining a prestigious profession, but also as a means of developing intelligence, cognitive processes and communication.

References:

1. Э. Т. Костоусова. Мотивы изучения иностранного языка в техническом вузе как залог создания полиязычной среды.//Международная конкурентоспособность университетов: опыт и перспективы создания полиязычной образовательной среды: материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Екатеринбург, 11 апреля 2016 года. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. — С. 29-34.

2. Крылова А.С. Иноязычная подготовка как фактор профессионального становления специалиста отрасли связи в средней профессиональной школе: Автореф... дис. канд.пед.наук. – Казань, 2003. - С.12.

ADAPTING ASSESSMENT METHODS TO DIFFERENT LEARNING FORMATS: DEVELOPING FLEXIBLE EVALUATION METHODS

Zhdanov A.S.

Supervisor: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

АДАПТАЦИЯ ОЦЕНОЧНЫХ МЕТОДОВ К РАЗЛИЧНЫМ ФОРМАТАМ ОБУЧЕНИЯ: РАЗРАБОТКА ГИБКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ

Жданов А.С.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

This article explores the development of flexible assessment methods suitable for both traditional classrooms and online platforms.

Аннотация

В статье рассматривается разработка гибких методов оценивания, подходящих как для традиционных классов, так и для онлайн-платформ.

1. Introduction

Education is constantly evolving, with diverse learning formats presenting new challenges for assessing student performance. This article focuses on the creation of adaptable assessment methods to meet the needs of both traditional and online educational settings.

2. Key considerations for adaptable assessment methods

1) Alignment with learning objectives. Assessments should closely match course learning outcomes, whether measuring knowledge retention, problem-solving, or critical thinking.

2) Flexibility in delivery: Use a variety of assessment formats like written assignments, quizzes, presentations, and projects adaptable to both traditional and online settings.

3) Technology integration: In online education, utilize platforms for quizzes, assignments, and interactive activities to streamline assessments and track student progress [2, pp. 3920].

4) Academic integrity: Implement measures such as plagiarism detection, proctored exams, and clear guidelines to uphold integrity across all assessment formats [1, pp. 247].

3. Practical recommendations for implementation

1) Educator training. Provide professional development and resources to familiarize instructors with diverse assessment tools for different learning environments [2, pp. 3930].

2) Engagement with students. Involve students in the assessment process by setting clear expectations, seeking feedback, and promoting self-assessment and reflection.

3) Continuous evaluation. Regularly assess the effectiveness of methods, collect feedback, and adapt strategies to ensure relevance and validity [3, pp. 39-40].

4. Conclusion

Adapting assessment methods to accommodate diverse learning formats requires careful consideration of the unique characteristics of each environment. By developing them, educators can ensure fair and accurate assessment of student performance in both traditional and online educational settings.

References

1. Lanier M. M. Academic integrity and distance learning // Journal of criminal justice education. 2006. №. 2. С. 244-261. URL: https://www.researchgate.net/publication/228372249_Academic_Integrity_and_Distance_Learning [Electronic resource].

2. Ennouamani S., Mahani Z., Akharraz L. A context-aware mobile learning system for adapting learning content and format of presentation: design, validation and evaluation // Education and Information Technologies. 2020. С. 3919-3955. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-020-10149-9> [Electronic resource].

3. Vilanova R., Ponsa P. Positive effect of increasing feedback for student self-adjustment of learning habits // Journal of Technology and Science Education. – 2011. №. 1. С. 38-48. URL: <https://jotse.org/index.php/jotse/article/view/9> [Electronic resource].

4. Валеева, Р. Р. Оценка и формы проверки знаний студентов / Р. Р. Валеева, Т. Р. Шагвалиев, А. Р. Садыков // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2016. – № Т11. – С. 3631–3635.

**STUDY ON THE INFLUENCE OF EDUCATION ON THE
DEVELOPMENT OF RESEARCH THINKING IN STUDENTS:
METHODS, RESULTS, AND PERSPECTIVES**

Zhdanov A.S.

Supervisor: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБУЧЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ:
МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Жданов А.С.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

Studying the influence of education on the development of students' research thinking is important in pedagogy. An overview of methods, results, and prospects in this field is provided, revealing the significant impact of education on the development of research thinking, and discussing prospects for further research.

Аннотация

Статья посвящена изучению влияния образования на развитие исследовательского мышления учащихся, имеющее важное значение в педагогике. Приводится обзор методов, результатов и перспектив в этой области, раскрывается значительное влияние образования на развитие исследовательского мышления, обсуждаются перспективы дальнейших исследований.

1. Introduction

Research thinking is a key skill in modern society, requiring critical thinking, creativity, and analytical abilities. Educational institutions aim to cultivate this skill in their students, based on an understanding of its importance

for success in various areas of life.

2. Methods

Research methods in this area include both qualitative and quantitative approaches. One common method is the analysis of empirical data collected by observing the learning process of students. This approach helps identify changes in their thinking and behavior after undergoing educational programs.

Another method is the meta-analysis of existing research in this field. By comparing the results of different studies, common trends and effective teaching methods that promote the development of research thinking can be identified.

Observing the learning process in real educational settings is also an important method. This allows researchers to gain a more comprehensive understanding of which methods and approaches are truly effective in developing research thinking.

3. Results and conclusion

Research results confirm that education significantly contributes to the development of students' research thinking, manifested in increased levels of critical thinking, analytical abilities, and problem-solving skills. Key factors that facilitate this development include active student participation in the learning process, the use of interactive teaching methods, and the stimulation of independent work and critical thinking development. Studying the influence of education on the development of students' research thinking is an important area of psychological research. Research results underscore the significant impact of education on the development of this key skill in students. Further research in this area will enable more effective development of educational programs and methods that promote the development of research thinking in students.

References

1. Halpern D. F. Thought and knowledge: An introduction to critical thinking // Psychology press. 2013. p.654. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315885278/thought-knowledge-diane-halpern> [Electronic resource].

2. Bailin S., Case R., Coombs J.R., Daniels L.B. Conceptualizing critical thinking // Journal of Curriculum Studies. 1999. p. 285-302. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Conceptualizing-critical-thinking-Bailin-Case/52617ff6766820809f9b5933f818f8c8c37e29b7> [Electronic resource].

3. Valeeva, R. R. Modern educational technologies / R. R. Valeeva, K. M. Khabibullin // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность : Материалы международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 30 мая 2019 года. – Набережные Челны: Издательство КНИТУ-КАИ, 2019. – P. 23-25.

8. СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: ПРИЛОЖЕНИЯ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 681.586.5

РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ СПОРТЕ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Абдуллаев М.А.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к. соц. н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY IN MODERN SPORTS: TENDENTS AND PROSPECTS

Abdullaev M.A.

Supervisor: Tatyana Yu. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)

Аннотация

Авторами рассмотрены различные аспекты применения современных технологий в тренировочном процессе, управлении командами, судействе, медицинском обслуживании спортсменов и взаимодействии с болельщиками.

Abstract

The authors examined various aspects of the use of modern technology in the training process, team management, refereeing.

1. Введение

Современный спорт становится все более зависимым от технологий, которые играют ключевую роль в улучшении тренировочного процесса, управлении командами, судействе и развлечении болельщиков. В данной статье исследуются различные аспекты применения технологий в спорте, обсуждаются текущие тенденции и перспективы развития этой области. Понимание и использование современных технологий становится

необходимостью для успешного развития и конкурентоспособности в мире спорта. Дальнейшее исследование и инновации в этой области могут привести к новым открытиям и улучшениям, которые положительно отразятся на развитии спорта в целом [1].

2. Цель работы: заключается в выявлении тенденций использования новейших технологий в сфере спорта и оценке их влияния на качество и результативность спортивной деятельности.

Применение технологий в спорте. Использование сенсорных устройств, носимых технологий и аналитических платформ позволяет тренерам и спортсменам отслеживать и анализировать различные аспекты физической подготовки, такие как пульс, шаги, скорость и технические параметры движений. Технологии помогают тренерам и менеджерам команд эффективно управлять тренировочными процессами, составом игроков, тактикой и стратегией игры. Внедрение видеотехнологий, систем анализа игровых ситуаций и инновационных решений в судействе помогает улучшить точность и справедливость судейства в различных видах спорта. Медицинское обслуживание спортсменов, использование медицинских технологий, таких как оборудование для реабилитации, диагностические системы и телемедицинские сервисы, способствует улучшению здоровья и профилактике травм спортсменов. Технологии позволяют создавать интерактивные и мультимедийные форматы трансляций соревнований, виртуальные туры по стадионам, а также обеспечивать доступ к эксклюзивному контенту и статистической информации для болельщиков.

В КНИТУ-КАИ так же используются современные технологии для занятий спортом. В качестве примера можно привести электронную образовательную платформу «Blackboard», где в рамках размещенного на ней курса по физической культуре можно посмотреть видеозаписи упражнений с рекомендациями по их корректному выполнению.

3. Заключение:

Современные технологии играют все более важную роль в различных аспектах спорта, от тренировочного процесса до взаимодействия с болельщиками. Понимание и использование этих технологий становится ключевым фактором для успешного развития и конкурентоспособности в мире спорта.

Список литературы

1. James, M. (2020). "The Role of Technology in Modern Sports: Enhancing Performance, Management, and Fan Engagement." *Journal of Sports Science and Technology*, 10(2), 45-62.

СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Быковский И.Р.

Научный руководитель: Сабирзянов Динар Рафаилевич, преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SPORTS ENGINEERING

Bykovsky I. R.

Supervisor: Dinar R. Sabirzyanov, teacher
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается развитие спорта и физической культуры в условиях цифровизации всех сфер жизнедеятельности человека. Рассматривается понятие «спортивной инженерии».

Abstract

This paper examines the development of sports and physical culture in the context of digitalization of all spheres of human activity. The concept of "sports engineering" is considered.

В последние десятилетия информационные технологии претерпели бурное развитие, что привело к появлению новых инновационных технологий в спорте. Одной из таких технологий является удаленный мониторинг различных параметров движений и функционального состояния спортсменов во время тренировок, включая режим реального времени. Теперь возможно получить огромное количество данных о спортсменах и командах, их движениях и взаимодействии. В результате возникла новая научная область - спортивная аналитика, без которой систематическое улучшение результатов на мировой арене в условиях цифровой экономики стало почти невозможным.

Понятие "Спортивная инженерия" является новым и, по мнению некоторых авторов, дает неправомерное преимущество тем, кто обладает ее технологиями. Однако инновационные спортивные технологии могут использоваться не только для получения преимуществ во время

соревнований или профессиональных тренировок. Пропаганда здорового образа жизни стимулировала развитие спортивной инженерии в области цифровых технологий для любительского спорта. Интеллектуальные устройства стали прочно входить в повседневную жизнь практически каждого человека, помогая в организации режима дня, сбалансированного питания, повышая эффективность самостоятельных тренировок. Подрастающее поколение обладает особенностью мышления («цифровое мышление»), которое позволяет эффективно изучать и пользоваться новыми гаджетами. Специалисты в области спортивной инженерии стремятся адаптировать профессиональные гаджеты для любительского использования без ущерба их качества. Они используют встроенные чипы, датчики, приводы и недорогую миниатюризацию, а также создают приложения с удобным контентом для доступа в интернет. Это позволяет создать сеть связанных физических объектов, которые могут быть оптимизированы для конкретного сегмента рынка [1, 2].

Подводя итог, можно сделать вывод, что интеграция цифровых технологий в сферу физической культуры и спорта имеет однозначно положительное влияние как на непосредственно пользователей (спортсменов), предоставляя новые возможности и удобства в области измерения каких-либо показаний, анализа данных, так и на сферу в целом. При этом стоит понимать, что интернет вещей не нацелен на вытеснение человека, автоматизируя только необходимые процессы и предметы, тем самым предоставляя возможность создания сетей, состоящей из интеллектуальных вещей, способных взаимодействовать друг с другом в рамках подобной сети.

Список литературы

1. Калантарлы, Н. М. Инновационные спортивные технологии через междисциплинарные исследования / Н. М. Калантарлы // Научный вестник Академии физической культуры и спорта. – 2021. – Т. 3, № 4. – С. 227-232.
2. Бельский, И. В. Синтез спорта, науки и инженерии / И. В. Бельский, Р. Э. Зимницкая, С. Г. Ковель // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2020. – № 5(139). – С. 44-47.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ СО СТУДЕНТАМИ СПО, СТРАДАЮЩИМИ МИОПИЕЙ

Гатиева А.А.

Научный руководитель: Галяутдинов Равиль Рафисови. старший тренер-преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)*

FEATURES OF ORGANIZING CLASSES WITH STUDENTS SVE SUFFERING MYOPIA

Gatieva A.A.

Supervisor: Ravil R. Galyautdinov, senior trainer-teacher

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev -
KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье акцентируется внимание на особенности занятий физической культурой для студентов при миопии в средних специальных учебных заведениях.

Abstract

This article focuses on the features of physical education classes for students with myopia in secondary specialized educational institutions.

1. Введение

В современном мире органы зрения играют ключевую роль в восприятии окружающего мира, и исследования показывают, что до 95% информации мы получаем именно через зрение. С развитием цифровых технологий нагрузка на зрительный аппарат значительно возрастает, что приводит к ухудшению состояния глаз, особенно у студентов. Миопия, одно из наиболее распространенных заболеваний глаз, становится все более распространенной проблемой, затрагивающей до 37% студентов.

2. На сегодняшний день выделяют три степени миопии: слабая, средняя и высокая. Для эффективного проведения занятий по физической культуре рекомендуется формировать группы с учетом степени миопии. Студенты с легкой степенью миопии могут принимать участие в основных

группах обучающихся. Студенты со средней степенью миопии относятся к специальной медицинской группе. Для них рекомендуется избегать упражнений с высокой физической нагрузкой. Для студентов с высокой степенью миопии рекомендуется полностью ограничить занятия физической культурой в учебных заведениях.

В рамках исследования был проведен социологический опрос в формате анкетирования, в котором приняли участие 120 студентов СПО, страдающих миопией. Характер выборки целенаправленный, метод отбора метод основного массива. У 43% опрошенных миопия легкой степени, у 41,2% средней степени, у 15,8% высокой. При этом 43,9% респондентов имеются сопутствующие заболевания. Также нами было выявлено, что плаванием занимаются 13,2% опрошенных, баскетболом и легкой атлетикой по 11,4%, футболом – 9,6%, фитнесом/аэробикой – 7,9%, теннисом – 5,3%, 27,2 не занимаются ни каким видом спорта, 14% выбрали вариант другое, не указанный в выбранных вариантах.

При этом 60,5% респондентов выполняют специальную гимнастику для глаз и отметили улучшения зрения на ее фоне. Но в то же время 57,7% опрошенных считают, что наиболее положительный эффект в профилактике миопии оказывают комплексы гимнастики для глаз. 20,2% студентов в качестве профилактики выбрали общие упражнения для укрепления мышц, а 11,4% – спорт и 10,5% считают что один из видов профилактики заболевания. Также 10,5% студентов, принявших участие в анкетировании, отметили, что не считают ни один из предложенных видов профилактики заболевания оказывает на него какое-либо влияние.

3. Заключение

Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, адаптированные занятия способствуют не только предотвращению прогрессирования заболевания, но и стимулируют интерес к занятиям физкультурой.

Список литературы

1. Иванов А.Б. Физическая культура и спорт в контексте современных требований: учебное пособие. – М.: Издательство «Новое знание», 2023. – 240 с.
2. Петров В.Г. Основы медицинского контроля за физической активностью студентов: практическое руководство. – СПб: Издательство «Здоровье», 2022. – 180 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ТРИАТЛОНОМ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Исаева С.А.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

IMPACT OF TRIATHLON ON HUMAN HEALTH

Isaeva S.A.

Supervisor: E.Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается влияние триатлона на здоровье человека в целом и особенности занятия триатлоном детей подросткового возраста.

Abstract

This article discusses the effect of triathlon on human health in general and its influence on teenagers in particular

1. Introduction

Triathlon appeared in the 70s of the last century. This sport is a multi-sport race consisting of a continuous consecutive passage by the participants through three stages - swimming, cycling and running. Recently, there has been an increased interest in this sport from both sports communities and young people. Today sport is not only a way to develop physical strength, but also a means of psychological and emotional development of a person. However, sport in adolescence has a number of special features[1].

2. Sports allow teenagers to become more resilient, which is important in today's rhythm of life. Sport shapes the character of a teenager, changing it for the better. Doing sport training develops the will, the desire to win, stamina, the ability to fight, not to be afraid of defeat and be able to lose with dignity. All of the above mentioned contributes to the formation of the teenager as a person.

In adolescence, a person's horizons are actively expanding, life becomes more interesting and bright. In order to prevent overwork on a teenager, it seems reasonable to alternate exhausting training with active team games. With such

alternation, the teenager is emotionally and physically relieved, gets better acquainted with the peers from the team, and also strengthens his/her physical state without serious training loads.

It is important to consider the following factors when engaging a teenager in triathlon training:

1) Optimal load balance. Obviously, a triathlete must master each sport as if he or she was practicing only one of these three. For the training process, it is a serious load even for an adult. That's why, according to the research, the optimal ratio of these sports was derived: 20% - swimming, 30% - cycling, 30% - running training, 20% - strength and general physical training. By adhering to this formula, a teenager will be able to distribute strength for the training process in an even and balanced way without harming health.

2) Increased injury risk of sport. Many athletes leave big sports in their teens because of injuries. A teenager has a rather high physical activity and if the teenager spills out this force without proper training and technique, the body fails very quickly. The most injury-prone sport in triathlon is athletics, as a very heavy load falls on knees, Achilles tendon, as well as on the ankle joint. In order to avoid all these problems, it is worth paying great attention to the technique.

3) The need for a regular balanced diet. In any sport, the main task is to keep yourself in shape. The biggest mistake sport trainers make is that they start to forbid absolutely everything, which makes the teenager want even more junk food. In order for the teenager to keep in shape, but at the same time not to keep to strict limitations, it is worth explaining to him/her that it is desirable to consume food according to the formula: 40% - cereals and cereal products, 35% - vegetables, salad, fruits, 20% - dairy products, meat, fish, eggs, 5% - fats and sweets.

3. Conclusion

The body of a teenager is stronger than that of a child, but not as strong as that of an adult. To avoid problems with psychological, emotional, and physical health, all of the above factors should be taken into account.

Список литературы

1. Have you decided to do a triathlon? A sports doctor tells you how to save your health / RBC Style [Electronic resource] - URL: <https://style.rbc.ru/beauty/5bd1bbb5a7947b6795093b7> (date of application: 26.03.24)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКОВ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ В ЗАДАЧАХ
АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У
СПОРТСМЕНОВ**

Кобызева А.А.

Научные руководители: Щербакова Татьяна Филипповна, к.т.н., доцент,
Седов Станислав Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DETERMINATION OF PHOTOPLETHYSMOGRAM PEAKS IN THE
ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY AMONG ATHLETES**

Kobyzeva A.A.

Supervisors: Shcherbakova T. F., assistant professor, Sedov S.S., assistant
professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается модификация алгоритма Пана-Томпкинса для его применения к нахождению пиков, соответствующих систолам, в фотоплетизмограмме. Представлены результаты реализации детектора.

Abstract

The article discusses a modification of the Pan-Tompkins algorithm for its application to finding peaks corresponding to systoles in a photoplethysmogram. The results of the detector implementation are presented.

1. Введение

Фотоплетизмография дает возможность контроля ритма сердца человека без причинения дискомфорта и ограничения движения. Данный метода может использоваться для оценки вариабельности сердечного ритма у спортсменов, однако для корректной оценки параметров необходимо достаточно точное определение моментов систол в обрабатываемом сигнале.

2. Принцип работы и результаты испытания детектора

Алгоритм Пана-Томпкинса показал себя крайне эффективным при

детектировании R-зубцов в зашумленных электрокардиографических сигналах [1]. Для адаптации этого алгоритма к задачам определения пиков в фотоплетизмограмме была изменена полоса пропускания фильтра, отвечающего за первичную обработку сигнала: 0,8 – 4 Гц. При отсутствии патологий частота сердечных сокращений не выходит за пределы 50-200 уд./мин., данный диапазон частот обеспечивает наилучшую фильтрацию шумов без потери информации. Для более эффективной работы алгоритма адаптации обработка сигнала проводится фрагментами по 10 секунд, начальные пороговые значения сигнала и шума уменьшены. Для каждого фрагмента выполняется обратный поиск с удалением лишних или экстраполяцией пропущенных пиков.

В результате испытаний процент обнаружений пиков составил 98%, точность обнаружения – 96,4 %. Суммарно проанализировано 7 сигналов, содержащих 1057 пиков, из которых точно определено 1019. На рис. 1 показан результат работы детектора.

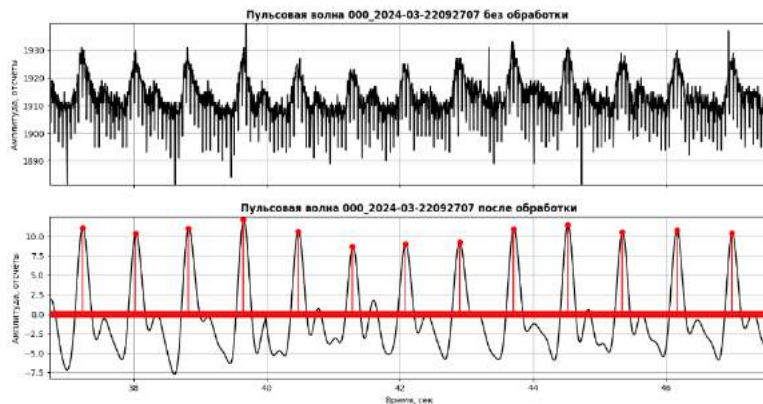


Рис. 1 – Результат работы детектора на примере сигнала, снятого с предплечья.

3. Заключение

По полученным результатам можно сделать вывод, что предложенная модификация алгоритма Пана-Томпкинса работает корректно и позволяет применять фотоплетизмографию в задачах анализа вариабельности сердечного ритма.

Список литературы

1. Щербакова Т.Ф., Седов С.С., Кобызева А.А., «Определение R-зубцов в электрокардиографическом сигнале с использованием Python» // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2023. Т. 79. № 2. С. 93-97. ISSN: 2078-6255.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА РЕГИСТРАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА КОНТРОЛЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ МАССОВЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Курбонов М.Б.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERNIZATION OF SCADA BLOCK FOR A SPECIAL SIMULATOR OF CONTROL OF SPEED AND STRENGTH QUALITIES OF MASS COMPETITION SKIERS-RACERS

Kurbonov M.B.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Представлены оценки модернизации узла регистрации усилий при использовании тензодатчиков волоконного типа.

Abstract

Evaluations of the modernization of the force recording unit using fiber-type strain gauges are presented.

1. Введение

Постоянный поиск путей совершенствования управления тренировочным процессом в лыжных гонках требует поиска новых средств для контроля за уровнем развития основных физических качеств спортсменов.

2. Причина и оценка возможности модернизации

Во время выполнения имитационных упражнений [1,2] спортсмен воздействует на платформу 2, в результате чего происходят упругие деформации лыж 3, с которыми она жестко соединена. На каждой из лыж 3 установлены по два тензометрических элемента 20, установленных на равном расстоянии от центра лыжи 3, а в центре нижней поверхности платформы 2 расположен блок 21 регистрации и передачи данных,

преобразующий величину и особенности изменения, прикладываемого спортсменом усилия F в электрический сигнал и выполненный с возможностью беспроводной связи с компьютером. Тензометрические элементы 20 связаны с блоком 21 регистрации и передачи данных посредством упругих проводников, зафиксированных на тыльной стороне платформы 2. Таким образом, блок 21 регистрации и передачи данных, находясь в центральной части нижней поверхности платформы 2, не нарушает ее исходный баланс в горизонтальной плоскости, поскольку все связанные с ним элементы (упругие проводники, их крепления и т. д.) расположены симметрично относительно лыж 3, что также способствует повышению точности регистрируемых данных. Кроме того, повышение точности регистрируемых данных обеспечивается благодаря выставленным зазорам в продольном и вертикальном направлениях перемещения платформы 2. Форма всех основных элементов и узлов настоящего изобретения, а также их геометрические размеры подобраны с учетом требований к снижению массы и материалоемкости конструкции в целом.

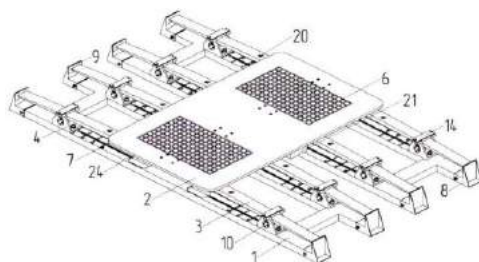


Рис. 1 – Внешний вид стенда с тензодатчиками

3. Заключение

В докладе будут представлены результаты оценки модернизации узла регистрации усилий при использовании тензодатчиков волоконного типа [3]. Результаты получены на базе НИИ МБИСИ.

Список литературы

1. Юйчень Ч., Васюк В.Е. Специальный тренажер для оценки и контроля скоростно-силовых качеств лыжников-гонщиков // Мир спорта. 2021. № 3 (84). С. 30-34.
2. Юйчень Ч., Васюк В.Е., Гусейнов Д.И. и др. Тренажер для обучения технике лыжных передвижений // Патент на полезную модель RU 213763 U1, 28.09.2022. Заявка № 2022105217 от 24.02.2022.
3. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА КАК
СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ
ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ МАССОВЫХ РАЗЯДОВ**

Курбонов М.Б.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MODERNIZATION OF A SPECIAL SIMULATOR AS A MEANS OF
CONTROL OF SPEED AND STRENGTH QUALITIES OF MASS
COMPETITION SKIERS-RACERS**

Kurbonov M.B.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведены оценки возможности модернизации специального тренажера в качестве средства контроля скоростно-силовых качеств лыжников-гонщиков массовых разрядов. Разработанный тренажер позволяет проводить процедуру контроля с использованием волоконно-оптических датчиков контроля усилий, устойчивых к различным помехам электромагнитной природы.

Abstract

The article provides assessments of the possibility of modernizing a special simulator as a means of monitoring the speed and strength qualities of mass-class ski racers. The developed simulator allows the control procedure to be carried out using fiber-optic force control sensors that are resistant to various electromagnetic interferences.

1. Введение

Специалистами выделяется множество факторов, обуславливающих успешную соревновательную деятельность в лыжных гонках. Существенными факторами, влияющими на конечный результат, являются умение проявлять достаточную мощность отталкиваний (проявление

скоростно-силовых качеств), способность поддерживать этот уровень длительное время (силовая выносливость) и реализация потенциала данных физических качеств через эффективную технику движений.

2. Причина и оценка возможности модернизации

В работах [1,2] представлен тренажер для оценки и контроля скоростно-силовых качеств спортсмена при выполнении имитационных упражнений. Устройство представляет собой конструкцию в виде плоской платформы, установленной на центральную часть четырех лыж, которые зафиксированы концами на несущей конструкции. Лыжи оснащены тензометрическими датчиками, регистрирующими их упругие деформации, т. е. возникающие силы реакции опоры. Взаимодействуя с тренажером, спортсмен выполняет имитационные движения как нижними, так и верхними конечностями. Нижние конечности непосредственно взаимодействуют с платформой при выполнении опорной части лыжных передвижений (постановка, подседание, отталкивание), при этом происходит деформация лыж, пропорциональная приложенному усилию, значения которой фиксируются тензодатчиками. Используемые авторами тензодатчики с проводным каналом связи с регистрирующей аппаратурой являются слабым звеном тренажера, подверженных влиянию различных помех электромагнитной природы. Их прямыми конкурентами являются волоконно-оптические датчики, которые обладают существенными преимуществами в этом плане.

3. Заключение

В докладе будут представлены результаты оценки модернизации тренажера с использованием волоконно-оптических датчиков на основе волоконных брэгговских решеток, волновых и фазовых адресных волоконных брэгговских структур (АВБС) [3] двух- и трехкомпонентных, комбинированных волновых АВБС с наличием фазового сдвига в одной, двух или трех компонентах. Каждая из указанных структур отличается своими преимуществами. Выбор будет сделан на базе НИИ МБИСИ.

Список литературы

1. Юйчень Ч., Васюк В.Е. Специальный тренажер для оценки и контроля скоростно-силовых качеств лыжников-гонщиков // Мир спорта. 2021. № 3 (84). С. 30-34.

2. Юйчень Ч., Васюк В.Е., Гусейнов Д.И. и др. Тренажер для обучения технике лыжных передвижений // Патент на полезную модель RU 213763 U1, 28.09.2022. Заявка № 2022105217 от 24.02.2022.

3. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНОЙ СКАКАЛКИ В ФИТНЕСЕ

Надыршин Р.И.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

USING A SMART ROPE IN FITNESS

Nadyrshin R.I.

Supervisor: Galimova Elga Viktorovna, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются функционал умной скакалки, её применение в фитнесе, преимущества, а также параметры, на которые нужно опираться при выборе умной скакалки.

Abstract

The article discusses the functionality of a smart jump rope, its use in fitness, its advantages, as well as the parameters that you need to rely on when choosing a smart jump rope.

1. Введение

Умная скакалка представляет собой инновационное устройство для фитнеса, представляющее собой адаптированную версию классической скакалки, оборудованную современными технологиями. Умная скакалка предназначена для повышения физической активности и интенсивных тренировок.

2. Функционал умной скакалки:

- Отслеживание прыжков
- Мониторинг калорий
- Трекер сердечного ритма
- Трекинг времени
- Настройка длины веревки

Применение умной скакалки:

- Анализ данных: большинство моделей умных скакалок имеют

возможность подключения к приложению для анализа данных и улучшения тренировочного процесса.

- Улучшение физической формы: является отличным атрибутом для похудения и улучшения своей физической формы, так как она обладает большим функционалом.

Преимущества умной скакалки:

- Эффективность тренировок: благодаря отслеживанию каждого движения, умная скакалка позволяет максимально эффективно тренироваться и улучшать физическую выносливость.

- Разнообразие тренировок: благодаря настройкам скорости и частоты, умная скакалка может стать отличным атрибутом как для кардио, так и для интенсивной тренировки.

- Оптимальное время тренировок: умная скакалка позволяет достигать результатов за короткий промежуток времени благодаря высокой интенсивности тренировок.

- Отслеживание прыжков и анализ данных: умная скакалка оснащена специальными сенсорами и датчиками, данные с которых передаются в мобильное приложение для анализа и контроля данных.

Выбор умной скакалки должен основываться на таких параметрах, как длина, вес, материал верёвки, наличие счётчика прыжков, возможность подключения к приложениям для анализа данных.

3. Заключение

Умная скакалка представляет собой отличный инструмент для тренировок, делая занятия спортом более интересными и эффективными. Правильно подобранная умная скакалка станет незаменимым инструментом для тренировок в домашних условиях, помогая улучшить физическую форму и достичь спортивных целей.

Список литературы

1. «Умная скакалка: эффективное приспособление для тренировок и изменение физической активности!» - статья на сайте Great Gym

2. «Анализ состава и функциональной схемы «умных» скалок» - статья на сайте Yanxing Fit

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДИ СТУДЕНТОВ

Попцова М.А.

Научный руководитель: Корнилова Юлия Анатольевна, старший тренер-преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

POPULARIZATION OF PHYSICAL EDUCATION AMONG STUDENTS

Poptsova M.A.

Supervisor: Julia A. Kornilova, senior trainer-teacher

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

Физическая культура играет ключевую роль в общем благополучии человека, влияя на физическое и психическое здоровье. Особенно важно осознать этот факт в студенческие годы, когда образ жизни и привычки формируются на долгие годы вперед. Поэтому популяризация физической культуры среди студентов является неотъемлемой частью развития здорового общества.

Abstract

Physical education plays a key role in the overall well-being of a person, affecting physical and mental health. It is especially important to realize this fact during the student years, when the lifestyle and habits are formed for many years to come. Therefore, the popularization of physical culture among students is an integral part of the development of a healthy society.

Физическая активность играет ключевую роль в жизни студентов, помогая поддерживать концентрацию, улучшать энергетический баланс, снижать стресс и повышать психофизиологическое благополучие. Занятия спортом улучшают физическое состояние, формируют правильную осанку, укрепляют мышечный корсет и служат профилактикой многих заболеваний. Внедрение регулярных физических упражнений в

повседневную жизнь студентов приводит к улучшению самочувствия и продуктивности.

Для успешной пропаганды физической культуры среди студентов необходимо разработать и реализовать комплексные программы и мероприятия, направленные на стимулирование интереса к здоровому образу жизни. Важно создать разнообразные спортивные секции и клубы на территории учебного заведения, где студенты могли бы заниматься предпочитаемыми видами физической активности. Также необходимо обеспечить доступ к современным фитнес-центрам по привлекательным условиям для студентов.

Несмотря на всю пользу физической активности, студенты сталкиваются с рядом препятствий, которые могут мешать им заниматься спортом. Это может быть нехватка времени из-за учебных нагрузок, отсутствие мотивации или доступа к спортивным объектам. Кроме того, некоторые студенты могут испытывать страх перед физическими нагрузками или не видеть в них необходимости.

Организация спортивных мероприятий, включая соревнования и фестивали, способствует не только повышению интереса к здоровому образу жизни, но и формированию спортивного духа и командного взаимодействия среди студентов. Так же проведение просветительских мероприятий о важности физической активности и правильном питании через лекции, семинары и мастер-классы способствует формированию осознанного подхода к заботе о собственном здоровье и благополучии.

Заключение

Популяризация физической культуры среди студентов важна для формирования здорового общества. Занятия спортом помогают улучшить физическое и психическое состояние, а также внести привычку заботиться о здоровье на протяжении всей жизни. Поддержка и поощрение физической активности среди студентов должны стать приоритетом для образовательных учреждений и общественных организаций.

Список литературы

1. Барчуков, И.С. Физическая культура / И.С. Барчуков. - М.: 2017 – 297 с.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Попцова М.А.

Научный руководитель: Корнилова Юлия Анатольевна, старший тренер-преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHYSICAL EDUCATION IN THE STUDENT ENVIRONMENT

Poptsova M.A

Supervisor: Julia A. Kornilova, senior trainer-teacher

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В современном мире технологии играют значительную роль в ограничении нашей физической активности. Транспортные и IT-технологии позволяют нам выполнять множество задач, не выходя из дома, что приводит к увеличению «сидячего» образа жизни. Ограниченность движений человека может негативно сказываться на его здоровье и благополучии.

Для того чтобы поддерживать физическую активность и заботиться о своем организме, важно заниматься спортом. Это позволяет компенсировать недостаток движения, укреплять мышцы, улучшать кровообращение и общее самочувствие. В условиях современного образа жизни занятия спортом становятся особенно важными для поддержания здоровья и баланса организма.

Abstract

In today's world, technology plays a significant role in limiting our physical activity. Transportation and IT technologies allow us to perform many tasks without leaving home, which leads to an increase in a "sedentary" lifestyle. The limitation of a person's movements can negatively affect their health and well-being.

In order to maintain physical activity and take care of your body, it is important to exercise. This allows you to compensate for the lack of movement, strengthen muscles, improve blood circulation and overall well-being. In the

conditions of a modern lifestyle, sports are becoming especially important for maintaining the health and balance of the body.

Цель исследования:

Изучить влияние занятий физической культурой на академическую успеваемость студентов.

Методы исследования

Для достижения цели исследования был проведен опрос в форме анкетирования. В ходе опроса приняло участие 200 студентов КНИТУ-КАИ. Характер выборки целенаправленный. Метод отбора — метод снежного кома.

Результаты и обсуждение

Из общего числа респондентов 62% занимаются спортом регулярно, а 38% не занимаются физической активностью по меньшей мере дважды в неделю. Это говорит о большой вовлеченности студентов в занятия физической культурой и спортом. Основные причины, по которым студенты не занимаются спортом, указываются такие как нехватка времени 52% и отсутствие мотивации 48%. 63% студентов отметили, что занятия спортом помогают им справляться с учебным стрессом и улучшают их общее самочувствие. 37% студентов признали, что им сложно найти время для занятий спортом из-за учебной или рабочей нагрузки. Таким образом, физическая культура положительно влияет на самочувствие студентов. 23% студентов отметили, что они не видят важности занятий спортом для своего общего благополучия, в то же время 73% студентов отметили, что занятия спортом повышают их концентрацию и улучшают эффективность учебы, что говорит о положительном влиянии физической активности на успеваемость студентов.

Заключение

Таким образом, студенты университета проявляют интерес к спорту, однако для их мотивации к занятиям необходимо организовывать больше спортивных мероприятий и мероприятий по физической культуре.

Список литературы

1. Барчуков, И.С. Физическая культура / И.С. Барчуков. - М.: 2017.

МИКРОВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Серезетдинов Р.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MICROWAVE AND QUANTUM COMPLEXES FOR MONITORING AND ADAPTATION OF LIVING SYSTEMS

Serezetdinov R.A.

*(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматриваются современные технологии использования микроволновых и квантовых комплексов для мониторинга и адаптации живых систем в области физической культуры и спорта. Подробно описывается принцип работы этих комплексов, их возможности по измерению параметров организма человека, а также влияние на улучшение физической формы, повышение выносливости и ускорение процессов восстановления после тренировок.

Abstract

The article examines modern technologies for using microwave and quantum complexes for monitoring and adaptation of living systems in the field of physical culture and sports. The article describes in detail the principle of operation of these complexes, their capabilities to measure the parameters of the human body, as well as their impact on improving physical fitness, increasing endurance and accelerating recovery processes after training.

1. Введение

Современные научные и технологические разработки не ограничиваются лишь медицинскими и биологическими областями, но также находят широкое применение в физической культуре и спорте. В последние десятилетия возрос интерес к использованию микроволновых и квантовых комплексов для мониторинга и адаптации живых систем в контексте улучшения спортивного состояния, тренировок и общего

здоровья спортсменов.

2. Микроволновые комплексы в физической культуре и спорте

Микроволновые технологии находят широкое применение в спортивной медицине и тренировочном процессе. С их помощью можно проводить наблюдение за физиологическими показателями спортсменов, анализировать изменения в теле под воздействием физических нагрузок, а также контролировать процессы восстановления после тренировок.

Одним из ключевых аспектов применения микроволновых комплексов является оптимизация тренировочного процесса. Благодаря возможности наблюдения за биохимическими процессами в организме спортсмена, тренеры и медицинские специалисты могут разрабатывать персонализированные программы тренировок, учитывая индивидуальные особенности каждого спортсмена.

Квантовые комплексы и их роль в адаптации живых систем спортсменов. Квантовая физика открывает новые перспективы в области спортивной подготовки и адаптации живых систем спортсменов.

Одним из интересных направлений исследований является применение квантовых комплексов для улучшения спортивных результатов и адаптации к физическим нагрузкам. Возможность передачи информации на квантовом уровне внутри организма спортсмена открывает новые возможности для оптимизации тренировок, ускорения восстановления и повышения спортивной выносливости.

3. Заключение

Использование микроволновых и квантовых комплексов в физической культуре и спорте представляет собой важное направление развития спортивной науки и практики.

Исследования в области микроволновых и квантовых комплексов в физической культуре и спорте открывают новые горизонты для достижения высоких спортивных результатов, обеспечивая инновационные методики тренировок и поддерживая здоровье и благополучие спортсменов.

Список литературы

1. Johnson, R., Brown, K., Smith, T. et al. (2020). «Quantum technology advances for athletic performance enhancement.». *Journal of Sports Engineering and Technology*, 24(2), 89-104.

РАЗВИТИЕ СПОРТА В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ САНКЦИЙ: РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сибгатуллин И.Э.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

DEVELOPMENT OF SPORTS UNDER INTERNATIONAL SANCTIONS: REALITIES AND PROSPECTS

Sibgatullin I.E.

Supervisor: Elga V. Galimova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Russia)

Аннотация

В данной статье мы рассмотрим реалии и перспективы развития спорта в России в условиях международных санкций.

Abstract

In this article we will look at the realities and prospects for the development of sports in Russia in the context of international sanctions.

1. Введение

Несмотря на международные санкции спорт продолжает развиваться и находить новые возможности для роста. В данной статье мы рассмотрим, как санкции влияют на развитие спорта, какие проблемы они создают и какие возможности предоставляют для развития национального спорта и поддержки местных спортсменов.

2. Развитие спорта в условиях международных санкций: реалии и перспективы.

Одной из главных проблем, связанных с санкциями, является ограничение доступа к современным технологиям и оборудованию, которые необходимы для тренировок и соревнований. Это приводит к тому, что многие спортсмены вынуждены использовать устаревшее оборудование и не имеют возможности участвовать в международных соревнованиях. Кроме того, санкции могут повлиять на финансирование

спортивных программ и проектов. Многие спонсоры и инвесторы могут отказаться от финансирования из-за рисков, связанных с экономическими санкциями. Это может привести к уменьшению количества спортивных мероприятий. Несмотря на эти проблемы, спорт продолжает развиваться. Многие страны и организации продолжают поддерживать спортивные программы и проекты. Международные федерации и ассоциации прилагают усилия для обеспечения равных возможностей для всех спортсменов, независимо от политических обстоятельств. Некоторые страны даже используют спорт как средство для улучшения отношений с другими странами. Например, в 2018 году Северная и Южная Кореи объединились для участия в Олимпийских играх в Пхенчхане. Это было первое объединение двух корейских команд на Олимпийских играх за последние 11 лет. Санкции могут стимулировать развитие национального спорта и поддержку местных спортсменов. Так, в России после введения санкций был создан национальный проект «Спорт – это жизнь», который направлен на развитие спорта в стране и поддержку местных спортсменов. Таким образом, несмотря на сложности, связанные с санкциями, спорт продолжает развиваться и находить новые возможности для роста.

3. Заключение

Развитие спорта в условиях международных санкций может быть вызовом, но также предоставляет возможности для поиска новых путей и стратегий развития. Важно учитывать следующие реалии и перспективы:

1) Увеличение внутренней поддержки: государство может уделить больше внимания развитию спорта как одной из областей, способствующих укреплению национального единства и привлечению позитивного внимания к стране.

2) Поиск новых партнеров и альтернативные соревнования с дружественными странами.

3) Укрепление самоидентификации. Развитие спорта в условиях санкций может способствовать укреплению самоидентификации спортсменов и болельщиков, что поможет сохранить мотивацию и целеустремленность.

5) Инновации и креативные подходы. Санкции могут стимулировать поиск новых инновационных подходов к развитию спорта, что может привести к созданию новых форматов соревнований, тренировочных программ и спортивных событий.

Таким образом, развитие спорта в условиях международных санкций требует гибкости, творческого мышления и стратегического подхода, но при этом может открыть новые перспективы для развития спорта в стране.

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ

Фадеева А.А.

Научный руководитель: Миначева Кристина Андреевна, старший тренер-преподаватель кафедры ФКиС

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES INTO THE CURRICULUM

Fadeeva A.A.

Supervisor: Kristina A. Minacheva, senior trainer-teacher of the Department of Physical Education and Sports

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье предложен способ применения информационных технологий, и польза их использования в учебной программе.

Abstract

This article suggests a way to use information technologies and the benefits of their use in the curriculum.

1. Введение

Спортивная деятельность всегда была и остается одной из самых актуальных в жизнедеятельности человека. Активное развитие технологий затронуло и спорт, их применение в учебном процессе сделает занятия физическими упражнениями более эффективными и безопасными.

2. Применение информационных технологий в учебной программе.

В современных реалиях доступно все больше полезных изобретений, рассмотрим полезное, по-настоящему умное устройство - фитнес-браслет. С помощью многочисленных датчиков могут отслеживать всевозможные показатели – артериальное давление, пульс, сатурацию. Имеют низкую стоимость за относительно широкий набор функций (от 560

рублей) [1]. Внедрение в учебную программу не будет проблемой, так как большинство студентов уже имеют подобные отслеживающие устройства.

Применение поможет индивидуально регулировать нагрузку и оперативно отбирать студентов с наилучшими показателями.

В дальнейшем, можно разработать приложение для сбора всех данных на устройство преподавателя, в котором результаты студентов будут автоматически сортироваться по различным критериям. Особенностью, такого приложения будет звуковое оповещение в реальном времени, при достижении лимита или плохих показаний у студента.

3. Отношение студентов к внедрению информационных технологий в учебной программе.

Было проведено исследование среди студентов первого и третьего курса КНИТУ им А.Н. Туполева – КАИ. Исследование показало, что 68% за внедрение современных технологий, 23% безразлично относятся к нововведениям и 9% против. Причиной отказа от современных технологий назвали неточность таких устройств.

4. Заключение

Применение отслеживающих устройств поможет не перегружать студентов, не испытывая чрезмерные нагрузки, они будут получать удовольствие от спорта, прививая себе практику здорового образа жизни. Эффективный отбор студентов в сборные, увеличит общие показатели спортивного развития в университете.

Список литературы

1. Интернет магазин «М.Видео» [Электронный ресурс] [//https://www.mvideo.ru/products/smart-braslet-digma-force-a5-tft-black-a5b-30060644](https://www.mvideo.ru/products/smart-braslet-digma-force-a5-tft-black-a5b-30060644)

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ
НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МАКЕТОМ БИОНИЧЕКОЙ РУКИ**

Хакимзянова С.И., Гарафутдинов А.А.

Научный руководитель: Никишина Г.В., канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**BIONICS TECHNOLOGIES IN EDUCATION: DEVELOPMENT OF A
HAND WITH CONTROL VIA AN INFRARED REMOTE CONTROL**

Khakimzyanova S.I., Garafutdinov A.A.

Scientific supervisor: Nikishina G.V., Candidate of Technical Sciences
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматривается применение цифровых технологий в образовании и их значимость для развития навыков студентов на примере разработки системы управления макетом бионической руки при помощи инфракрасного излучения.

Abstract

This paper describes the development of a bionic hand with control via an infrared remote control. The main components of the hardware of the project are given. The application of this technology in education and its importance are considered.

Современное образование ставит перед собой задачу внедрения цифровых технологий, способствующих более эффективному обучению и развитию студентов. Одной из таких технологий является бионика, которая объединяет принципы биологии и техники для создания уникальных устройств, способных имитировать функции человеческого организма. Разработка системы управления манипулятором на примере макета бионической рукой особенно актуальна в рамках обучения студентов технических направлений, так как позволяет применять на практике знания, полученные в процессе обучения [1,2].

В рамках данной работы был собран корпус макета бионической руки и разработана его система управления. Для управления работой макета руки был выбран микроконтроллер Arduino Uno, который обеспечивает программное управление сервоприводами и координацию движений [1,2], при этом каждый палец макета управляется отдельным сервоприводом. Сервоприводы обеспечивают сгибание и разгибание пальцев с высокой точностью, каждое движение макета находится под контролем системы управления. Для управления движения макетом руки был использован инфракрасный пульт, который передает команды на микроконтроллер, что позволяет пользователю задавать различные жесты и движения. Корпус макета бионической руки был напечатан на 3D принтере из пластика PLA, что обеспечивает легкость конструкции, а также ее прочность и гибкость. Напечатанные детали прочно соединены между собой, каждый палец макета бионической руки соединен с сервоприводом при помощи капроновых нитей, что позволяет точно передавать движения и имитировать большинство естественных движений человеческой руки.

Разработка системы управления макета бионической руки с инфракрасным управлением имеет большое значение для образования, так как студенты могут изучать принципы работы электроники, механики и программирования, а также развивать навыки работы с цифровыми технологиями. Аппаратная часть разработанного макета бионической руки представляет собой сложную систему, объединяющую различные технологии и принципы бионики. Этот проект демонстрирует возможности инновационных технологий в образовании и научных исследованиях, а также способствует развитию учебного процесса и повышению интереса студентов к техническим дисциплинам.

Список литературы

1. Тимергалина Г.В. и др. Автоматизированная система управления роботизированной рукой // ПТиГТ-2014; ОТТ-2014: материалы МНТК, Казань, 18–21 ноября 2014 года. Т. 3. – Казань: Изд-во КГТУ, 2014. – С. 346-348. – EDN TOYCSJL.
2. Никишин Т.П. и др. Разработка и реализация алгоритма управления роботизированной рукой // ММНК XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы конференции, сборник докладов, Казань, 19-21 октября 2015 года / Т. IV. - Казань: Изд-во Фолиант, 2015. - С. 741-745. EDN: VAZEMH.

РОССИЙСКИЙ БОКС В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Щукин А.А.

Научный руководитель: Макейчев Андрей Владимирович, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RUSSIAN BOXING UNDER SANCTIONS

Shchukin A.A.

Supervisor: Andrey V. Makeichev, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассказывается о влиянии санкций на участие российских боксеров в международных соревнованиях, а также о возможных мерах по поддержке российского бокса в условиях санкций.

Abstract

This article describes the impact of sanctions on the participation of Russian boxers in international competitions, as well as possible measures to support Russian boxing under sanctions.

1. Введение

С приходом санкций у российских спортсменов появилось огромное количество ограничений, в результате которых они могут столкнуться с финансовыми трудностями, отсутствием возможности продемонстрировать свои навыки и развиваться профессионально, а также повысить риск травм и негативно сказаться на общем здоровье.

2. Российский бокс и международная арена

Санкции могут повлиять на участие российских спортсменов в международных соревнованиях, включая чемпионаты мира, Олимпийские игры и другие крупные турниры, так как международные спортивные федерации могут принимать решения о временных или постоянных запретах на участие российских спортсменов в связи с политическими и санкционными вопросами. В профессиональных лигах и турнирах санкции также могут повлиять на участие российских спортсменов: промоутеры и

боксерские организации могут регулировать правила участия с учетом политических обстоятельств.

Влияние санкций может отразиться и на мировом признании российских спортсменов и их рейтингах. Участие в международных соревнованиях и достижения на них считаются одним из факторов, влияющих на статус спортсмена в мировом сообществе. Мировое признание российских спортсменов также влияет на их спонсорские контракты и возможности в рекламе. Санкции могут снизить интерес со стороны мировых брендов и ограничить коммерческие возможности.

3. Меры по поддержке российского бокса в условиях санкций

Поддержка российского бокса в условиях санкций осуществляется через несколько ключевых механизмов, включая государственное финансирование для развития отрасли, спонсорские программы от частных компаний, улучшение инфраструктуры для тренировок и соревнований, создание программ для развития молодых талантов, обмен опытом с другими странами, поддержку профессионального бокса, а также образовательные и психологические программы для участников. Однако эффективность таких мер будет зависеть от согласованных усилий со стороны государства, спортивных организаций, общественности и бизнес-сектора в целях развития бокса в условиях санкций.

4. Заключение

В условиях санкций важно обеспечивать устойчивость и развитие российского бокса через комплексные и целенаправленные меры поддержки. Государственное финансирование, спонсорские программы и развитие инфраструктуры играют ключевую роль в обеспечении условий для тренировок, соревнований и развития талантов. Программы развития молодежи, международное сотрудничество и образовательные инициативы являются важными элементами для формирования устойчивой будущей базы бокса в России. Поддержка профессионального бокса и внимание к психологическому благополучию спортсменов также содействуют укреплению российского бокса в мировом спортивном сообществе. Несмотря на вызовы, санкции могут стать стимулом для более эффективного управления и стратегического развития бокса в России, а также для укрепления связей с мировым спортивным сообществом.

**СМАРТ-КОЛЯСКА С ВСТРОЕННОЙ ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ
ПАЦИЕНТА НА КОМБИНИРОВАННЫХ АВБС**

Яббаров Р.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**SMART WHEELCHAIR WITH BUILT-IN FIBER OPTICAL SYSTEM
BASED ON COMBINED AFBS FOR
CONTROL OF THE PATIENT'S POSITION**

Yabbarov R.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Представлена смарт-коляска для улучшения качества жизни и реабилитации пациентов с ограниченной подвижностью, а также профилактики снижения затрат на лечение их пролежней. Показано, что встроенная в нее волоконно-оптическая система сбора информации позволяет контролировать положение пациента.

Abstract

A smart wheelchair is presented to improve the quality of life and rehabilitation of patients with limited mobility, as well as to prevent and reduce the cost of treating their bedsores. It has been shown that the fiber-optic information acquisition system built into it makes it possible to monitor the patient's position.

1. Введение

Применение АВБС комбинированного типа и радиофотонных методов их опроса [1], надлежащая долговременная калибровка сенсорной системы для повышения разрешающей способности измерений, быстродействия для отслеживания положения пациента являются сложной задачей, требующей новых исследований.

2. Структура системы

В результате проведенных нами исследований создана волоконно-оптическая система сбора информации о положении пациента в инвалидной коляске с улучшенными системными характеристиками, расширенными функциональными возможностями, реализованные на импортозамещающей элементной базе и построенные на основе применения в них линейно-чирпированных АВБС комбинированного типа с фазовыми сдвигами и их радиофотонным опросом [1-2]. На основе требований по специальным контролируемым зонам тела с учетом габаритов пациентов (рис. 1,а) используется трехрядная (по ширине) система волокон с 10 датчиками (капсулами) в каждом ряду (по пять справа и слева) на основе ЛЧВБР адресного типа – с фазовым сдвигом в каждой компоненте. В результате была разработана структурная схема многосенсорной адресной волоконно-оптической системы сбора информации о положении пациента в инвалидной коляске с радиофотонным интеррогатором (РФИ, рис. 1,б), который по стоимости на три порядка дешевле оптоэлектронных интеррогаторов.

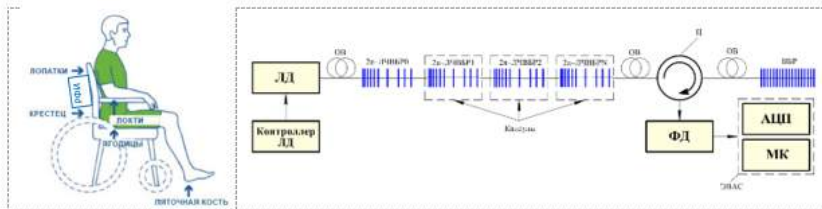


Рис. 1 – Коляска (а) и структура системы (б)

3. Заключение

В докладе будут обоснованы преимущества применения адресных ЛЧВБР в разрабатываемых системах: полная адресность; возможность работы с узкополосным фотоприемником, обусловленная постоянством ее адресной частоты независимо от спектрального положения ее центральной частоты; практически полное устранение коллизий совпадения адресных частот и частот биений, вызванных ситуационным положением решеток.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.
2. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В., Севастьянов С.С. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ СМАРТ-КОЛЯСКИ С ВСТРОЕННОЙ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ
ПОЛОЖЕНИЯ ПАЦИЕНТА НА КОМБИНИРОВАННЫХ АВБС**

Яббаров Р.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

**EXPLUATATION OF SMART WHEELCHAIR WITH BUILT-IN
FIBER OPTICAL SYSTEM BASED ON COMBINED AFBS FOR
CONTROL OF THE PATIENT'S POSITION**

Yabbarov R.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Представлены результаты экспериментальной эксплуатации смарт-коляски для улучшения качества жизни и реабилитации пациентов с ограниченной подвижностью, а также профилактики снижения затрат на лечение их пролежней.

Abstract

The results of experimental operation of a smart wheelchair are presented to improve the quality of life and rehabilitation of patients with limited mobility, as well as to prevent and reduce the cost of treating their bedsores.

1. Введение

Профилактика является ключевым фактором улучшения качества жизни пациентов с ограниченной подвижностью и снижения затрат на лечение пролежней. В ряде известных работ представлен обзор результатов применения электронных сенсорных устройств в конструкции инвалидных колясок, ортопедических матрасов, экзоскелетов, систем контроля осанки. К таким устройствам относят датчики обнаружения зон повышенного давления, датчики определения риска падения, надувные подушки с датчиками давления, с помощью которых можно регулировать объем

воздуха в подушке или секции матраса, и давать команды на репозиционирование пациента. Преимуществами технологии на основе волоконно-оптических датчиков, в частности АВБС комбинированного типа [1, 2], являются возможность объединения нескольких чувствительных элементов в одном оптическом волокне, невосприимчивость к электромагнитным помехам, возможность использования во влажных средах без герметизации, малый вес и размер. Кроме того, поскольку по оптоволокну не протекает электрический ток, этот метод измерения является более безопасным и позволяет создавать систему контроля с более широкой областью применения, используемой без ущерба для комфорта пациента.

2. Структура системы

Представлена структура многосенсорной адресной волоконно-оптической системы для контроля положения пациентов с функцией тайминга его воздействий на каждый из датчиков и выработкой команд на репозиционирование. В докладе также будут приведены результаты экспериментального исследования системы сбора информации о положении человека в инвалидной коляске с применением датчиков на основе адресных ЛЧВБР, реализованной на импортозамещающей элементной базе (рис. 1,а). Показаны результаты измерений при позиционировании пациента в коляске (рис. 1,б).



Рис. 1 – Коляска (а) и данные измерений (б)

3. Заключение

В докладе будут представлены результаты экспериментальной эксплуатации смарт-коляски.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Сахабутдинов А.Ж. Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. 2019. №4. С. 535-543.
2. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В., Севастьянов С.С. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**APPLICATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY IN
SPORTS ENGINEERING TO CREATE SIMULATORS AND
SIMULATIONS**

Ilichev D.A.

Supervisor: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ
РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТИВНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ТРЕНАЖЕРОВ И СИМУЛЯТОРОВ**

Ильичев Д.А.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

This paper examines the use of virtual and augmented reality (VR/AR) in sports engineering with a focus on simulators and training devices. The advantages of VR/AR are considered. Examples of their applications are presented. Problems are also stressed.

Аннотация

В данной статье рассматривается использование виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в спортивной инженерии с акцентом на тренажеры и тренировочные устройства. Обсуждаются преимущества VR/AR. Представлены примеры их применения. Также подчеркиваются проблемы.

1. Introduction

In recent decades, VR/AR have become key technologies in various fields, including sports engineering. The creation of simulators and simulators using these technologies allows athletes and coaches to simulate real-life training situations and conditions, which significantly improves their training and performance.

2. Benefits of VR/AR in sports engineering

1) Simulation of real-life conditions: Virtual training simulators and simulators allow athletes to train under conditions that are as close as possible to real competitions or training sessions.

2) Safety: The use of VR/AR reduces the risk of injury by allowing athletes to train in a safe and controlled environment.

3) Customisation: Simulators and simulators can be tailored to each athlete's individual needs and goals, optimising the training process.

4) Feedback and analytics: VR/AR systems can provide athletes and coaches with detailed feedback on their performance to help improve training techniques and tactics. Smart contracts allow for the automation of information transfer processes, making it easier to fulfil the terms of agreements.

2. Examples of VR/AR applications in sports engineering.

1) Virtual golf simulators: Using virtual reality, golfers can practice their strokes on different courses, simulating different weather conditions and terrains.

2) Augmented reality in football: Footballers can use AR applications to practice their interaction skills on the pitch and improve their understanding of team tactics.

3) Virtual boxing simulators: Boxers can use virtual simulators to practice their punches and defend against their opponents' attacks.

3. Problems in the application of VR/AR in sports engineering

VR/AR offer significant benefits for athlete training, yet their application faces challenges. These include technical limitations, installation and maintenance difficulties, training needs, and limited adaptability to certain sports. Despite these hurdles, ongoing technological advancements aim to address these issues.

3. Conclusion

In conclusion, the use of VR/AR in sports engineering is revolutionizing athlete training by providing safety, efficiency, and personalized performance enhancement.

References

1. Muhammad S. Anwar., Inam Ullah, Shabir Ahmad, Ahyoung Choi, Sadique Ahmad, Jing Wang, Khursheed, Khursheed / Immersive Learning and AR/VR-Based Education // Cybersecurity Management in Education Technologies, pp.1-22, ISBN: 9781032438320

2. W. Tumarun, Rizky Ema Wulansari, Budi Syahri, Nelvi Erizon, P. Purwantono, Y. Yufrizal and Tze Kiong Tee / Countenance Evaluation of Virtual Reality (VR) Implementation in Machining Technology Courses // Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS), Vol 4(2), 2023, pp. 825-836, ISBN: 2715-6087

9. МОЛОДЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ: ИТ-ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 621.391

КЛАССИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ТРАФИКА НА ОСНОВЕ DCI СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Агеева Т.В.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преп.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

MOBILE TRAFFIC CLASSIFICATION BASED ON DCI MESSAGES USING MACHINE LEARNING

Ageeva T.V.

Supervisor: Arthur K. Gaysin, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается метод классификации мобильного трафика на основе DCI-данных с использованием методов машинного обучения. Представлена схема применения DCI-данных и методов машинного обучения для задач классификации мобильного трафика.

Abstract

The article discusses a method of obtaining DCI data of mobile traffic using machine learning for traffic classification tasks. DCI parameters measurement scheme and using machine learning is presented.

1. Введение

Классификация мобильного трафика необходима для увеличения пропускной способности сети, оптимизации параметров, выявления потенциальных рисков конфиденциальности пользователей, а также для экономии энергии. Существует необходимость в изучении простых

масштабируемых методов классификации сотового трафика без проверки зашифрованных данных, без анализа взаимодействия входящих пакетов из-за задержки и сложности и с как можно меньшим количеством функций.

2. Метод классификации мобильного трафика 4G/5G NR

Для достижения хорошей производительности классификации мобильного трафика с помощью нейронных сетей требуется большое количество помеченных выборок, которые можно получить из незашифрованных DCI сообщений с помощью ПО «FALCON» [1] или схожих анализаторов сетевых данных в режиме реального времени. Такое ПО позволяет получить важные статистические характеристики пользователей и сохранить их в формате csv-файла.

Для задач классификации мобильного трафика методами машинного обучения в данной работе предлагается автоматическое извлечение признаков из спектрограмм (визуализация 2D-сигналов с использованием DTFT), полученных из DCI сообщений. Сохраненные спектрограммы затем могут использоваться для разделения на обучающий и тестовые наборы с определенным разделяющим коэффициентом и использоваться моделями глубокого обучения (например, сверточными нейронными сетями), которые классифицируют потоки данных на конкретное число типов трафика (рис.1). Алгоритмы классификации могут быть реализованы на Python с использованием библиотеки sklearn или keras поверх Tensorflow.



Рис. 1 – Схема использования DCI-данных и методов машинного обучения для задач классификации мобильного трафика

3. Заключение

Описанная методология позволяет проводить исследования на основе реальных данных сотовой связи в такой важной на сегодняшний день области, как мобильные технологии и искусственный интеллект.

Список литературы

1. Falkenberg R., Wietfeld C. FALCON: An Accurate Real-Time Monitor for Client-Based Mobile Network Data Analytics // IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), 2019. – 7 p.

**DCI АНАЛИЗ ДАННЫХ МОБИЛЬНОГО ТРАФИКА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО «FALCON»**

Агеева Т.В.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DCI ANALYSIS OF MOBILE TRAFFIC DATA USING «FALCON»
SOFTWARE.**

Ageeva T.V.

Supervisor: Arthur K. Gaysin, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод анализа мобильного трафика с использованием ПО «FALCON». Представлена схема измерения параметров DCI с использованием USRP B210 и программного обеспечения «FALCON».

Abstract

The article discusses a method of analyzing mobile traffic data using «FALCON» software. DCI parameters measurement scheme using USRP B210 and «FALCON» software is presented.

1. Введение

ПО «FALCON», наиболее точный анализатор сетевых данных LTE/5G NR [1], позволяет получить важные статистические характеристики из управляющей информации нисходящего канала связи DCI (распределение RNTI, общий размер транспортного блока, показатели MCS и количество выделенных блоков физических ресурсов), не требуя каких-либо предварительных знаний и необходимости декодировать и/или дешифровать потоки данных.

2. Метод анализа незашифрованного мобильного трафика в сетях 4G/ 5G NR

Для решения проблемы сбора большого числа помеченных выборок

в данной работе предлагается схема на рис.1. Набор данных получается путем запуска определенных служб и приложений под контролем на мобильном терминале (UE), подключенному к тестовой базовой станции LTE (eNB). USRP B210 позволяет контролировать канал в заданной полосе пропускания. Оно подключается к ПК, который выполняет фактическое декодирование данных DCI. ПО «FALCON» создает необработанный файл, который далее может использоваться с помощью скрипта Python для создания пригодного к использованию набора параметров, который суммирует основные интересные данные, связанные с каждым сеансом абонента, и позволяет отслеживать трафик.

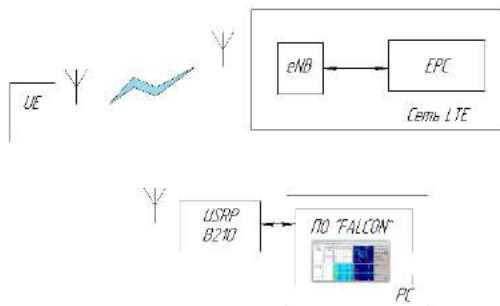


Рис. 1 – Схема измерения параметров DCI с использованием USRP B210 и программного обеспечения «FALCON».

Данную методологию можно воспроизвести, адаптировав базовое программное обеспечение под 5G NR, поскольку потоки PDCCH передаются так же в незашифрованном виде.

3. Заключение

Данный подход позволяет проводить исследования опираясь на реальные данные сотовой связи, полученные при помощи наиболее точного анализатора сети.

Список литературы

1. Falkenberg R., Wietfeld C. FALCON: An Accurate Real-Time Monitor for Client-Based Mobile Network Data Analytics // IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), 2019. – 7 p.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV

Гайфуллин Н.М.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

AUTOMATED SYSTEM FOR DISTANCE MEASUREMENT BASED ON OPENCV LIBRARY

Gaifullin N.M.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается разработка аппаратно-программного обеспечения на базе библиотеки OpenCV для автоматизации измерений расстояния между характерными точками в пространстве.

Abstract

The article discusses the development of hardware and software for automated measurements of distance between specific points based on OpenCV library.

1. Введение

Цифровая обработка изображений [1], получаемых видео- и фотокамерами, обеспечивает способы измерения геометрических размеров, по удобству использования и точности превосходящие другие подходы [2]. Ограничивающим фактором здесь являются сложные алгоритмы обработки и необходимость компенсации искажений оптической системы. Для решения соответствующей задачи в данной работе предлагается использовать удаленный сервер с алгоритмами, написанными с использованием открытой библиотеки OpenCV.

2. Структура системы и программное обеспечение

Предложенная система содержит сервер, реализующий алгоритмы компьютерного зрения и удаленные цифровые фотокамеры, позволяющие

передавать данные через телекоммуникационную сеть. После подключения к камере смартфона программа начинает обработку событий нажатий кнопок мыши, когда пользователь выбирает две точки на изображении. Это действие активирует функцию ввода известного пользователем расстояния между этими точками. Введенное расстояние позволяет программе вычислить калибровочный коэффициент, который вычисляется как отношение реального размера объекта к его размеру в пикселях на изображении. Помимо нахождения расстояния вычисляется и выводится оценка погрешности измерения в зависимости от величины измеряемого расстояния в пикселях. Программа отображает выбранные точки, соединяет их линиями, показывает измеренные расстояния вместе с их погрешностями, предоставляя пользователю возможность удалять последние измерения или закрыть программу с помощью клавиш 'R' и 'Q' соответственно.



Рис 1. Алгоритм работы программного обеспечения

В результате разработанная система обеспечивает удобный и точный механизм для измерения расстояний в реальных условиях, что может быть применимо в различных областях, от строительства до создания роботов, способных более точно анализировать окружающее их пространство.

3. Заключение

В результате проведенной работы была разработана система для измерения расстояний с использованием программного обеспечения на основе библиотеки OpenCV. В дальнейшем планируется расширение функционала системы, добавление автоматического режима измерений, а также адаптация алгоритмов под разнообразные условия эксплуатации.

Список литературы

1. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 752 с
2. Three-Beam Triangulating Sensor / E. S. Denisov, A. S. Salakhova, G. V. Timergalina [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Kazan, 03–05 декабря 2014 года. – Kazan, 2015. – P. 012007.

**ОСНОВНЫЕ ШАГИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ
ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ БИОНИЧЕСКОЙ
РУКИ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Гарафутдинов А.А., Хакимзянова С.И.

Научный руководитель: Никишина Г.В., канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THE MAIN STEPS IN THE DEVELOPMENT OF A REMOTE
CONTROL SYSTEM FOR THE LAYOUT OF A BIONIC ARM USING
INFRARED RADIATION**

Garafutdinov A.A., Khakimzyanova S.I.

Scientific supervisor: Nikishina G.V., Candidate of Technical Sciences
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматриваются основные шаги разработки системы дистанционного управления макета бионической руки при помощи инфракрасного излучения. Описываются задачи управляющей системы макета руки на базе платформы Arduino, настройка аппаратного обеспечения и описание работы части программного обеспечения.

Abstract

This paper discusses the main steps in the development of a remote control system for the layout of a bionic arm using infrared radiation. The tasks of the control system of the arm layout based on the Arduino platform, hardware configuration and a description of the operation of a piece of software are described.

Бионические конечности представляют собой высокотехнологичные устройства, которые помогают людям с ограниченными физическими возможностями восстановить функциональность потерянных конечностей. Управление такими устройствами является довольно сложной, но востребованной и актуальной задачей [1-3].

В рамках данной работы проводится разработка системы дистанционного управления макетом бионической руки при помощи инфракрасного (ИК) излучения. В качестве управляющей системы макета руки, распечатанной на 3D принтере, на данном этапе была выбрана платформа Arduino, которая позволяет проводить обработку получаемых от окружающей среды данных и выставлять необходимые координаты для движения макета руки. Это происходит при помощи считывания сигналов, поступающих с ИК-приемника VS1838B, их обработки и управления работой сервоприводов MG996R, установленных в пластиковом корпусе макета.

Для управления аппаратной частью системы необходимо подключить соответствующие библиотеки, например, для работы с ИК-приемником используется библиотека IRremote, а для управления сервоприводами – библиотека Servo, которые предоставляют удобные функции для работы с соответствующими компонентами. После подключения компонентов к платформе Arduino, необходимо инициализировать их в программе, для этого создаются объекты для работы с ними: IRrecv для ИК-приемника и Servo для сервоприводов. Следующим шагом является написание кода, который будет отвечать за прием и обработку команд от пульта дистанционного управления, которая до остановки работы системы управления выполняется в цикле и проверяет наличие новых команд от ИК-приемника.

Описанные в данной работе основные шаги при разработке системы дистанционного управления макетом бионической руки может служить руководством для студентов, заинтересованных в создании подобных систем управления.

Список литературы

1. Pribluda V.B. et al. Development and design of the intellectual bionic robotic arm control system // ICIEAM 2019, Sochi – Sochi, 2019. – P. 8742781. – DOI 10.1109/ICIEAM.2019.8742781. – EDN FANVBG.
2. Тимергалина Г.В. и др. Автоматизированная система управления роботизированной рукой // ПТиТТ-2014; ОТТ-2014 : Матер. МНТК, Казань, 18–21 ноября 2014 года. Т. 3. – Казань: Изд-во КГТУ, 2014. – С. 346-348. – EDN TOYСJL.
3. Никишин Т.П., Тимергалина Г.В. Система автоматического управления манипулятором // Материалы 54-й МНСК-2016: Радиотехника, электроника, связь, Новосибирск, 16–20 апреля 2016 года. – Новосибирск: НГТУ, 2016. – С. 42. – EDN UQYABK.

ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MATLAB

Гатауллин Б.И.

Научный руководитель: Тумбинская Марина Владимировна, к.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTIMAL METHODS FOR CREATING DIGITAL FILTERS BASED ON MATLAB SOFTWARE

Гатауллин Б.И.

Supervisor: Marina V. Tumbinskaya, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Сигналы встречаются практически в каждой сфере науки и техники, таких как акустика, биомедицинская диагностика, связь, системы управления, радиолокация, физика, сейсмология и телеметрия. Для всех сфер науки требуется обработка сигналов аппаратными или программными методами. Существуют два основных типа сигналов: аналоговые (непрерывные во времени) и дискретные (имеющие дискретные значения во времени).

Abstract

Signals are found in almost every field of science and technology, such as acoustics, biomedical diagnostics, communications, control systems, radar, physics, seismology and telemetry. All fields of science require signal processing by hardware or software methods. There are two main types of signals: analog (continuous in time) and discrete (having discrete values in time).

1. Введение

В области электроники цифровой фильтр представляет собой устройство, предназначенное для обработки цифрового сигнала с целью выделения или подавления определенных частот [1]. Сегодня цифровые фильтры широко используются в различных областях, включая спектральный анализ, обработку изображений, видео, аудио, речи и другие

приложения.

2. Разработка цифровых фильтров на основе MatLab

Для разработки цифровых фильтров часто используются встроенные функции программного пакета MatLab. Все функции подразделяются в соответствии с типом синтезируемого фильтра (рекурсивный или нерекурсивный) и принятым для этого методом синтеза [2]. В соответствии с этим можно выделить следующие группы функций для синтеза рекурсивных фильтров: Билинейного Z-преобразования, инвариантного преобразования импульсных характеристик, субоптимального метода синтеза, оптимального синтеза. Для синтеза нерекурсивных фильтров можно выделить следующие функции: субоптимального метода синтеза, оптимальные методы синтеза. В пакете доступны готовые функции для расчета дискретных фильтров: Баттерворта, Чебышева первого и второго порядка, а также эллиптических (Кауэра) [3]. С помощью этих функций можно создать дискретные ФНЧ, ФВЧ, полосовые и режекторные фильтры на основе аналоговых прототипов с использованием метода билинейного Z-преобразования фильтров. Отличие заключается в том, что в данном методе не требуется параметр "S", и частоты задаются нормированными к частоте Найквиста. Те же самые функции могут быть использованы для выбора оптимального типа дискретного фильтра.

3. Заключение

Методы целочисленного нелинейного программирования в контексте проектирования цифровых фильтров представляют собой инновационную и перспективную альтернативу традиционным методам. Современные алгоритмические пакеты для целочисленной оптимизации обеспечивают надежное и эффективное решение задач при соблюдении всех внешних требований и ограничений, касающихся работы цифрового фильтра.

Список литературы

1. Тумбинская М.В. Информационная безопасность в системе дистанционного обучения // Информатизация образования и науки. 2022. №2(54). С. 73-84.
2. Применение цифровой обработки сигналов. Под ред. Э. Оппенгейма: пер. с англ. / под ред. А. М. Рязанцева. — М.: Мир, 2020.
3. Гадзиковский В. И. Методы проектирования цифровых фильтров. — М.: Горячая линия — Телеком, 2017.

НЕЙРОСЕТИ В БЕСПИЛОТНЫХ ВОДНЫХ СУДАХ

Григорьева Д.Э.

Научный руководитель: Кузнецова Ирина Олеговна, к.т.н.
(Омский институт водного транспорта – филиал ФГБОУ ВО СИБГУВТ)

NEURAL NETWORKS IN UNMANNED WATER VESSELS

Grigorieva D.E.

Scientific supervisor: Irina O. Kuznetsova, candidate of technical sciences.
(Omsk Institute of Water Transport - branch of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education SIBGUVT)

Аннотация

В статье описываются возможности искусственного интеллекта при управлении беспилотным водным транспортом.

Abstract

The article describes the possibilities of artificial intelligence in the management of unmanned water transport.

1. Введение

IT-технологии занимают видное место во многих сферах, в том числе и беспилотном водном транспорте. Сегодня, когда наша страна борется с фашизма на Украине, модернизация водного транспорта по принципу беспилотного управления на основе нейронных сетей открывает огромные возможности и дает массу преимуществ [1].

2. Нейросети применяемые для управления беспилотными водными судами

Использование нейросетей в системе управления беспилотными водными судами позволяет достичь высокой автономности, точности и адаптивности в различных условиях. Система управления беспилотными водными судами на основе искусственных нейронных сетей состоит из некоторых основополагающих компонентов:

- Нейросетевой контроллер – являются центральным элементом системы, он принимает решения на основе принимаемой информации и обратной связи. Нейросетевой контроллер обучается на исторических данных и адаптируется к изменяющимся условиям.

- Датчики и сенсоры собирают информацию о состоянии судна и окружающего пространства и передают нейросетевому контроллеру для анализа.

- Актуаторы и исполнительные механизмы: нейросетевой контроллер управляет актуаторами, такими как двигатели, рулевые системы и т.п. Они обеспечивают физическое выполнение команд, выданных нейросетью.

- Обратная связь и коррекция: Система непрерывно анализирует данные от датчиков и корректирует управление судном. Нейросеть обучается на реакции судна на различные ситуации.

При применении нейросетей для управления беспилотными водными судами возникают определенные проблемы и ограничения, а это обучение на ограниченных данных, недостаток интерпретируемости, чувствительность к атакам и помехам, высокие вычислительные требования, а также необходимость постоянного обновления.

Будущее развития нейросетей для управления беспилотными водными судами включает в себя: улучшение алгоритмов обучения; интеграция с другими технологиями; развитие архитектур нейросетей; значительная доступность данных; стандартизация и регулирование [2].

4. Заключение

Использование IT-технологии, в частности искусственных нейронных сетей высокоэффективны для решения широкого круга задач безопасности морского и речного транспорта и могут быть применены в рамках как неконтролируемых, так и контролируемых методов искусственного интеллекта и машинного обучения.

Список литературы

1. Кузнецова И. О., Малютов Д. А. Принцип работы и архитектура нейронных сетей. Евразийская интеграция: современные тренды и перспективные направления: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Омск, 12 марта 2024 г.) / АНОО ВО «СИБИТ»; под общ. ред. М. Г. Родионова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2024. – 1 CD-ROM (2,76 Мб). – Минимальные систем. требования: процессор с частотой 800 МГц и выше; 128 Мб RAM и более; свободное место на жестком диске 300 Мб и более; Linux / Windows XP и выше; MacOS X 10.4 и выше; CD/DVD-ROM-дисковод; ПО для просмотра pdf-файлов. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-8149- 3779-7

2. Станкевич Т.С. Перспективы применения искусственных нейронных сетей для обеспечения безопасности морского транспорта // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития. 2024. №VI. с.120

**ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ LLM
(БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ)**

Зимин И.С.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, д.т.н., старший преподаватель

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THE WORKING PRINCIPLE AND POSSIBILITIES OF LLM
(LARGE LANGUAGE MODELS)**

Zimin I.S.

Supervisor: Svetlana V. Kochurova, senior teacher

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В этой статье рассказывается о принципе работы больших языковых моделей (LLM), включая их базовые алгоритмы, методы обучения и принципы функционирования. Освещается их важность в современной обработке естественного языка и их влияние на развитие искусственного интеллекта и коммуникаций.

Abstract

This article introduces the principle of large language models (LLMs), including their basic algorithms, learning methods, and operating principles. Their importance in modern natural language processing and their impact on the development of artificial intelligence and communications are highlighted.

1. Introduction

Large Language Models (LLMs) are innovative intelligent systems capable of processing natural language and producing texts based on it. LLM models are based on deep machine learning and neural networks. They analyze huge amounts of data to learn how to understand and generate natural language. LLMs use sophisticated algorithms and statistical methods to process text to produce high quality and literate utterances.

2. Basic algorithms and methods

LLMs are based on deep learning neural networks. They are based on recurrent and convolutional neural networks that process data in serial and parallel form. These models use techniques such as recurrent blocks, 3D convolutional layers and attention to analyze and generate natural language.

One of the key features of LLMs is the ability to generate texts based on context. They allow models to understand the relationships between words and sentences, making them capable of generating high-quality texts that mimic natural writing. In addition, LLM models are able to perform tasks related to natural language processing, such as translation, text categorization, question answering, and more.

3. Applications of LLMs in natural language processing

LLM models have found wide applications in various fields related to natural language processing. They are widely used in creating content for websites and marketing materials, automatically answering questions in chat rooms and applications, and even in developing virtual assistants to communicate with people.

The process of an LLM is to create mathematical models that are trained on large amounts of textual data. These models can be used to generate texts based on suggested context or to perform natural language processing tasks that require analysis and understanding of natural language.

The use of LLM models in natural language processing is becoming increasingly common and in demand. In the future, we can expect the development and improvement of these models to more accurately analyze and generate texts in Russian and other languages.

4. Conclusion

In conclusion, we would like to emphasize the importance of large language models (LLMs) in natural language processing. They do not just repeat text, but synthesize new, natural content, improving translations, text analysis and generation. The development of LLMs has the potential to revolutionize our experience with artificial intelligence and improve many processes in language processing.

Список литературы

1. Как работают LLM (большие языковые модели типа GPT-4) простыми словами - <https://dtf.ru/u/415181-cleef/2303723-kak-rabotayut-llm-bolshie-yazykovye-modeli-tipa-gpt-4-prostyimi-slovami>

2. Как работает ChatGPT: объясняем на простом русском эволюцию языковых моделей с Т9 до чуда - <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/716918/>

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ СИГНАЛЛОВ ЧЕРЕЗ ЭЛЕКТРОЩИТ»

Имамутдинов И.И.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STUDY OF THE FLOW OF SIGNALS THROUGH THE ELECTRICAL SHIELD”

Imamutdinov I.I.

Supervisor: Rifat R. Sharipov, docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается способ исследования АЧХ стандартного электрического щита на границе помещения. Представлен исследовательский стенд.

Abstract

The article discusses a method for investigating the frequency response of a standard electrical shield at the boundary of a room. A research stand is presented.

1. Введение

Сигналы различных частот и форм, попадающие из внешней системы электропитания через электрический щит, может оказывать негативное влияние на работы электронных устройств. Например, на адаптеры PLC (Power Line Communication), передающие информацию в диапазоне частот 2 – 30 МГц. Поэтому встала задача исследования амплитудно-частотных характеристики стандартного электрического щита на границе помещения.

2. Описание стенда

Кнопка включения и выключения: Эта кнопка предназначена для управления питанием всего стенда.

Счетчик меркурий 200: Счетчик предназначен для измерения потребляемой электроэнергии и отображения этой информации на дисплее.

Дифференциальный автомат 30мА: Этот компонент обеспечивает защиту от перегрузок и коротких замыканий в электрической сети стенда. При обнаружении нештатных ситуаций автоматически отключает питание.

Автоматический выключатель 10А: Этот автоматический выключатель также служит для защиты от перегрузок и коротких замыканий, но с меньшей номинальной нагрузкой - 10А.

Амперметр: Амперметр используется для измерения силы тока в цепи электростенда. Он позволяет контролировать и отображать текущее потребление электроэнергии.

Выход на две розетки и земля: Этот компонент обеспечивает выходную точку для подключения электроприборов или других устройств, а заземление обеспечивает безопасность работы с электрооборудованием.

3. Схема разработанного лабораторного стенда

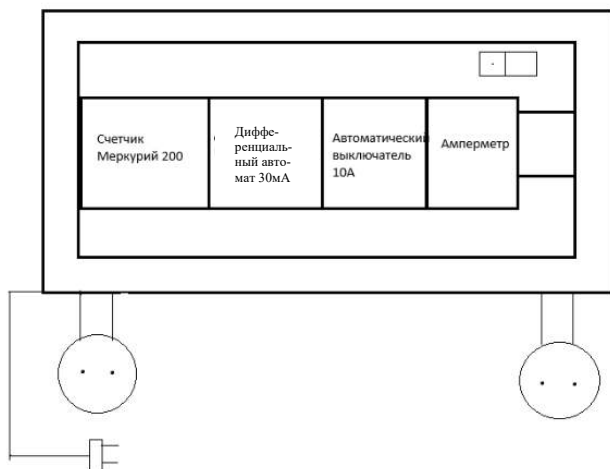


Рис. 1 – Лабораторный стенд

4. Заключение

Кроме всего, актуально так же рассмотреть и возможность утечек данных из контролируемого помещения, некоторые подходы, а также методы защиты предложены в [1].

Список литературы

1. Хорев, А. А. Способы и средства защиты вспомогательных технических средств, устанавливаемых в выделенных помещениях / А. А. Хорев // Защита информации. Инсайд. – 2007. – № 2(14). – С. 26-33.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО КОДА СРЕДСТВАМИ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Кашапов Т.И., Хаертдинов А.Х.

Научный руководитель: Тумбинская Марина Владимировна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STUDYING PROGRAM CODE VULNERABILITIES USING STATIC ANALYSIS TOOLS

Kashapov T.I., Khaertdinov A.Kh.

Supervisor: Marina V. Tumbinskaya, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается применение статических анализаторов для анализа исходного кода программного обеспечения. Анализ программного кода позволит повысить уровень защищённости программного обеспечения на этапе его разработки.

Abstract

The article discusses the use of static analyzers for analyzing software source code. Analysis of software code will increase the level of software security at the stage of its development.

1. Введение

При разработке программного обеспечения все чаще допускаются базовые ошибки, которые могут привести к появлению уязвимых мест в программном обеспечении. Таким образом, возникает необходимость в применении систем контроля ошибок в исходном коде [1 - 3].

2. Статические анализаторы программного кода

В рамках анализа программного обеспечения были выбраны следующие статические анализаторы: 1) Positive Technologies Application Inspector (PT AI), 2) SonarQube, 3) Solar appScreener, 4) Svace, 5) PVS-Studio, 6) Semgrep. В результате проведённого сравнительного анализа

статических анализаторов исходного кода были сделаны следующие выводы: 67% (№2, №3, №4, №5) инструментов имеют точность обнаружения уязвимостей в диапазоне от 50% и ниже, что говорит о большом количестве ложных срабатываний; 50% (№1, №3, №6) программных продуктов имеют возможность классификации уязвимостей по OWASP Top 10 [4]; ПО №2 не имеет функции анализа потоков данных; ПО №3 и №4 не имеют возможности создания дополнительных правил анализа; ПО №4 и №5 не имеют встроенного функционала для встраивания в конвейер доставки; 50% (№1, №3, №4) программных продуктов разворачиваются на отдельных серверах, что влечет повышение затрат на эксплуатацию; 33% (№2, №6) программных продуктов являются бесплатными. Анализ показал, что наилучшим решением является анализатор Semgrep [5], так как он бесплатный, имеет поддержку большого количества языков программирования, является «open source».

Для сканирования были выбраны 1899 стандартных правила, которые содержат паттерны для таких языков программирования, как C#, JS, PHP, и языка разметки Yaml.

3. Заключение

Из результата сканирования можно сделать вывод, что исходный код содержит 1 высокую и 7 средних уязвимостей и ошибок. По номеру CWE можно найти описание уязвимости и рекомендации по устранению.

Список литературы

1. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. №1(79). С. 96-103.
2. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 35 (176). С. 42-47.
3. Александрова Л.А., Тумбинская М.В. Модель интерактивной обучающей системы // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 39.
4. Уязвимости и угрозы веб-приложений в 2020–2021 гг. [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/web-vulnerabilities-2020-2021/> (дата обращения: 01.02.2024 г.).
5. Semgrep [Электронный ресурс]. 2024. URL: <https://semgrep.dev/>

СИСТЕМА СБОРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА RASPBERRY PI

Курбангалеева А.М.

Научный руководитель: Кирсанов Александр Юрьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DATA ACQUISITION SYSTEM ON THE BASED OF THE RASPBERRY PI CONTROLLER

Kurbangaleeva A.M.

Supervisor: Alexander Yu. Kirsanov, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе показана структура и приведены основные особенности системы измерения аналоговых и цифровых сигналов, построенной на основе контроллера Raspberry PI 4. Для измерения, оцифровки, а также генерации аналоговых сигналов использованы дополнительные модули. В качестве примера показано подключение к измерительной системе датчика газа MQ-2.

Abstract

This paper shows the structure and provides the main features of a system for measuring analog and digital signals, built on the basis of a Raspberry PI 4 controller. Additional modules are used for measuring, digitizing, and generating analog signals. As an example, the connection of the gas sensor MQ-2 to the measuring system is shown.

1. Введение

В работе поставлена задача автоматизации измерений аналоговых и цифровых сигналов, а также генерации аналогового напряжения с использованием контроллера Raspberry PI 4. Контроллер позволяет реализовывать различные алгоритмы обработки измерительной информации с достаточно высокой скоростью, имеет различные цифровые интерфейсы для подключения дополнительных периферийных устройств,

включая интерфейс TCP/IP для подключения к локальной вычислительной сети. Таким образом, выбранный контроллер оказывается очень удобным для реализации автономных встроенных систем с возможностью дистанционного доступа и управления [1].

2. Описание системы сбора измерительной информации

На рис.1 показана структурная схема разработанной автоматизированной системы. Для работы с аналоговыми сигналами предусмотрены внешние модули АЦП и ЦАП. В качестве объекта измерения может выступать различные электронные схемы, параметры которых необходимо измерять и контролировать, окружающая среда или роботизированное устройство. Для отладки работы модуля АЦП был использован датчик обнаружения газа и дыма MQ-2(ДГ), который служит для определения концентрации газа в воздухе и контроля задымленности производственных помещениях или жилых домах.

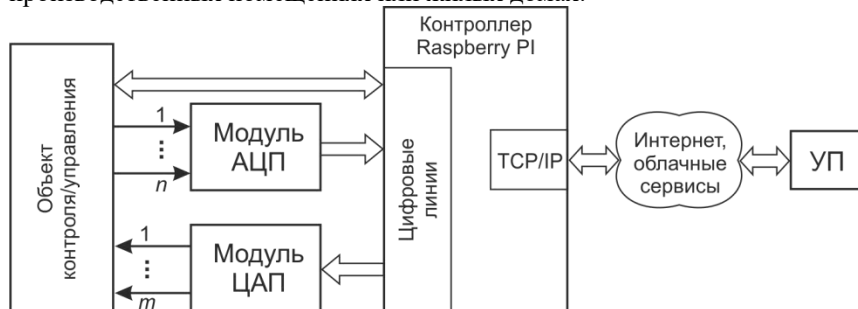


Рис. 1 – Структурная схема установки: УП – удаленные пользователи

3. Заключение

Разработанная автоматизированная система может использоваться для дистанционного сбора информации о состоянии заданного объекта или окружающей среды, а также управления мобильными роботами. Также система может быть применена для автоматизации учебных экспериментов и создания дистанционных лабораторных практикумов по инженерным электротехническим дисциплинам.

Список литературы

1. Евдокимов Ю.К., Дистанционные автоматизированные учебные лаборатории и технологии дистанционного учебного эксперимента в техническом вузе/ Кирсанов А.Ю., Салахова А.Ш. // Открытое образование. 2009. № 5. С. 101-116.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ

Кутлаев А.Е.

Научный руководитель: Кузнецов А.А. – заведующий кафедрой РФМТ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DETERMINATION OF THE NANOSATELLITE VELOCITY USING A TEMPERATURE SENSOR

Kutlaev A.E.

Supervisor: Kuznetsov A.A. – Head of the RFMT Department
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод определения скорости движения наноспутника с использованием датчика температуры.

Abstract

The article discusses a method for determining the velocity of a nanosatellite using a temperature sensor.

1. Введение

Наноспутники CubeSat - космический аппарат весом от 1 кг до 10 кг и размерами 10см x 10см. В такой спутник не помещается много оборудования поэтому их стали увеличивать и комбинировать (2u; 3u; 6u; 12u и до 24u). Задача таких спутников начинается от зондирования земли и заканчивая исследованием солнца. Спутники CubeSat запускают на околоземную орбиту. Их срок службы всего 1-2 года (1 год = 3000 витков). В спутнике используется конструкция, бортовая вычислительная система, система жизнеобеспечения, система электропитания, система ориентации и стабилизации, двигательная установка, бортовой радиокomплекс, система терморегулирования и система навигации. Студенты и учителя инженерного лица КНИТУ КАИ сделали и запустили в космос спутник КАИ1 и в эти дни сейчас проектируется второй спутник КАИ2. Мозги спутника находятся в бортовой вычислительной системе. Аппарату

требуется определённая ориентация смотреть на солнце, на землю, на другой космический объект или закрутится вокруг своей оси за это всё отвечает система ориентации и стабилизации. Системы, которые поворачивают аппарат можно разделить на два типа магнитные которыми являются магнитные катушки работают по принципу магнитного момента катушки и магнитного поля земли, также есть система ориентации на двигателях моховика. Часто эти системы комбинируют чтобы компенсировать недостатки друг друга. Для выполнения этих задач требуется много энергии поэтому на борту аппарата стоят высоковольтные аккумуляторные батареи, которые накапливают энергию, поступающую от солнечных фотоэлементов, установленных на внешних панелях аппарата, которые получают энергию от солнца, когда повернуты на него. Двигательные технологии системы холодного газа, электрические двигатели и солнечные паруса.

2. Схема определения скорости наноспутника с помощью датчика температуры.

На спутнике КАИ2 будет полезная нагрузка (камера, приемопередатчик с хранилищем, волоконный датчик температуры и деформации). С датчиком температуры можно провести опыт. Датчик температуры записывает как меняется температура на поверхности спутника за время витка. Предполагая, что он движется по одной орбите, то за несколько циклов замеров можно определить с какой периодичностью повторяются одинаковые значения, тогда мы можем определить время, за которое он делает виток вокруг земли.

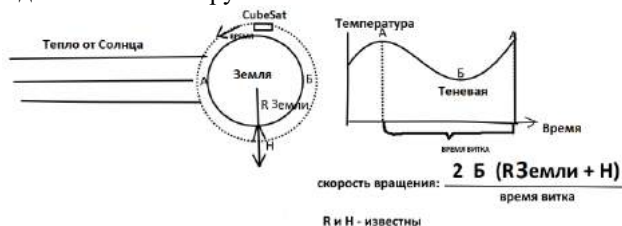


Рис. 1 – Схема определения скорости наноспутника с помощью датчика температуры.

3. Заключение

Из приведенных результатов можно сделать вывод, что определение скорости наноспутника с помощью датчика температуры возможно.

Список литературы

1. <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/635954ba9a7947466adc13b7> \\ <https://spacepi.space/wiki/> \\ <https://kai.ru/web/kai1sputnik>

РАЗНОВИДНОСТИ ПОЖАРНЫХ СИСТЕМ

Лукьянов Э.Р.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TYPES OF FIRE SYSTEMS

Lukyanov E.R.

Supervisor: Rifat R. Sharipov, Docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья представляет обзор различных типов пожарной системы, используемых для обеспечения безопасности и защиты от пожаров. Проанализировали каждый тип охранно-пожарной системы, определили их область применения и эффективность.

Abstract

This article provides an overview of the various types of fire systems used to ensure safety and fire protection. We analyzed each type of security and fire protection system, determined their scope and effectiveness.

1. Введение

Пожарная сигнализация — это система, предназначенная для обнаружения пожаров и автоматического оповещения людей о них. Основная цель такой системы – своевременное обнаружение и локализация возгорания, а также предупреждение людей о возможной опасности, чтобы иметь возможность принять меры для предотвращения пожара или спасения людей и ценностей.

2. Системы пожарной сигнализации можно разделить на несколько типов: Неадресная; Адресно-пороговая; Адресно-аналоговая.

Неадресная система пожарной сигнализации — это тип системы, в которой датчики, установленные в различных зонах здания, не обязательно указывают конкретное местоположение возгорания. Вместо этого, датчики просто обнаруживают наличие дыма, тепла или пламени в своей зоне и

передают сигнал на центральную панель управления. Эта система обычно применяется в небольших зданиях, где не требуется точное определение источника пожара или когда оно нецелесообразно из-за стоимости. Когда сработает один из датчиков, центральная панель просто указывает на общую зону, в которой обнаружено возгорание, а не конкретное местоположение.

Адресно-пороговая система пожарной сигнализации — это современная и более точная форма системы пожарной сигнализации, которая позволяет точно определить местоположение возгорания в здании. Она используется для обнаружения и реагирования на пожары, дым или другие чрезвычайные ситуации. В адресно-пороговой системе каждое устройство имеет свой собственный адрес, который позволяет сообщать системе о конкретном местоположении обнаруженного пожара или чрезвычайной ситуации. Такие системы находят применение в больших и сложных объектах, таких как торговые центры, аэропорты, больницы, гостиницы и промышленные здания, где точное и оперативное обнаружение пожара является критически важным.

Адресно-аналоговая пожарная система (ААПС) является современной системой пожарной безопасности, которая используется для обнаружения и предотвращения пожаров. Она работает на основе цифровых технологий и предоставляет более точную и надежную информацию о местоположении и характере пожара. Основным компонентом ААПС является адресный пожарный извещатель, который обладает способностью передавать информацию о своем местоположении и состоянии непосредственно в систему центральной обработки данных. Это позволяет оперативно обнаруживать и реагировать на возгорания.

3. Заключение

В заключении можно отметить, что пожарные сигнализации являются важной частью систем безопасности и обеспечивают оперативную реакцию на возможные пожары, что помогает минимизировать угрозу для жизни и имущества. Они играют ключевую роль в предотвращении пожаров и способствуют быстрому эвакуации людей при возникновении чрезвычайной ситуации. Таким образом, установка и правильное функционирование пожарной сигнализации должны быть приоритетом при обеспечении безопасности в любом здании.

Список литературы

1. Шарипов, Р. Р. Исследование электрических параметров пороговых извещателей / Р. Р. Шарипов, Б. З. Юсупов // Программные системы и вычислительные методы. – 2023. – № 3. – С. 29-47. – DOI 10.7256/2454-0714.2023.3.43682.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ: СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Лукьянов Э.Р.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

"MODERN SECURITY PROVISION METHODS: ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEMS"

Lukyanov E.R.

Supervisor: Rifat R. Sharipov, Docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Эта статья представляет обзор современных систем контроля и управления доступом, их применение и технологии. Рассматриваются различные аспекты, включая методы аутентификации, физические и электронные механизмы контроля доступа, а также тенденции и развитие данной области.

Abstract

This article provides an overview of modern access control and management systems, their applications, and technologies. Various aspects are considered, including authentication methods, physical and electronic access control mechanisms, as well as trends and developments in this area.

1. Введение

Система контроля и управления доступом — это комплекс методов и технологий, который обеспечивает ограничение доступа к определенным территориям, объектам или информации, позволяя регулировать передвижения людей, транспортных средств и данных в соответствии с установленными правилами безопасности. Включает в себя различные технологии, такие как биометрические сканеры, RFID-метки, видеонаблюдение и электронные замки, и применяется в различных сферах, включая офисы, склады, банки, аэропорты и учебные заведения.

2. Работа «Системы контроля и управления доступом»

Система контроля и управления доступом основана на комбинации аппаратных и программных средств, которые помогают ограничивать и регулировать доступ к объектам, информации или помещениям. Как правило, система управления доступом включает в себя следующие основные компоненты:

Идентификация и аутентификация: для начала, пользователь должен пройти процесс идентификации, путем предъявления уникальной идентификационной информации, такой как пароль, ключ-карта, биометрические данные и т.д. Затем, происходит процесс аутентификации, который проверяет совпадение предоставленной информации с уже зарегистрированными данными в системе.

Авторизация: когда пользователь успешно прошел процесс идентификации и аутентификации, система принимает решение о предоставлении доступа на основе заданных правил и полномочий. Это может быть ограничение доступа в определенные зоны, к определенной информации, или к определенным функциям системы.

Управление и мониторинг: система управления доступом позволяет администраторам управлять правами доступа, создавать и редактировать пользовательские профили, а также отслеживать все попытки доступа, включая неудачные попытки или попытки несанкционированного доступа.

Физические средства контроля: к системе контроля доступа могут быть подключены различные физические устройства, такие как дверные замки, турникеты, шлагбаумы, видеонаблюдение, пропускные пункты и даже аппаратные биометрические устройства.

3. Заключение

В заключение, система контроля и управления доступом играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективного управления доступом к различным объектам и информации. Благодаря использованию современных технологий, таких как биометрические сканеры, RFID-метки и видеонаблюдение, она позволяет эффективно ограничивать доступ только к авторизованным лицам и транспортным средствам.

Список литературы

1. Лукьянов, Э. Р. Разработка системы контроля управления доступом в компании Арсенал / Э. Р. Лукьянов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов (шифр –МКАП 25): Сборник материалов XXV Международной научно-практической конференции, Москва, 17 ноября 2023 года. – Москва: Печатный цех, 2023. – С. 202-209. – EDN YCGPSQ.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА RC4

Макаров С.П.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM RC4

Makarov S.P.

Supervisor: Rifat R. Sharipov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье описывается программное обеспечение, симулирующее алгоритм работы потокового шифра RC4. Описываются особенности и принцип работы программы.

Abstract

This article describes software that emulates the RC4 stream cipher algorithm. Describes the features and operating principle of the program.

1. Введение

Потоковый шифр RC4 обладает высокой скоростью работы благодаря чему он находит свое применение в различных сетевых протоколах и алгоритмах безопасности, таких как SSL и WAP, также он используется и в других криптографических системах. Благодаря простоте реализации алгоритма RC4 [1], он может быть использован в учебных целях для изучения основ потоковых шифров. Для этого необходимо специальное программное обеспечение.

2. Описание разработанной программы

Разработанная программа имитирует работу алгоритма RC4. Программа состоит из одного окна (рис. 1), которое имеет следующий интерфейс:

1. Поле, в которое вводится текст.
2. Поле, в которое вводится ключ.

3. Поле, в которое выводится результат шифрования.
4. Поле, в которое выводится генерируемая гамма.
5. Кнопка, при нажатии на которую программа завершается.
6. Кнопка, при нажатии на которую введенный текст шифруется.

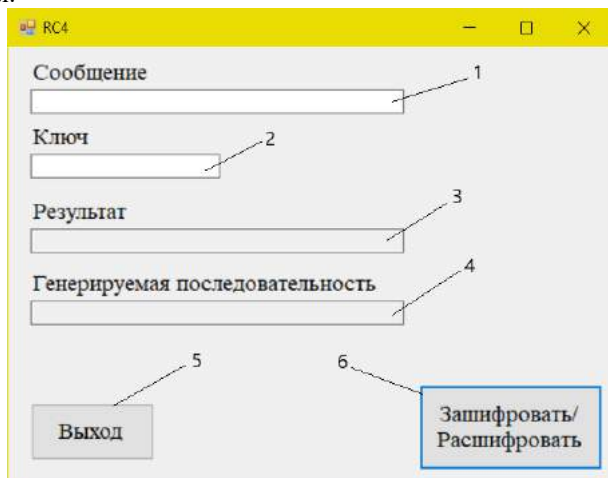


Рис. 1 – Основное окно программы.

Для проверки корректности работы программного обеспечения зашифруем вручную и с помощью программы текст «Hello» на ключе «Cipher» и сравним результаты. Результат ручного шифрования – «8IM0w». Результат работы программы – «8IM0w». Результаты совпали, следовательно программа работает корректно.

3. Заключение

На основе проведенного опыта можно сделать вывод, что программа способна симулировать работу потокового шифра RC4 и выдавать корректные результаты шифрования, поэтому данное программное обеспечение может быть использовано для проверки расчетов студентов, сделанных ими в рамках занятий по дисциплине «криптография».

Список литературы

1. Самойлов, С. А. Шифрование данных. Алгоритм RC4 / С. А. Самойлов, М. С. Зуев // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. – 2011. – Т. 2, № 18. – С. 110-111. – EDN OCPOGD.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РСЛОС

Макаров С.П.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF SOFTWARE IMPLEMENTATION OF LFSR

Makarov S.P.

Supervisor: Rifat R. Sharipov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описывается программное обеспечение, симулирующее работу регистра сдвига с линейной обратной связью. Описывается интерфейс программы, дается краткое описание ее основных принципов работы.

Abstract

The article describes software that simulates the operation of a linear-feedback shift register. The program interface is described and a brief description of its basic principles of operation is given.

1. Введение

Регистр сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС) применяется для генерации псевдослучайной последовательности битов. Одной из основных областей его применения является криптография. Благодаря своему быстродействию РСЛОС находит свое применение как в военных разработках, так и в менее серьезных криптографических системах.

2. Описание разработанного программного обеспечения

Данная программа симулирует работу РСЛОС в конфигурации Фибоначчи [1]. Программа способна симулировать работу регистра длиной от 1 до 16 ячеек. Интерфейс программы состоит из нескольких окон: окно ввода длины и основного рабочего окна.

После ввода длины на экране появится основное рабочее окно (рис. 1). Оно содержит следующие элементы:

1. Ячейки памяти - показывают текущее состояние РСЛОС.
2. Отводы - показывают, что данная ячейка памяти входит в функцию обратной связи.
3. Строка, в которой отображается последовательность битов, генерируемых РСЛОС.
4. Кнопка «Выход», при нажатии на которую программа завершает свою работу.
5. Кнопка «Дальше» - при нажатии «выталкиваемый» бит добавляется к концу генерируемой последовательности и РСЛОС переходит в следующее состояние.

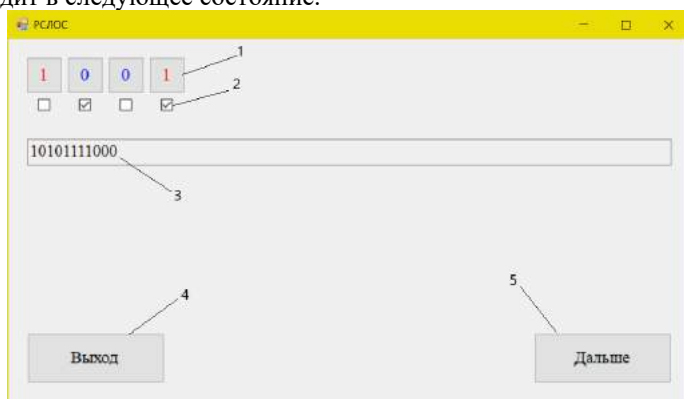


Рис. 1 – Основное рабочее окно.

3. Заключение

Исследование показало, что разработанная программа может генерировать псевдослучайные последовательности битов, которые совпадают с рассчитанными вручную последовательностями. Также было показано, что программа способна симулировать работу РСЛОС различной длины и конфигурации, что позволяет использовать ее для во время учебного процесса по дисциплине «криптография» для проверки результатов вычислений студентов.

Список литературы

1. Кассирова, А. А. Исследование алгоритма "Берлекэмп-Мессе" на простых регистрах сдвига с линейной обратной связью / А. А. Кассирова, С. П. Макаров // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов (шифр –МКАП 25) : Сборник материалов XXV Международной научно-практической конференции, Москва, 17 ноября 2023 года. – Москва: Печатный цех, 2023. – С. 218-228. – EDN GZUEVT.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДИСТАНЦИОННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Малов А.П.

Научный руководитель: Кирсанов Александр Юрьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

REMOTE USER ACCESS CONTROL SYSTEM TO THE MEASURING SYSTEM

Malov A.P.

Supervisor: Kirsanov Alexander Yurievich, PhD, associate prof.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются особенности работы системы дистанционного доступа, где посредником во взаимодействии пользователей и микроконтроллера является веб-сервер, размещённый на стороннем хостинге. Основными функциями веб-сервера являются обеспечение контроля доступа пользователей к измерительной системе, а также организация и обработка очереди запросов.

Abstract

The article discusses the features of the remote access system, where the intermediary in the interaction between users and the microcontroller is a web server hosted on a third-party hosting. The main functions of the web server are to control user access to the measurement system, as well as the organization and processing of the request queue.

1. Введение

Дистанционный контроль параметров реализовали с использованием веб-сервера, программируемого контроллера с подсоединёнными к нему датчиками. Сервер размещён на площадке предоставляемых услуг хостинга, с возможностью неограниченного, постоянного обмена данными. Программированный контроллер реализован на базе ATmega328 (ArduinoUnoRev3) и дополнительной

периферией. В веб-сервер вписаны возможности по авторизации клиентов и их ранжирования по допуску к настройкам системы.

2. Принцип работы автоматизированной системы

Контроллер подключается к роутеру, никакая дополнительная настройка не нужна. Контроллер после идентификации в сети, начинает отправлять периодические GET запросы на заранее созданный сервер. Запросы включают в себя не только команду "серверу отправить нужную информацию", но и состояние регулируемой системы на данный момент. Таким образом, инициатором обмена информацией будет выступать Arduino-контроллер.

Специфических настроек у контроллера нет, главные условия – наличие выхода в интернет и подключения рекомендуемого источника питания. Требуемые значения с датчиков (указания пользователей) будут сохраняться в энергонезависимой памяти контроллера, а также в базе данных сервера, тем самым поможет легче восстановить систему в случае сбоя.

Сервер, загруженный на хостинг, принимает запрос от Arduino-контроллера, после чего, отправляет в ответ последние команды пользователей.

Сам сервер способен понять, какому клиенту принадлежит запрос: контроллеру или пользователю. При подключении пользователя к серверу, будет получена страничка, на которой будет отображаться актуальная информация о состоянии системы.

3. Заключение

Реализованная система контроля доступа обеспечивает:

- 1) возможность дистанционного контроля за состоянием работы лабораторного стенда из любой точки мира при наличии интернета;
- 2) обработка запросов полностью реализуется аппаратурой хостинга, тем самым задержки работы контроллера будет сведена к минимуму;
- 3) для реализации системы не надо приобретать статический "белого" ip-адреса для контроллера, это задача будет реализовываться хостингом;
- 4) система не требует каких-либо сторонних настроек.

Список литературы

1. Евдокимов Ю.К., Дистанционные автоматизированные учебные лаборатории и технологии дистанционного учебного эксперимента в техническом вузе/ Кирсанов А.Ю., Салахова А.Ш. // Открытое образование. 2009. № 5. С. 101-116.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Мартынов А.М.

Научный руководитель: Шарипов Р.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF LABORATORY WORK

Martynov A.M.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье разработаны лабораторные работы для повышения квалификации обучающихся.

Abstract

The article develops laboratory work to improve the skills of students

1. Введение

Лабораторные работы предоставляют возможность развивать профессиональные навыки и укреплять важные личностные качества у студентов.

2. Методика проведения Лабораторная работа 1

Тема работы: Вводная часть. Описание. Теория.

В рамках первой части лабораторной работы необходимо изучить теоретический материал, касающийся основ систем видеонаблюдения [1]. Это включает ознакомление с такими понятиями, как:

- Объект видеонаблюдения: Это то, что требуется наблюдать. Объектом могут быть человек, объект, территория или процесс.
- Система видеонаблюдения: Это комплекс технических средств, предназначенных для сбора, обработки и хранения видеоинформации.
- Видеокамера: Это устройство, которое преобразует оптическое изображение в электрический сигнал.

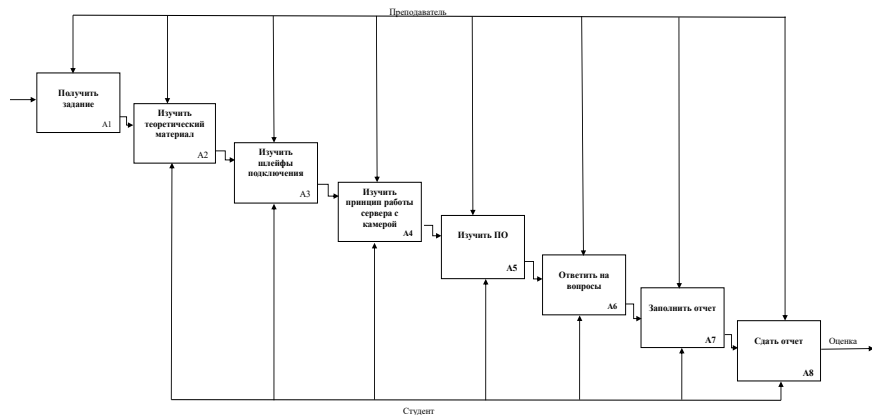


Рис. 1 IDF0 Модель по проведению лабораторного занятия.

- Коммутатор: Это устройство, которое обеспечивает передачу видеосигнала от видеокамер к другим устройствам в системе видеонаблюдения.
- Монитор: Это устройство, предназначенное для отображения видеoinформации.
- Регистратор: Это устройство, предназначенное для записи видеoinформации.

Эти термины и концепции являются основными элементами системы видеонаблюдения и будут использоваться при выполнении лабораторных работ.

3. Заключение

В процессе лабораторной работы студенты учатся анализировать и решать задачи, связанные с управлением и техническим обслуживанием видеонаблюдения, что является важной частью их профессионального образования.

Список литературы

1. Юсупов, Б. З. Разработка учебного стенда охранно-пожарной системы для обучения студентов / Б. З. Юсупов // Программные системы и вычислительные методы. – 2023. – № 2. – С. 40-48. – DOI 10.7256/2454-0714.2023.2.43552.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО НАСТРОЙКЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЮ КАМЕР ВИДЕО НАБЛЮДЕНИЯ

Мартынов А.М.

Научный руководитель: Шарипов Р.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONDUCTING LABORATORY WORK ON SETTING UP AND CONNECTING VIDEO SURVEILLANCE CAMERAS

Martynov A.M.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье показывается методика подключения комплекса, настройка камер видео наблюдения, подключение камер видео наблюдения к по через IP, тем самым студенты получают практический навыки

Abstract

The article describes the methods of connecting and configuring cameras, which allows students to acquire the practical skills necessary to work with video surveillance systems.

1. Введение

Первым этапом выполнения лабораторной работы является освоение программного обеспечения, необходимого для управления системой видеонаблюдения. Студентам предлагается последовательность шагов, начиная с установки программного обеспечения на компьютер и заканчивая поиском и просмотром доступных камер в системе. Основное внимание уделяется пониманию процесса работы программы и её интерфейса, что является важным навыком для последующей работы с системой [1].

2. Принцип настройки камеры

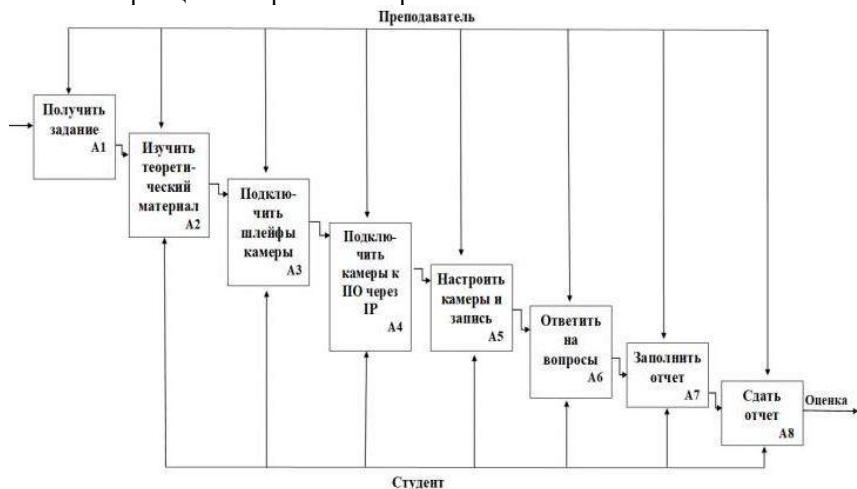


Рис. 1. Методика проведения лабораторного занятия «Практическое подключение камер».

Шаги для изучения программного обеспечения включают в себя:

Установка программного обеспечения: необходимо выполнить процесс установки, следуя инструкциям разработчика.

Запуск программы: после установки следует запустить программу и ознакомиться с её интерфейсом.

Просмотр списка камер: важным этапом является ознакомление со списком доступных камер, что помогает понять структуру сети видеонаблюдения.

Поиск камеры по IP-адресу: важно научиться определять и находить камеры по их IP-адресам, что необходимо для диагностики сети и устранения возможных неисправностей.

3. Заключение

В рамках лабораторной работы студенты приобретают навыки анализа и решения задач, связанных с управлением и техническим обслуживанием системы видеонаблюдения. Эти навыки составляют важную часть их профессионального образования в данной области.

Список литературы

1. Юсупов Б. З. Разработка методики проведения лабораторных работ на стенде «ОПС Астра-713» по дисциплине технические средства охраны. – 2021.

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА СИСТЕМЫ ВИДЕО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Мартынов А.М.

Научный руководитель: Шарипов Р.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A TRAINING STAND FOR VIDEO CONTROL SYSTEMS FOR TEACHING STUDENTS

Martynov A.M.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья об управлении образовательным процессом с применением специализированного оборудования для контроля доступа.

Abstract

The article is about the management of the educational process using specialized access control equipment.

1. Введение

Современное университетское образование должно ориентироваться на подготовку студентов к успешной адаптации на быстро меняющемся рынке труда. Для расширения их компетенций важно предоставлять доступ к реальным лабораторным комплексам, где студенты могут получить практические навыки.

2. Схема коммутации

Лабораторный комплекс включает в себя систему видеонаблюдения, использующую камеры наблюдения от Grundig, сетевой коммутатор и видеорегистратор. Коммутатор выполняет функции обработки данных и передачи их на персональный компьютер студента, а также направляет видеопотоки на видеорегистратор для сохранения записей с камер наблюдения.

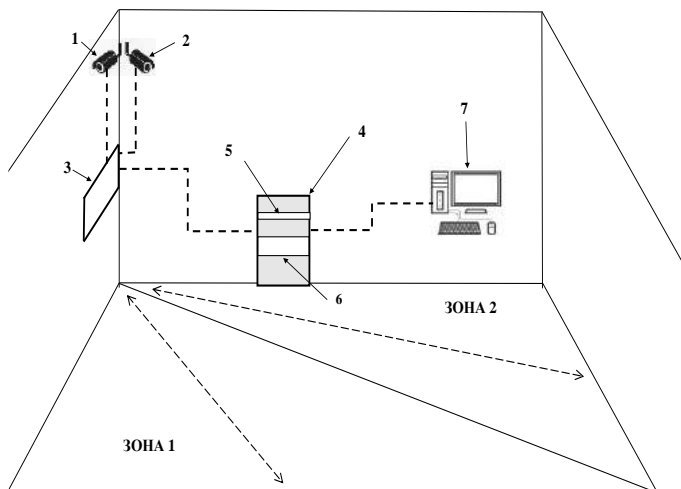


Рис.1- Схема коммутации лабораторного комплекса в аудитории 429

- 1,2 – Камеры видео наблюдения.
- 3 – Панель коммутации
- 4 – Коммутационный шкаф
- 5 – Видео регистратор
- 6 – Сетевой коммутатор
- 7 – Компьютер обучающегося студента

3. Заключение

Были проведены лабораторные занятия по предмету технические средства охраны, в ходе проведения занятий у обучающихся развиваются компетенции по работе с системами видеонаблюдения, настройки программного обеспечения, настройки программного обеспечения и базы данных для идентификации лиц обучающихся.

Список литературы

1. Шарипов Р.Р., Юсупов Б.З. Исследование электрических параметров пороговых извещателей // Программные системы и вычислительные методы. 2023. № 3. С. 29-47. DOI: 10.7256/2454-0714.2023.3.43682

АКУСТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

Матвеева К.А.

Научный руководитель: Султанова Алина Петровна, к.ф.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ACOUSTIC DETECTION OF EMERGENCY VEHICLES BASED ON A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODEL

Matveeva K.A.

Supervisor: Alina P. Sultanova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается разработка сверточной нейросетевой модели акустического обнаружения аварийно-спасательных машин.

Abstract

The article discusses the development of a convolutional neural network model (CNN) for acoustic detection of emergency rescue vehicles.

1. Introduction

Acoustic detection of emergency vehicles using neural networks is an innovative approach to enhancing the efficiency of emergency signaling systems. This method involves analyzing the sounds produced by emergency sirens to recognize them and determine the location of the vehicles.

2. Main Part

The Kaggle notebook computing environment was used to build a CNN model. A ready-made set from a publicly available database was used as the initial data for building the model [1]. The dataset contains the sounds of sirens of ambulances, fire trucks and urban traffic noise, 200 examples of each class.

The proposed CNN model consists of multiple convolutional and pooling layers followed by fully connected layers for classification. The input to the model is a set of MFCC features extracted from audio samples of emergency

vehicle sounds. The graph of accuracy changes in the learning process of the neural network model is shown in Fig. 1.

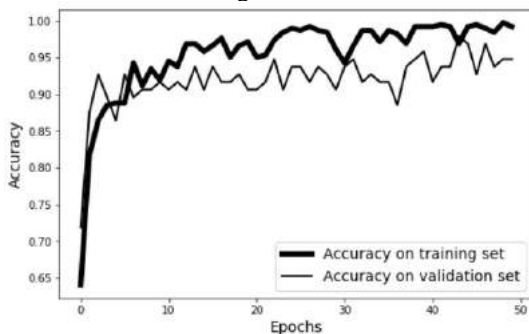


Fig. 1 – Graph of accuracy changes during model training.

The final classification accuracy was 98,33%. The number of incorrectly classified records is insignificant (Fig. 2.)

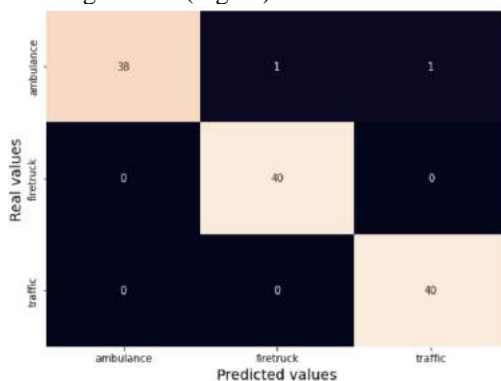


Fig. 2 – Error matrix of the developed neural network model.

3. Conclusion

According to the results of the study, it can be concluded that the developed CNN model is adequate and effective. Future research can be aimed at further optimising the proposed model.

References

1. Emergency Vehicle Siren Sounds. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/vishnu0399/emergency-vehicle-siren-sounds> (date of access: 11.03.2024)

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СЕТЕЙ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЕ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ**

Мурсалимов В.И.

Научный руководитель: Афонина Елена Владимировна, доц.каф.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ANALYZING THE EFFICIENCY OF EXISTING DATA
TRANSMISSION NETWORKS AND THEIR FURTHER
IMPROVEMENT**

Mursalimov V.I.

Supervisor: Elena V. Afonina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются существующие методы передачи данных, их эффективность и возможные пути усовершенствования. Представлен сравнительный анализ сетей передачи данных.

Abstract

The article discusses the existing methods of data transmission, their efficiency and possible ways of improvement. A comparative analysis of data transmission networks is presented.

1. Introduction

Data is the most important part of the information world. Data transmission networks play a key role in preserving the validity and ensuring the accuracy of transmission. Not all of the existing methods provide the necessary stability and speed of data transmission, so their improvement is an urgent task.

2. Comparative analysis of data networks.

Among the methods of information transmission, we can distinguish two main ones: wireless and wired, which are divided into several subtypes. To transmit information over long distances (intercontinental connection), optical fibre connection is used, which provides the highest connection speed. The last

record for data transmission was set in 2023: 22.9 Pbps. Optical fibre connection provides the best data protection and immunity to interference. A significant disadvantage is the high complexity of installation and the high cost of the necessary equipment [2]. Ethernet is used to build local and metropolitan networks. Its bandwidth is 40 - 100 gigabits, but not all servers have the necessary computing power, so the city bandwidth is usually limited to 1 gigabit. The low complexity of installation allows this type of connection to be installed widely. The connection range is from 100 to 2000 meters. It has a low degree of protection against unauthorised access and external physical conditions [1].

Wireless methods of data transmission.

The principle of operation of radio relay communication is based on multiple retransmissions of signals between stations. They operate in the frequency range from 400 MHz to 94 GHz. To transmit signals, stations need direct visibility, which limits the range of signal transmission from one station to another to 150 km. Satellite communication enables no chaining of stations, but due to the long distance between ground and orbital stations there is a delay of at least 240 ms [3]. Wireless communication methods have similar disadvantages: low connection speed (20 Gb/s) relative to wired methods, poor immunity to interference.

3. Improvement

There are several ways for improvement. Increasing bandwidth, developing new ways of transmitting information, improving data compression methods, improving security and interference immunity. Each method requires improvement in related areas as well. For example, increasing bandwidth will not work if the servers do not have the necessary processing power.

4. Conclusion

In conclusion, each method of data transmission has its own advantages and disadvantages that should be considered when choosing the best solution for a particular situation. In order to ensure the best development path, all the disadvantages of the system should be considered and a comprehensive approach to the problem should be taken.

References

1. Smirnova E.V., Romashkina E.A., Proletarsky A.V. Technology of modern wireless networks// Bauman Moscow State Technical University, 2017, 448 p.
2. V. Olifer, N. Olifer. Computer networks. Principles, technologies, protocols// St. Petersburg, 2016, 996 pages.
3. Sushko A.D., Funtov D.A., Matushov D.A., Al-Hanani M.A., Rodygina I.V. Comparative analysis of modern data transmission technologies // Operation of marine transport №2(91), 2019, 114-119.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В МЕДИЦИНЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ

Нургатина К.Э.

Научный руководитель: Афонина Елена Владимировна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURES IN MEDICINE: ADVANTAGES AND CHALLENGES

Nurgatina K.E.

Supervisor: Afonina E.V.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается использование электронной цифровой подписи в медицине и обсуждаются ее преимущества и вызовы. Анализируется технология электронной цифровой подписи и ее применение в медицинских учреждениях.

Abstract

The article examines the use of electronic digital signature in medicine and discusses its advantages and challenges. The technology of electronic digital signature and its application in medical institutions is analyzed.

1. Introduction

In the modern world, where digitalization penetrates into all spheres of our lives, medicine also does not stand aside. One of the key tools that are being actively introduced into medical practice is an electronic digital signature. This is a reliable and secure way to confirm the authenticity and integrity of electronic documents, which has great potential for optimizing medical processes.

2. Electronic digital signature: concept and principle of operation

EDS — an electronic (digital) signature is an analogue of a handwritten signature. It performs the same function — it provides legal significance for documents. They only sign documents using EDS, not paper, but electronic. In addition, the electronic signature records the information that was in the

document at the time of signing, thereby confirming its immutability.

The process of obtaining a signature is as follows:

- 1) An employee in the human resources department receives a certificate stating that he is an employee of the organization;
- 2) submits an application for the issue of EDS on the Treasury website;
- 3) after verification, the employee goes to the Federal Treasury Department, confirms his identity and receives an EDS in the form of a Rutoken carrier.

Some doctors find the process of obtaining inconvenient, but this makes it possible to obtain an enhanced qualified signature without the possibility of forging it.

But you won't be able to work with EDS right away. To encrypt and sign documents, it is not enough just to have a certificate and a private key, you need to install special programs to work. With the help of these programs, which work according to a certain encryption standard (in Russia — GOST 34.10-2018), the connection of the private and public keys with documents is ensured. One of the most popular cryptographic insider programs in Russia is CryptoPro CSP. It can be used to sign and encrypt documents, verify certificates for authenticity, and monitor the integrity of the relevant software.

This signature is issued for 1 year and 3 months, which makes it difficult for the hospital's IT department to work, because there is no software that would help track the validity period of the certificate and key. Now the doctor must do this on his own, since he receives a notification to his personal email, after which he must inform the programmers about it to the technical department so that they make an application for reissue of the signature.

3. Conclusion

In conclusion, the use of electronic digital signatures in medicine provides a number of significant advantages, such as increasing the efficiency and security of the exchange of medical information, improving the quality and accuracy of documentation, as well as reducing the cost of its storage and transmission. However, the implementation of this technology in the medical field also faces challenges related to the need to ensure data confidentiality, staff training and compliance with legislation and regulation.

List of literature

1. Dinah Stuck/ «EDS File (What It Is And How To Open One)»// sitizenside (electronic), URL: <https://citizenside.com/technology/eds-file-what-it-is-and-how-to-open-one/#:~:text=An%20EDS%20file%2C%20short%20for,integration%20into%20a%20networked%20system>

ВЛИЯНИЕ ЗАКОНА ЯРОВОЙ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Репин Я.М.

Научный руководитель: Петрова Аида Зуфаровна
(Международный центр компетенций-Казанский техникум
информационных технологий и связи–МЦК-КТИТС, г. Казань)

INFLUENCE OF THE YAROVAYA LAW ON INFORMATION RESOURCES

Repin Y.M.

Supervisor: Aida Z. Petrova
(International Competence Center - Kazan Technical School of Information
Technologies and Communications - MCK-KTITS, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается влияние закона Яровой на развитие информационных ресурсов, а также на развитие методов передачи и шифровки данных. Предоставлены и изучены локальные части закона Яровой, рассмотрены различные суждения представителей отрасли связи.

Abstract

The article examines the influence of Yarovaya's law on the development of information resources, as well as on the development of methods for transmitting and encrypting data. Local parts of Yarovaya's law are presented and studied, various judgments of representatives of the communications industry are considered.

1. Введение

«Закон Яровой» - это пакет поправок к законодательству, часть из которых обязывает всех операторов связи, действующих на территории нашей страны, сохранять переписку и голосовые сообщения, записи телефонных звонков, а также входящий и исходящий интернет-трафик всех клиентов. Сотовые компании должны сохранять информацию в течение минимум полугода и при необходимости представлять ее представителям спецслужб. За невыполнение требований операторов сотовой связи ожидают штрафы и даже блокировка. По сути, законопроект направлен на

благое дело - противодействие экстремизму, терроризму и мошенничеству, но все же он является достаточно спорным.

2. Суть проблемы

Еще в момент обсуждения и принятия законопроекта, сотовые операторы предупреждали о том, что выполнить установленные в нем требования будет непросто. Минцифры дважды давало отсрочку по исполнению требований: в 2020 году (из-за эпидемии) и летом позапрошлого года, так как большинство компаний оказались все еще не готовы к исполнению закона. Рассмотрим суть проблемы по пунктам.

Необходимость приобретения дополнительного оборудования

В пояснительной записке к новому закону говорилось о том, что его реализация на практике не потребует дополнительных расходов регионального и федерального бюджета. По факту же, операторов сотовой связи и интернет-провайдеров обязали за свой счет оборудовать хранилища для огромных массивов данных. При этом качественное оборудование для организации баз данных стоит недешево. Подключение оборудования и организация систем хранения данных также требует от компании финансовых затрат. Оценки размера сохраняемого трафика по разьяснениям Минкомсвязи:

- С 1 июля 2018 года — 1 петабайт (ПБ) хранения на каждый 1 Гбит/с пропускной способности узла связи
- С 1 января 2019 года — 2 петабайта (ПБ) хранения на каждый 1 Гбит/с пропускной способности узла связи

Пути обхода требований закона и штрафные санкции

Большинство операторов сотовой связи не особенно торопится устанавливать требуемое оборудование. Согласно заявлениям А. Самойлова, представителя Федеральной службы безопасности, в первую очередь это связано с относительно небольшими штрафами. На данный момент размер штрафа составляет от трех, до ста тысяч рублей, так что крупным интернет-провайдерам и сотовым компаниям проще и выгоднее заплатить его, чем приобретать дорогостоящее оборудование и заниматься организацией физических систем хранения данных.

Моральная сторона проблемы и нарушение прав человека

Проблема существует не только с аппаратной и финансовой, но и с моральной точки зрения. Согласно закону, операторы связи обязаны сохранять не только переписку, голосовые сообщения и трафик, но и достаточно большой объем личной информации. Например, реальные имя, фамилия и отчество человека, его паспортные данные и фактический адрес проживания. В феврале текущего года закон был вынесен на рассмотрение

Европейского суда по правам человека - гражданин России А. Подчасов подал жалобу в адрес нашей страны.

Методы решения

Один из логичных методов решения проблемы был предложен все тем же Европейским судом по правам человека. В вынесенном постановлении было указано, что для обеспечения неприкосновенности частной жизни граждан, следует предоставлять доступ к переписке, голосовым сообщениям и другим данным пользователей только по решению суда. Это исключит риски злоупотреблений со стороны представителей спецслужб, а также неизбирательное наблюдение за гражданами, которые не являются угрозой национальной безопасности. Европейский суд призвал федеральные органы государственной власти нашей страны доработать закон.

3. Заключение

Принятие закона Яровой - важный шаг в обеспечении безопасности государства и отдельных граждан, но все же его реализация требует доработки. Необходимо обеспечить безопасность хранения личной информации пользователей, усовершенствовать процедуру предоставления данным представителям спецслужб, а также сделать исполнение закона выполнимым для всех операторов связи, независимо от их размера и технического оснащения.

Список литературы

1. Sokolova A. Что такое «пакет Яровой»//Секрет фирмы. – 2021. – Режим доступа: URL: <https://secretmag.ru/enciklopediya/chto-takoe-paket-yarovo-obyasnyajem-prostymi-slovami.htm>

2. Moiseeva M. ЕСПЧ: «пакет Яровой» опасен для интернет-пользователей.//RTVI. – 2021. –Режим доступа: URL: <https://rtvi.com/news/espch-paket-yarovoj-opasen-dlya-internet-polzovatelej/#:~:text=%C2%AB%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD>

АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Серебряков М.А.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Serebryakov M.A.

Scientific supervisor: Sharipov Rifat Rashatovich, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье было описано определение акустоэлектрических преобразователей (АЭП), приведенные примеры АЭП на примере учебной лаборатории.

Annotation

In this article, the definition of acoustoelectric converters (AEC) was described, and examples of AEC were given using the example of a training laboratory.

1. Введение

В современном информационном мире обеспечение безопасности данных является ключевым фактором в различных сферах. Технические каналы утечки информации, такие как акустоэлектрические, представляют собой серьезную угрозу для конфиденциальности и целостности данных. В данной статье будет рассмотрено акустоэлектрический канал и примеры акустоэлектрические преобразователи (АЭП) в учебной лаборатории.

2. Исследование учебной лаборатории №429

АЭП представляет собой устройство, способное преобразовывать акустические сигналы в электрические сигналы [1]. Принцип работы основан на использовании микрофонного или динамического эффекта, который возникает при физическом движении или деформации различных элементов электрической цепи, таких как катушки, керамические конденсаторы, резисторы и прочие. В учебной лаборатории представленной на рисунке 1 присутствуют следующие АЭП:

- громкоговоритель,
- 2 телефонных аппарата,
- датчик пожарной сигнализации
- датчики разбития стекла

Эти элементы обладают или могут обладать микрофонным или динамическим эффектом, а провода, по которым может течь сигнал, выходят за пределы аудитории. Помимо выше перечисленных угроз могут представлять кондиционер, проектор, но их провода не выходят за пределы аудитории.

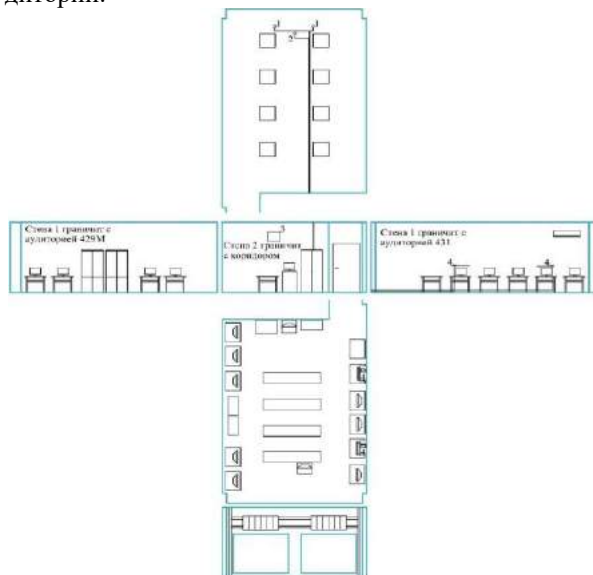


Рис. 1 - Лабораторная аудитория №429.

3. Заключение

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что данной аудитории присущи АЭП и не рекомендуется в ней обсуждать чувствительную или конфиденциальную информацию.

Список литературы

1. Горбатов В. С. и др. Контроль защищенности речевой информации в помещениях. Аттестационные испытания выделенных помещений по требованиям безопасности информации. – 2014.

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ПАК «АИСТ»

Серебряков М.А.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Serebryakov M.A.

Scientific supervisor: Sharipov Rifat Rashatovich, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье исследуется использование ПАК «АИСТ» для изучения акустоэлектрических преобразователей. Кратко описываются акустоэлектрические преобразователи. Приводится набор оборудования для исследования

Annotation

This article explores the use of the STORK pack for the study of acoustoelectric transducers. Acoustoelectric converters are briefly described. A set of equipment for research is being carried out

1. Введение

ПАК «АИСТ» представляет собой лабораторный комплекс, специализирующийся на исследовании акустоэлектрических каналов утечки информации. Он предоставляет возможности для анализа и экспериментов, необходимых для выявления и минимизации уязвимостей в информационных системах. ПАК «АИСТ» включает в себя специализированное оборудование и программное обеспечение для выполнения разнообразных исследований в области акустики.

2. Основная часть

Акустоэлектрические каналы являются одним из видов технических каналов утечки информации, основанных на преобразовании звуковых волн в электрические сигналы. Этот механизм представляет потенциальную угрозу для конфиденциальности данных, поскольку позволяет несанкционированно извлекать информацию из систем через воздушную среду. Понимание работы акустоэлектрических каналов и

разработка методов защиты от них являются ключевыми аспектами обеспечения безопасности информации



Рис.1 - ПАК «АИСТ»

Для исследования акустоэлектрических каналов на базе ПАК «АИСТ» рис.1 используется комплексный подход, включающий различные методы и технические устройства. Это включает в себя акустические и электрические измерения, анализ сигналов. Используемое оборудование включает микрофон, динамик, анализатор спектра, маршрутизатор, селективный милливольтметр, а также специализированное программное обеспечение для обработки данных и проведения анализа [1,2].

3. Заключение

Исследование выявило актуальность акустоэлектрических преобразователей и необходимость исследования с помощью программно-аппаратных комплексов, например ПАК «АИСТ»

Список литературы

1. Корчма М. Ю. Обзор программно-аппаратных комплексов для оценки защищенности речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу //Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2015. – №. 3. – С. 134-145.
2. Горбатов В. С. и др. Контроль защищенности речевой информации в помещениях. Аттестационные испытания выделенных помещений по требованиям безопасности информации. – 2014.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФОТОННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Тихонов А.А.

Научный руководитель: Кочурова Светлана Валерьевна, ст.
преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE BASIC PRINCIPLES AND TECHNOLOGIES OF PHOTONIC COMPUTERS

Tikhonov A.A.

Supervisor: Kochurova S.V., senior teacher
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В статье речь идет о фотонном компьютере как об одном из инновационных и перспективных направлений развития информационных технологий. Представлены основные принципы построения фотонно-вычислительной машины. А также говорится об оценке ее производительности.

Abstract

The article talks about the photonic computer as one of the innovative and promising areas of development of information technology. The basic principles of building a photonic computing machine are presented. It also talks about evaluating its performance.

1. Introduction

The photonic computing machine utilizes light waves for computations, offering high performance and energy efficiency. Its structure includes a processor, memory, and communication device with an electronic computing machine. Photonic processors operate based on the interaction of coherent light waves, enabling arithmetic and logic operations with optical logic elements.

2. Principles of operation of a photonic computer

The photonic computing machine is a new form of computing technology

that utilizes light waves for computations. With optical logic elements, these machines have the potential for high performance and energy efficiency. The structure includes a processor, memory, and communication device with an electronic computing machine. Arithmetic and logic operations can be performed using optical logic elements.

Performance estimates show that photonic machines can be significantly more powerful than their electronic counterparts. For example, we can perform multiplication of 64-bit numbers at a rate of about $0.7 * 10^{17}$ operations per second[1]. The realisation of such machines will require the development of certain technological solutions. Peak values show noteworthy performance values due to optical information transfer. But to achieve efficiency, a number of challenges need to be addressed. The first is to ensure fast data processing, since light has no rest mass and has a maximum speed. The second is the light representation of information has peculiarities, so special algorithms must be used. The third is the use of passive, optical, logical elements. Experimental results confirm the performance of photonic logic elements. Using photonic crystals and interference of light waves, we can realise various logic functions. This has been demonstrated on a of a microwave interference logic element [2]. The work program for developing the photonic computing machine includes architectural schematics, software development, and process simulation. By 2025, a mock-up of the central processing unit is expected to be created. Photonic computing machines represent a new stage in computing technology, offering high performance, energy efficiency, and diverse applications.

3. Conclusion

The photonic computing machine is a promising advancement in computing. It offers high performance, energy efficiency, and the capacity to process large amounts of data. This technology marks a new era in computing and has applications in various fields. Performance evaluations indicate its potential for further efficiency growth, driving continued research and development in the field.

Список литературы

1. Stepanenko S. A. / Photonic computer. Principles of realisation. Parameter estimates. Papers of the Academy of Sciences, 2017, p. 389-394.
2. Bykov A.G., Oshkin I. V., Profe V.B., Stepanenko S.A., Trotsyuk K.V., Tyapkov E.V. / Microwave Layouts of Interference Logic Elements. Sci. article, 2022, p. 15.
3. Sidorov A. I. / Fundamentals of photonics: physical principles and methods of conversion of optical signals in photonics devices. Textbook, St. Petersburg, 2014.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОБРАБОТКЕ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ФИЗИЧЕСКОМ НОСИТЕЛЕ

Хаерова Э.И.

Научный руководитель: Тумбинская Марина Владимировна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

VIRTUAL TRAINING COMPLEX FOR PROCESSING CONFIDENTIAL DATA ON A PHYSICAL MEDIUM

Haerova E.I.

Supervisor: Marina V. Tumbinskaya, Candidate of Sciences in Technology,
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В настоящее время внедрение виртуальных тренажеров в процесс обучения является неотъемлемой частью нашей жизни. В статье предложен виртуальный тренажер, который представляет из себя набор интерактивных моделей в трехмерном виртуальном пространстве, позволяющий реализовать сценарии взаимодействия пользователей и специального программного обеспечения по практическому применению задач защиты информации.

Abstract

Currently, the introduction of virtual simulators into the learning process is an integral part of our lives. The article proposes a virtual simulator, which is a set of interactive models in a three-dimensional virtual space that allows you to implement scenarios for user interaction and special software for the practical application of information security tasks.

1. Введение

AR-тренажеры, VR-симуляторы уже используются в процессе обучения при подготовке специалистов в области медицины, электроэнергетики, авиации и др [1, 2]. По направлению «Защита информации» подобные разработки также существуют, однако они являются разрозненными, что подтверждается результатами анализа

литературных источников и патентного поиска. Разработка практико-ориентированного виртуального тренажера является актуальной задачей [3, 4].

2. Разработка виртуального тренажера

Для разработки виртуального тренажера была использована среда Unity языка программирования C#. В качестве инструментария работы с виртуальным тренажером выбраны следующие программные продукты по шифрованию данных «VeraCrypt», «PicoCrypt», «FinalCrypt», по гарантированному удалению данных «Active@KillDisk Freeware», «Eraser», «BleachBit», по безопасному восстановлению данных «R-Studio», «EaseUS Data Recovery Wizard», «R-Saver» так как они являются наиболее эффективными среди аналогов, представленных на рынке в настоящее время. Проведено тестирование и апробация виртуального тренажера. Результат эксперимента показал, что среднее время выполнения всех лабораторных работ с использованием традиционных методических указаний составило в среднем 88 минут, с использованием VR-тренажера в среднем 45 минуты. Данные позволяют сделать вывод о том, что студенты с VR тренажером выполняли работу быстрее в среднем на 4,3 минут.

3. Заключение

Результаты исследования показали, что разработанный виртуальный тренажер по обработке конфиденциальных данных на физических носителях на основе движка Unity обладает эффективностью в защите конфиденциальных данных пользователей на физических носителях.

Список литературы

1. S. Rzanova, E. Yushchik, S. Markova, A. Sergeeva. Impact of virtual reality technologies in the context of the case method on engineering students' competencies // Education and Information Technologies. The Official Journal of the IFIP Technical Committee on Education. Published: 14 August 2023. — URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12123-7>

2. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 35 (176). С. 42-47.

3. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Информационная система принятия решений при выявлении компетенций управленческого персонала предприятий различных форм собственности // Менеджмент в России и за рубежом. 2013. № 6. С. 105-109.

4. Александрова Л.А., Тумбинская М.В. Модель интерактивной обучающей системы // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 39.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Хайруллин Т.Ф.

Научный руководитель: Карловский Александр Петрович, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE "SMART CITY" CONCEPT IN RUSSIA

Khairullin T.F.

Supervisor: Karlovsky Alexander Petrovich, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе рассмотрена градостроительная концепция «Умного города» и её внедрение в России. Определены факторы, замедляющие внедрение данной концепции, а также изучен зарубежный опыт, который следует и не следует заимствовать в условиях российских городов.

Abstract

The report considers the urban planning concept of a "Smart City" and its implementation in Russia. The factors slowing down the implementation of this concept are identified, and foreign experience is studied, which should and should not be borrowed in the conditions of Russian cities.

1. Введение

Концепция «Умный город» — это концепция города, где сетевые технологии и инновации повышают качество городской жизни, помогают решать городские проблемы. Эта концепция становится одним из важнейших направлений развития во многих странах [1]. Использование зарубежного опыта поможет извлечь уроки и передовые практики для успешной реализации таких проектов на территории России.

2. Основная часть

В России уже имеется опыт внедрения данной концепции в рамках национального проекта «Жильё и городская среда». Но, реализация

«Умного города» в России сталкивается с организационными, финансовыми и инфраструктурными проблемными факторами [2]. Наиболее значимыми являются – инфраструктурные, ведь без необходимой инфраструктуры невозможно осуществить ни один подобный проект. Поэтому при заимствовании опыта следует обращать внимание уровень инфраструктуры в городах.

Хорошим примером для заимствования является платформа гражданского участия в Лондоне – Talk London, не требующая развитой инфокоммуникационной инфраструктуры и которая существует для взаимодействия с горожанами и донесения их мнений до мэрии, чтобы помочь администрации города разрабатывать более эффективные стратегии и программы развития города [3].

Антипримером служит «умная» транспортная система в Сингапуре, которая заключается в том, что на дорогах установлены видеорегистраторы, которые собирают информацию о загруженности дорожного трафика. Эта информация анализируется и используется для улучшения ситуации на дорогах. Этот пример требует большого уровня развития инфраструктуры в городах: большого количества камер, чего пока нет в большинстве российских городов.

3. Вывод

Таким образом, в России есть возможность внедрить успешный зарубежный опыт по концепции "Умный город", наподобие информационной платформы Talk London, в рамках собственных национальных проектов и программ. Но также существуют несколько факторов, которые необходимо учитывать при реализации проектов, важнейшим из которых является неразвитость городской инфокоммуникационной инфраструктуры в большинстве регионов.

Список литературы

1. Yigitcanlar, T. (2023). Smart City Blueprint: Framework, Technology, Platform (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003403630>
2. Филимонов Алексей Евгеньевич, Белоглазова Ольга Алексеевна ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В РОССИИ // Научные исследования и инновации. 2021. №7.
3. Мария Вячеславовна Опыт развития "умных" городов в современном мире // Социально-экономические явления и процессы. 2019. №2 (106).

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ
НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МАКЕТОМ БИОНИЧЕКОЙ РУКИ**

Хакимзянова С.И., Гарафутдинов А.А.

Научный руководитель: Никишина Г.В., канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КИИ, г. Казань)

**THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN EDUCATION ON THE
EXAMPLE OF THE DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR
THE LAYOUT OF A BIONIC HAND**

Khakimzyanova S.I., Garafutdinov A.A.

Scientific supervisor: Nikishina G.V., Candidate of Technical Sciences
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматривается применение цифровых технологий в образовании и их значимость для развития навыков студентов на примере разработки системы управления макетом бионической руки при помощи инфракрасного излучения.

Abstract

The paper examines the use of digital technologies in education and their importance for the development of students' skills by the example of the development of a control system for the layout of a bionic hand using infrared radiation.

Современное образование ставит перед собой задачу внедрения цифровых технологий, способствующих более эффективному обучению и развитию студентов. Одной из таких технологий является бионика, которая объединяет принципы биологии и техники для создания уникальных устройств, способных имитировать функции человеческого организма. Разработка системы управления манипулятором на примере макета бионической рукой особенно актуальна в рамках обучения студентов

технических направлений, так как позволяет применять на практике знания, полученные в процессе обучения [1,2].

В рамках данной работы был собран корпус макета бионической руки и разработана его система управления. Для управления работой макета руки был выбран микроконтроллер Arduino Uno, который обеспечивает программное управление сервоприводами и координацию движений [1,2], при этом каждый палец макета управляется отдельным сервоприводом. Сервоприводы обеспечивают сгибание и разгибание пальцев с высокой точностью, каждое движение макета находится под контролем системы управления. Для управления движения макетом руки был использован инфракрасный пульт, который передает команды на микроконтроллер, что позволяет пользователю задавать различные жесты и движения. Корпус макета бионической руки был напечатан на 3D принтере из пластика PLA, что обеспечивает легкость конструкции, а также ее прочность и гибкость. Напечатанные детали прочно соединены между собой, каждый палец макета бионической руки соединен с сервоприводом при помощи капроновых нитей, что позволяет точно передавать движения и имитировать большинство естественных движений человеческой руки.

Разработка системы управления макета бионической руки с инфракрасным управлением имеет большое значение для образования, так как студенты могут изучать принципы работы электроники, механики и программирования, а также развивать навыки работы с цифровыми технологиями. Аппаратная часть разработанного макета бионической руки представляет собой сложную систему, объединяющую различные технологии и принципы бионики. Этот проект демонстрирует возможности инновационных технологий в образовании и научных исследованиях, а также способствует развитию учебного процесса и повышению интереса студентов к техническим дисциплинам.

Список литературы

1. Тимергалина Г.В. и др. Автоматизированная система управления роботизированной рукой // ПТиТТ-2014; ОТТ-2014: материалы МНТК, Казань, 18–21 ноября 2014 года. Т. 3. – Казань: Изд-во КГТУ, 2014. – С. 346-348. – EDN TOYCSJL.

2. Никишин Т.П. и др. Разработка и реализация алгоритма управления роботизированной рукой // ММНК XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы конференции, сборник докладов, Казань, 19-21 октября 2015 года / Т. IV. - Казань: Изд-во Фолиант, 2015. - С. 741-745. EDN: VAZEMH.

УДК 004

ИТ-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ, ДИАГНОСТИКИ КОНТРОЛЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Шабоха С.Л.

Научный руководитель: Кузнецова Ирина Олеговна, к.т.н.
(Омский институт водного транспорта – филиал ФГБОУ ВО СИБГУВТ)

IT TECHNOLOGIES FOR DATA COLLECTION, DIAGNOSTICS AND DISEASE CONTROL

Shabokha S.L.

Scientific supervisor: Irina O. Kuznetsova, candidate of technical sciences.
(Omsk Institute of Water Transport - branch of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education SIBGUVT)

Аннотация

В статье описываются возможности использования ИТ в здравоохранении. А именно, как удаленно отслеживать состояние здоровья пациентов и собирать данные для улучшения принятия решений о лечении.

Abstract

The article describes the possibilities of using IT in healthcare. Namely, how to remotely monitor patient health and collect data to improve treatment decisions.

1. Введение

ИТ-технологии проникли и в здравоохранение, позволяя удаленно диагностировать и контролировать заболевание, собирать данные и персонализировать медицинские услуги.

2. Удаленное наблюдение течения заболевания

RPM - это использование ИТ-технологии для сбора, передачи и изучения данных о заболевании вне привычной клинической среды. Данное устройство позволяет медицинским служащим отслеживать жизненно важные параметры функционирования организма заболевшего, в режиме реального времени или с определенной периодичностью. Собранные данные могут затем использоваться для: выявления и раннего вмешательства при ухудшении состояния здоровья; оптимизации планов лечения и корректировки дозировки лекарств; обучения пациентов и

поддержки их самоконтроля; повышения эффективности и уменьшения финансовых затрат при диагностике и лечении [1].

К технологиям RPM следует отнести: устройства для измерения параметров здоровья (например, глюкометры, тонометры, фитнес-трекеры); мобильные приложения для сбора данных и связи с медработниками; облачные платформы для хранения и анализа данных.

RPM имеет следующие преимущества: удобство для пациентов: пациенты могут отслеживать свое состояние здоровья из дома или в любом другом удобном месте. Своевременное выявление проблем: медицинские работники могут быстро реагировать на ухудшение состояния здоровья и принимать необходимые меры.

3. Сбор данных о состоянии здоровья пациентов с помощью IT-технологий

Обобщение данных о состоянии здоровья пациентов благодаря информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) позволяет медработникам принимать более обоснованные решения о лечении.

Данные, собираемые при помощи дистанционного мониторинга, носимых устройств и электронных медицинских карт, могут предоставить ценную информацию о: эффективности текущего лечения, побочных эффектах лекарств, общем состоянии здоровья пациента [2].

Анализ этих данных, основанный на искусственном интеллекте, и машинном обучении облегчает, и ускоряет постановку диагноза.

4. Заключение

Использование IT-технологии в здравоохранении имеет огромный потенциал для улучшения здоровья и благополучия пациентов. Удаленный мониторинг, сбор данных и персонализированные медицинские услуги позволяют медицинским работникам предоставлять более эффективное и ориентированное на пациента лечение. По мере дальнейшего развития ИКТ можно ожидать еще более значительных улучшений в системе здравоохранения.

Список литературы

1. Соболева С.Ю., Голиков В.В., Тажибов А.А. Информационные технологии в здравоохранении: особенности отраслевого применения. E-Management. 2021;4(2):37-43. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2021-4-2-37-43>

2. Ткаченко И. Н. Цифровые технологии в сфере здравоохранения как способ обеспечения качества человеческого капитала // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. Т., вып. С. 163-173. DOI: 10.18500/1994-2540-2023-23-2-163-173

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ДНК

Шайдуллин Д.А.

Научный руководитель: Афонина Е. В., к.ист.н., доцент,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROSPECTS AND CHALLENGES OF DNA DATA STORAGE

Shaydullin D.A.

Scientific advisor: Elena V. Afonina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Исследование хранения данных с помощью ДНК, предлагающее высокую плотность и долговечность. Рассматриваются кодирование данных, проблемы ошибок и перспективы развития технологии.

Abstract

DNA-based data storage offers high density and durability. Data encoding, error problems, and the future of the technology are discussed.

1. Introduction

The amount of data stored globally is predicted to grow threefold in the near future. The production of current physical storage media will no longer be able to cover the demand. However, many companies are developing new ways to store data, and one of the most promising is DNA storage [1].

2. Short description of DNA-based data storage.

The binary information of digital data can be mapped to the four building blocks of nucleotides: adenine, guanine, cytosine and thymine. Very large data can be stored within a small portion of DNA. Storage is accomplished by encoding digital information into nucleotides [2]. A computer stores data in binary format, while DNA allows storage in ternary format. Thus, binary data is converted into ternary data using Huffman encoding. This ternary data is further converted into a nucleotide code [3]. The DNA strands themselves float like a broth in the cell nucleus, so for further decoding, each DNA strand needs to be indexed. To assemble all the blocks into the correct sequence. As well as with

classical data storage, the information is divided into blocks due to the limited maximum length of the DNA chain (300 bases) [4].

3. Problems of DNA storage

The main problem of DNA data storage is potential errors. They occur during the process of manipulation of DNA. There are several ways to solve them. For example, nucleotide dropout, duplication or insertion of information. To correct errors you can duplicate information about the same site several times. But this method does not prevent errors completely. Another way is to use special noise-resistant encodings. Such codes take less space and increase the storage density [3].

4. Prospects of DNA based data storage

Today, storing a complete stereo melody in DNA costs around a hundred thousand dollars. However, DNA storage has great potential to become simpler and cheaper in the future. [4]. The amount of physical storage media will decrease many times over, and important data will not have to be rewritten every 10 years on magnetic tapes, as DNA can be stored for thousands of years. Because of the complexities of storing data on DNA, such as clear temperature boundaries, and the chance of loss due to the small physical volume, DNA storage will not replace flash drives and other portable devices.

In conclusion, the method of DNA storage already has a clear structure and an elaborate algorithm. All that remains is to improve and cheapen this method of data storage.

References

1. Too much information - Aston University researchers to tackle global data storage crisis // Aston University URL: <https://www.aston.ac.uk/latest-news/too-much-information-aston-university-researchers-tackle-global-data-storage-crisis> (дата обращения: 19.03.2024).
2. Обзор последних тенденций в области цифрового хранения данных о ДНК // КиберЛенинка URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-poslednih-tendentsiy-v-oblasti-tsifrovogo-hraneniya-dannyh-o-dnk> (дата обращения: 19.03.2023).
3. Kruglik S. A., Kucherov G. A., Nazirkhanova K. N., Filitov M. E. Information-theoretic problems of DNA-based storage systems. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy [Information and Control Systems]*, 2021, no. 3, pp. 39–52 (In Russian). doi:10.31799/1684-8853-2021-3-39-524
4. Dave Landsman, Karin Strauss The DNA Data Storage Model // *Computer*. - 2023. -no. 56(7). - pp. 78-85.

ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ ДНК: РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ С ПЕРЕПОЛНЕНИЕМ ДАННЫХ

Шайдуллин Д.А.

Научный руководитель: Афонина Е. В., к.ист.н., доцент,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DNA DATA STORAGE: A SOLUTION FOR OVERCOMING DATA OVERFLOW CHALLENGES

Shaydullin D.A.

Scientific advisor: Elena V. Afonina, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

В тексте рассматривается проблема переполнения хранилищ данных из-за их быстрого увеличения. Предлагается решение - хранение данных на основе ДНК, обладающее высокой плотностью и долговечностью.

Abstract

The text discusses the issue of data storage overload due to rapid growth. A solution is proposed to store data using DNA, which offers high density and durability.

1. Introduction

With the rapid evolution of the information space and the integration of new technologies, the exponential growth of data presents a significant challenge. The forecasted 300% increase in data volume in the coming years highlights the imminent threat of storage overload. To address this, a promising solution could be in DNA-based data storage, offering unprecedented density and longevity advantages [2].

2. The problems of modern digital storage.

The rapid increase in the volume of data is a new threat of data storage. This threat arises from the possible overflow of data storage caused by the continuous increase in the amount of information stored [1]. To meet the growing demand for data storage, the number of physical media could be increased.

However, the growth in the production of physical media may not be enough [3]. The production of digital data is growing at an exponential rate, outpacing the growth rate of the underlying storage system. Most of the generated data is eventually discarded, but some of it still needs to be retained. And given current trends, the proportion of data retained is shrinking. This creates a serious reason to look for new storage media [3].

3. About DNA storage vs modern storage

So, we need to reduce the physical volume of storage media and find a new way of storage. DNA based data storage can be a reasonably good option in the future. This method has great advantages. This method can store 1 zettabyte of data in just 1 gram [4]. It is also worth mentioning that this method of storing information is very reliable, because DNA when stored away from light and humidity and at reasonable temperatures can serve from centuries to millennia [3], while HDD allows you to store information a little more than 25 years, and CD disk archive type 50.

4. Minuses of DNA based data storage

Now this method is very expensive, for example the DNA synthesis company Twist Bioscience, charges between 7 and 9 cents per unit of data. This means that one minute of high-quality stereo sound can be stored for \$100,000. But, as happens with all new technologies, there is a cheapening over time. The second minus, is that scientists have not yet learned how to read the information without damaging the plant. Another disadvantage is the small temperature range. If you accidentally freeze or overheat such device, there is a high probability of cell destruction and loss of DNA strand. It should also be noted the probability of infection of the host cell with some virus that will destroy it. Or that disrupt the internal chemical balance, which will also lead to the death of the cell. And there is a chance of loss of this carrier due to its compact size. In conclusion, while DNA storage presents numerous challenges, it also boasts a plethora of benefits. As technological advancements progress, the cost and complexity of writing and reading data from DNA are expected to decrease, potentially resolving the global information storage crisis.

References

1. Курейчик В.М. , Сахарова О.Н., Пирожков С.С. Угрозы в области хранения данных // Инженерный вестник Дона. - 2021. - no. 7 – pp.281-294
2. Too much information - Aston University researchers to tackle global data storage crisis // Aston University URL: <https://www.aston.ac.uk/latest-news/too-much-information-aston-university-researchers-tackle-global-data-storage-crisis> (дата обращения: 19.03.2024).
3. Luis Ceze, Jeff Nivala, Karin Strauss Molecular digital data storage using DNA // Nature Reviews Genetics volume. - 2019. - no. 20. - pp. 456-466.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОКОНТАКНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Юсупов Б.З.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STUDY OF ELECTRICAL PARAMETERS OF MAGNETIC CONTACT DETECTORS

Yusupov B.Z.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Статья представляет схему подключения извещателя магнитоконтактного типа и показывает функционирование в режимах "норма" и "тревога". В работе проведено измерение токов и напряжений шлейфов сигнализации в различных режимах работы системы. Представлены диаграммы зависимостей этих параметров, а также определяют пороговые уровни срабатывания сигнализации.

Abstract

The article presents a connection diagram for a magnetic contact type detector and shows operation in the "norm" and "alarm" modes. The work measured the currents and voltages of alarm loops in various operating modes of the system. Diagrams of the dependencies of these parameters are presented, and threshold levels for alarm activation are determined.

1. Введение

Извещатели магнитоконтактного типа, такие как ИО 102-162, являются неотъемлемой частью систем безопасности, обеспечивая обнаружение открытия или закрытия дверей, окон и других подвижных элементов. Эти устройства играют важную роль в обеспечении безопасности помещений и объектов, предоставляя оперативное оповещение о вторжениях или несанкционированных доступах [1].

2. Математическая модель волоконно-оптического датчика

Известатели магнитоконтактного типа, такие как ИО 102-162, используются для обнаружения открытия или закрытия дверей, окон и других подвижных элементов. На рисунке 1 представлена последовательная схема подключения таких известателей, где они соединены общим шлейфом для "питания" и "земли".

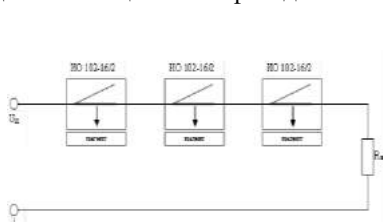


Рис.1 Схема подключения магнитоконтактных известателей.

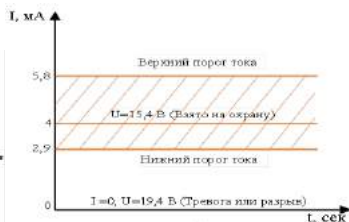


Рис.2 Вольтамперные характеристики шлейфа с магнитоконтактными известателями.

В режиме "охрана", когда все герконы замкнуты на шлейфе, устанавливается напряжение 15,4 вольта и ток 4 мА. Диапазон рабочих значений тока сигнализации в этом режиме составляет от 2,9 до 5,8 мА. Отклонение тока за пределы этого диапазона активирует сигнал тревоги. При открытии двери или разрыве шлейфа ток падает до 0, а напряжение поднимается до 19,4 вольта рисунок 2. Важно отметить, что при таких изменениях состояния шлейфа приемно-контрольный прибор не может точно определить, является ли это обрывом шлейфа или открытием двери, что потребует дополнительной диагностики или вмешательства со стороны оператора системы для уточнения причины сигнала тревоги.

3. Заключение

Известатели магнитоконтактного типа, такие как ИО 102-162, обеспечивают надежное обнаружение открытия или закрытия дверей и окон, играя важную роль в системах безопасности. Однако, необходимо учитывать возможные ограничения в работе системы, особенно при определении причин сигналов тревоги.

Список литературы

1. Юсупов, Б. З. Методика проведения лабораторных работ на стенде «ОПС Астра-812рго» по дисциплине «Технические средства охраны» / Б. З. Юсупов, А. М. Мартынов, Р. Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании. Молодежный научный форум : Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, 25–26 мая 2023 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2023. – С. 476-479.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДЫМОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Юсупов Б.З.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCH OF ELECTRICAL PARAMETERS OF FIRE PROTECTION SMOKE DETECTORS

Yusupov B.Z.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Представленная статья рассматривает подключение противопожарного дымового извещателя и его работу. Исследование включает в себя измерение токов и напряжений в шлейфах сигнализации при различных условиях эксплуатации. Представлены графики зависимости этих параметров, а также определены пороговые значения срабатывания сигнализации.

Abstract

The presented article examines the connection of a fire smoke detector and its operation. The study includes measuring currents and voltages in alarm loops under various operating conditions. Graphs of the dependence of these parameters are presented, and threshold values for alarm activation are also determined.

1. Введение

В современном мире безопасность объектов играет решающую роль, и эффективная работа систем сигнализации является ключевым аспектом в этом вопросе.

2. Исследования вольтамперных характеристик ИП 212-45

Шлейф противопожарных дымовых извещателей ИП 212-45 представлен на рис. 1, где показана схема их подключения. Извещатели

соединены общим шлейфом для "питания" и "земли", а на конце шлейфа установлен оконечный резистор $R_{ок}$. Внутри извещателя находится камера с парой светодиодов и фотодиодов [1]. Принцип работы заключается в рассеивании потока света при прохождении через частицы дыма, которые попадают в камеру. Светодиод создает световой поток, который затем улавливается фотоприемником. Для обработки сигналов используется микропроцессор, настроенный на пороговые параметры светового потока. При их изменении микропроцессор замыкает шлейф на внутреннем сопротивлении $R_{вн}$, которое имеет меньшее номинальное значение по сравнению с $R_{ок}$.

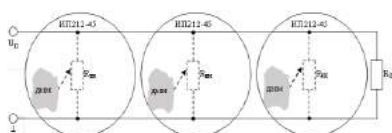


Рис.1 Схема подключения противопожарных дымовых извещателей

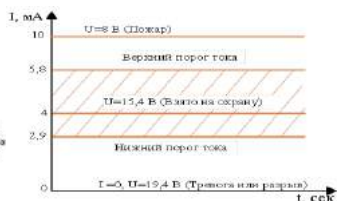


Рис.2 Вольтамперные характеристики шлейфа с противопожарными дымовыми извещателями.

В режиме "охрана" рис.2, когда все извещатели не обнаруживают воздействия дыма, они подключены через шлейф, и устанавливается напряжение 15,4 вольта и ток 4 мА. Диапазон работы сигнализации в этом режиме составляет от 2,9 до 5,8 мА, и выход за пределы этого диапазона приводит к активации сигнала "тревога". В случае обнаружения дыма в результате пожара извещатель замыкает цепь шлейфа через внутренние сопротивления, что приводит к увеличению тока до 10 мА и снижению напряжения до 8 вольт. Возможно также состояние разрыва шлейфа, при котором ток падает до 0, а напряжение питания поднимается до 19,4 вольта.

3. Заключение

Полученные результаты могут быть использованы для улучшения процессов обнаружения и реагирования на угрозы, что в конечном итоге способствует повышению общей надежности и эффективности систем сигнализации.

Список литературы

1. Юсупов, Б. 3. Разработка лабораторного стенда охранно-пожарной сигнализации по дисциплине технические средства охраны / Б. 3. Юсупов, А. М. Мартынов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Москва, 21 марта 2023 года. – Москва: Печатный цех, 2023. – С. 80-91.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗ ПОРОГОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Юсупов Б.З.

Научный руководитель: Шарипов Рифат Рашатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A STAND FOR CONTROL AND ANALYSIS OF THRESHOLD DETECTORS

Yusupov B.Z.

Supervisor: Sharipov R.R., Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья рассматривает ключевые параметры эффективности ОПС, такие как время реакции и вероятность ложных срабатываний, выделяя их значимость для общей безопасности объекта. Обсуждается необходимость минимизации времени реагирования для повышения эффективности системы и снижения возможных убытков.

Abstract

This article examines key parameters of the effectiveness of an alarm system, such as reaction time and the probability of false alarms, highlighting their significance for the overall security of a facility. The need to minimize response time to increase system efficiency and reduce possible losses is discussed.

1. Введение

Охранно-пожарная система (ОПС) играет непреодолимо важную роль в обеспечении безопасности объекта, предоставляя надежную защиту и оперативное реагирование на возможные угрозы. Эффективность ОПС определяется несколькими ключевыми параметрами, включая время реагирования и вероятность ложных срабатываний. Время реакции является критическим фактором, поскольку чем быстрее система обнаруживает и реагирует на угрозу, тем больше шансов на

предотвращение ущерба [1]. С другой стороны, вероятность ложных срабатываний должна быть минимальной, чтобы избежать беспокойства и ненужных тревог.

2. Стенд для контроля и анализ пороговых извещателей

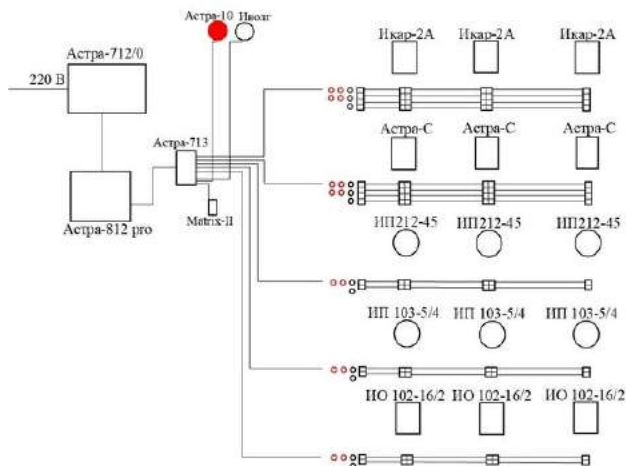


Рис. 1 – Учебный стенд ОПС АСТРА – 812

На стенде предусмотрены зажимные разъемы для подключения проводов извещателей к шлейфу. Мы можем выбрать количество извещателей от одного до пяти. Кроме того, на входных и выходных контактах шлейфа есть штыревые разъемы диаметром 4 мм для подключения вольтметра и амперметра. Это позволяет измерять вольтамперные характеристики шлейфов в реальном времени и контролировать работу системы.

3. Заключение

Охранно-пожарная система является неотъемлемой частью инфраструктуры безопасности объекта, предоставляя надежную защиту и оперативное реагирование на угрозы. Эффективность ОПС зависит от нескольких ключевых параметров, включая время реагирования и вероятность ложных срабатываний, которые необходимо учитывать при разработке и эксплуатации системы.

Список литературы

1 Мартынов, А. М. Разработка учебного стенда системы видео контроля / А. М. Мартынов // Программные системы и вычислительные методы. – 2023. – № 4. – С. 102-114. – DOI 10.7256/2454-0714.2023.4.69055.

УДК 681.586.5

THE USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN INFORMATION TRANSFER: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS

Ilichev D.A.

Supervisor: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Ильичев Д.А.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, старший преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

This article discusses the opportunities and limitations of using blockchain technologies in information transfer. The advantages and limitations of blockchain technology are considered. Underlined is the importance of understanding the aspects for the effective use of blockchain technology in information transfer.

Аннотация

В этой статье рассматриваются возможности и ограничения использования блокчейн-технологии в передаче информации. Рассматриваются преимущества и ограничения блокчейн-технологии. Подчеркивается важность понимания аспектов для эффективного использования блокчейн-технологии в передаче информации.

1. Introduction

Blockchain technology, originally developed to provide security and transparency of transactions in cryptocurrency networks, is finding increasing applications in various fields, including information transfer. With its core principles of decentralisation, continuity and transparency, blockchain opens up new perspectives for data exchange and information management. However, despite its many benefits, there are also limitations that should be considered

when using this technology.

2. Advantages of using blockchain technology in the transfer of information.

Decentralisation and transparency are key benefits of blockchain. Due to its decentralised nature, information is stored on multiple nodes in the network, making it resilient to attack. Transactions on the blockchain are open for public viewing, providing transparency and trust.

Continuity and reliability are another advantage of blockchain. The system continues to operate even if several nodes in the network fail due to the distributed nature of the data, ensuring a high level of reliability and availability of information.

Smart contracts allow for the automation of information transfer processes, making it easier to fulfil the terms of agreements.

However, there are limitations to consider when using blockchain.

3. Limitations of using blockchain technology in the transfer of information.

1) Scalability: One of the main drawbacks of blockchain is its limited scalability. As the number of transactions increases, the time and cost to process them can increase significantly, making blockchain inefficient for large amounts of data.

2) Data privacy: In blockchain, all transactions are public and viewable. This can be a problem when sensitive information such as medical data or trade secrets are transferred.

3) Environmental concerns: Blockchain requires a large amount of computing resources and energy to ensure security and reliability. This can lead to environmental problems and the consumption of a significant amount of electricity.

3. Conclusion

In conclusion, the use of blockchain technology opens up new opportunities for data exchange, but it is important to consider the limitations of this technology for effective use in the transfer of information.

References

1. Alexander Goudz and Valentino Steiner / An Evaluation for the Use of Blockchain Technology in Logistics // International Journal of Transportation Engineering and Technology Vol. 5, No. 1, 2019, pp. 11-17, ISSN: 2575-1743 (Print), ISSN: 2575-1751 (Online).

2. Srinivas, T. Aditya Sai, A. David Donald, I. Dwaraka Srihith, D. Anjali and A. Chandana / Blockchain: The Future of Smart City Development // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology Vol. 3, Issue 1, 2023, ISSN: 2581-9429 (Online)

ENHANCING PCB INTERCONNECTION TRACING EFFICIENCY USING AN ANT ALGORITHM

Vaganov A.A.

Supervisor: Alina P. Sultanova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev –
KAI, Kazan)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАССИРОВКИ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА

Vaganov A.A.

Научный руководитель: Султанова Алина Петровна, к.ф.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

The article proposes a solution for PCB interconnect tracing using a bionic algorithm that mimics the behavior of ants. The algorithm considers two key criteria: minimizing the total length of connections and minimizing crosstalk.

Аннотация

Статья предлагает решение трассировки межсоединений печатных плат через бионический алгоритм, имитирующий поведение муравьев. Алгоритм учитывает два значимых критерия: минимизацию общей длины соединений и минимизацию перекрестных помех.

1. Introduction

The increasing complexity of modern electronic system PCBs necessitates the advancement of methodologies and tools. Developing an automated PCB tracing methodology is essential to enhance tracing quality, considering electromagnetic compatibility criteria and limitations [1].

2. PCB interconnect tracing using an ant algorithm

The program employs the ant algorithm for interconnection tracing, utilizing project data stored in an MS Access database. The interconnection tracing method is demonstrated using a fragment of the analog-to-digital converter PCB (Fig. 1). The PCB structure comprises four layers, with no

restricted areas, and includes ground and power support layers.

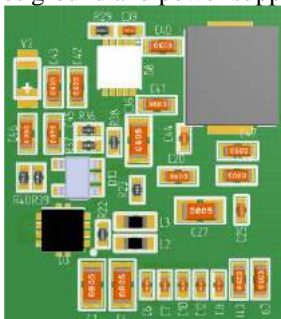


Fig. 1 – Placement of elements on the printed circuit board.

After pre-topological analysis, it was found that high-speed circuits need special attention as potential sources of interference. Additionally, minimizing conductor bends and transition aperture numbers is crucial to mitigate reflection interference when seeking a solution.

Upon loading the PCB project and configuring the ant algorithm parameters, we attain the optimal tracing solution. It is worth noting that the number of ant colonies and the pheromone evaporation coefficient serve as variable control parameters. The solution results for each layer separately are depicted in Fig. 2.

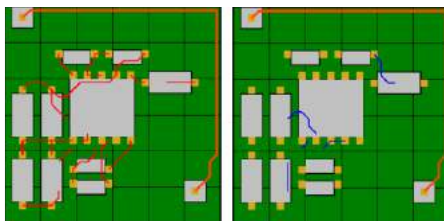


Fig. 2 – Result of interconnect tracing for each layer separately.

3. Conclusion

The results indicate that the procedure of PCB interconnection tracing considers electromagnetic compatibility criteria, enhancing both quality and efficiency.

References

1. B. B. Szendrenyi, H. Barnes, J. Moreira, M. Wollitzer, T. Schmid and M. Tsai, "Addressing the Broadband Crosstalk Challenges of Pogo Pin Type Interfaces for High-Density High-Speed Digital Applications," 2007 IEEE/MTT-S International Microwave Symposium, Honolulu, HI, USA, 2007, pp. 2209-2212, doi: 10.1109/MWSYM.2007.380399.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	4
ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СФОКУСИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ В ЗАДАЧАХ РАДИОСВЯЗИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	4
Веденькин Д.А.....	4
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО	13
Нурмухаметов Д.И., Шмырова А.И., Чеснокова М.А., Пономарёв Р.С.	13
ПОЧТИ-ВОСПРОИЗВОДИМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ: УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОДГОНОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПИСАНИЯ ДАННЫХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	15
Нигматуллин Р.Р. ¹ , Литвинов А.А. ¹ , Осокин С.И. ²	15
ФЛУКТУАЦИОННО-ШУМОВЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	20
Денисов Е.С.	20
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СРЕДАХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО, АЭРОКОСМИЧЕСКОГО	25
Алтунин В.А. ¹ , Алтунин К.В. ¹ , Яновская М.Л. ²	25
ИСТОЧНИКИ БИФОТОНОВ С ЗАДААННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЛОКОН.....	30
Смирнов М.А. ¹ , Хайруллин А.Ф. ¹ , Смирнова А.М. ¹ , Ермишев О.А. ¹ ,	30
Федотов И.В. ² Федотов А.Б. ² , Моисеев С.А. ¹	30
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОБЛАКОВ ВЕРХНЕГО ЯРУСА С ДАННЫМИ СПУТНИКОВОГО СПЕКТРОРАДИОМЕТРА MODIS.....	35

Локтюшин О.Ю. ¹ , Брюханов И.Д. ^{1,2} , Пустовалов К.Н. ^{1,3}	35
ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОНА ПРИ ОТРАЖЕНИИ	38
Джумаев Б.Р., Ходжанепесов К.А., Ниязгулыева А.М.	38
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ	43
Сарыгулов С.Х., Ниязгулыева А.М.	43
СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ	48
Юсупов Р.А.	48

1. МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ 53

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ДАТЧИКОВ В ОБЛАСТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ НЕИНВАЗИВНЫМ МЕТОДОМ	53
Артемьев В.И., Смирнов Н.Д., Смирнов С.В.	53
ЭФФЕКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОМЕХ	55
Белтадзе Г.И.	55
МНОГОЧАСТОТНЫЙ ПЛАНАРНЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ СРЕД	57
Брожуско В.В., Гайнутдинов А.М.	57
ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОЛИВКОВОГО МАСЛА В СМЕСИ С ПОДСОЛНЕЧНЫМ	59
Гайнутдинов А.М., Брожуско В.В.	59
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	61
Гизатуллина Н.Г.	61
СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛУЧЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	63
Гильфанова А.Ф.	63

ФОРМИРОВАНИЕ МУЛЬТИСФОКУСИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	65
Гильфанова А.Ф.	65
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С ФИКСИРОВАННОЙ ОШИБКОЙ ФОКУСИРУЮЩЕГО ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ТОЧКИ ФОКУСИРОВКИ	67
Громов И.П.	67
О ГРАНИЦАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ПНС.....	69
Дардымов А.В.	69
О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМА ПНС	71
Дардымов А.В.	71
СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО И МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА В ЗАДАЧАХ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ.....	73
Даххам Д.	73
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ.....	75
Даххам Д.	75
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ.....	77
Евлампиев Н.Ю.	77
АНАЛИЗ ВЗАИМНОЙ СВЯЗИ В АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ	79
Емельянов А.А.	79
МАГНЕТРОН СВЧ-ПЕЧИ	81
Иванова А. С.	81
ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ	83
Ишмияров А.А., Грахова Е.П., Воронков Г.С.	83
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНЫХ АНТЕНН СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА.....	85
Камардин А.Д.	85

РАЗРАБОТКА ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА X-ДИАПАЗОНА НА ПОДВЕШЕННОЙ ПОДЛОЖКЕ.....	87
Коперский В.В., Кириллов Г.А.	87
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОТРАЖАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ВЕРХНИХ ЧАСТОТ В КАЧЕСТВЕ КОРРЕКТОРА АМПЛИТУДЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА	89
Коперский В.В., Кириллов Г.А.	89
ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ АНТЕНН НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ.....	91
Кузнецов А.Е.	91
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ	93
Кузяев А.С.	93
ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ	95
Курьянова Е.А., Лифарева Д.Д.	95
ФОКУСИРОВКА В БЛИЖНЕМ ИЗЛУЧЕННОМ ПОЛЕ	97
Курьянова Е.А., Лифарева Д.Д.	97
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ.....	99
Петрова А.З.....	99
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ, ОТРАЖЕННОЙ ОТ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ.....	101
Петрова А.З.....	101
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ, ПРОШЕДШЕЙ ЧЕРЕЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ.....	103
Петрова А.З.....	103

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE.....	105
Образцова Д.В.	105
ОЦЕНКА ИМПЕДАНСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОДНИКОВ МЕТОДОМ ЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	107
Рящницев Р.А.	107
ФОКУСИРОВКА ПОЛЯ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА НАЗЕМНЫЙ РАДИОМАЯК.....	109
Семина Е.М.....	109
ОЦЕНКА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ	111
Фаттахов Р.Р., Самохин Р.А.	111
РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СВЧ УСТРОЙСТВ	113
Фофонова О.С.....	113
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗОНАНСНЫХ СВЧ ДАТЧИКОВ	115
Хабибрахманов Е.О., Чесноков А.А.	115
МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРОБЕТОНА ЛАБОРАТОРНОГО УРОВНЯ	117
Хузин Р.М.	117
МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛАБОРАТОРНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНОГО СЕРОБЕТОНА	119
Хузин Р.М.	119
АНТЕННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛИ...	121
Хурина Л.А.	121
РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВИСТЯЩИХ АТМОСФЕРИКОВ И СПИРАЛЬНЫХ ВОЛН В МЕТАЛЛАХ	123
Черепанов М.Ю.	123
РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГОГО ИМПУЛЬСА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ...	125

Черепанов М.Ю.	125
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МОДУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СВЧ ПЕРЕДАЧ	127
Шакиров Р.С.	127
КОАКСИАЛЬНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ	129
Шулаев Е.О., Гусев А.В.	129
RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT IN AVIATION AND COMPOSITE MATERIALS	131
Bukhtulov A.V.	131
DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE MODEL OF A REAL ANTENNA AT THE INITIAL STAGES OF DESIGN	133
Mezentseva E.A.	133
2. ФОТОНИКА	135
ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ 5G+: ИННОВАЦИИ В ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ С КВАДРАТУРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА	135
Аль-Муфти А.М.	135
СВЕРХПЛОСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЧАСТОТНАЯ ГРЕБЕНЧАТАЯ ГЕНЕРАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ КАСКАДНОЙ МОДУЛЯЦИИ, УЛУЧШАЮЩАЯ ДИНАМИКУ 5G И ЗА ЕЕ ПРЕДЕЛАМИ	137
Аль-Муфти А.М.	137
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА СО СМЕЩЕННОЙ ДИСПЕРСИЕЙ.....	139
Артемьев В.И., Смирнов Н.Д., Белов Э.В., Силантьева А.А.	139
СПОСОБЫ ЗАПИСИ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ	141
Артемьев В.И., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.	141
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ТЕРМОМЕТРИИ, РЕФРАКТОМЕТРИИ И	

ПОПЕРЕЧНОЙ ДИНАМОМЕТРИИ НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ ВОЛОКОННОЙ СТРУКТУРЫ РАЗНОГО ТИПА	143
Ахметвалеев Р.А., Садчиков В.В.	143
ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ КОМПОЗИТНЫХ ГОЛОГРАММНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	145
Ахметов Д.М.	145
ЗАВИСИМОСТЬ ПОРЯДКА ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО МОМЕНТА ОТ ЭФФЕКТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ.....	147
Бакирова Л.И.	147
КОМБИНИРОВАННЫЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО И ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК.....	149
Белов Э.В.	149
ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНКАХ.....	151
Бобина Е.А., Куклин В.А., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.	151
ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ С НЕЦЕЛОЧИСЛЕННЫМИ ФАЗОВЫМИ СДВИГАМИ.....	153
Валеев Б.И.	153
МАЛОИНВАЗИВНЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР.....	155
Валеев Б.И.	155
ФОТОННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСОВ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВО ВРЕМЯ.....	157
Васиков Р.Э.	157
ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ МОДУЛЯТОР ИНТЕРФЕРОМЕТРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА	159
О.С. Вязанкин ¹ , А.И. Бобров ² , П.В. Волков ¹ , Д.А. Семиков ¹ , А.П. Горшков ² , А.В. Горюнов ¹ , Г.А. Лемешевская ² , А.Ю. Лукьянов ¹ , А.В. Нежданов ² , К.В. Сидоренко ²	159
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ В ВОЛОКНЕ ДЛЯ БИОСЕНСОРОВ НА КОНЦЕВЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО...	161

Галимуллин Л.Р.	161
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО ПЛАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ В ВОЛОКНЕ ДЛЯ БИОСЕНСОРОВ НА КОНЦЕВЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО	163
Галимуллин Л.Р., Шагвалиев Р.М.	163
ПРОИЗВОЛЬНО УСТАНАВЛИВАЕМАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ АДРЕСНЫХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ СТРУКТУР	165
Галимуллина В.Б.	165
ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	167
Галимуллина В.Б.	167
ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО.....	169
Галиуллин Р.Л.	169
РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ НА МАТРИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ	171
Гаптерахимов Б.Р., Корепанов К.Э.	171
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОМПЕНСАЦИИ И УСТРАНЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	173
Гизатуллина Н.Г.	173
РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ НА МАТРИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ДИСКРЕТНОМ ИСПОЛНЕНИИ.....	175
Гильмутдинов К.Л., Корепанов К.Э.	175
ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОСТИ СВЯЗИ ПО ОТКРЫТОМУ ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРОМ.....	177
Гильфанов И.Д.	177
МИКРОВОЛНОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ	179
Грабовецкий Д.С.	179

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ	181
Ермолаева Н.А.....	181
АДРЕСНЫЙ КОНЦЕВОЙ ВОЛОКОННЫЙ ТЕРМОМЕТР ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ТИПА	183
Зиятдинов Т.Р.....	183
АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТОВОЛОКНА С ВБР ПО РАСТЯЖЕНИЮ/СЖАТИЮ	185
Ибрагимов Л.Д.	185
КВАЗИ-АДРЕСНЫЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦИЙ НА ОСНОВЕ КОЛЬЦЕВОЙ ВБР С ДВУМЯ ФАЗОВЫМИ СДВИГАМИ	187
Ибрагимов Л.Д.	187
ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	189
Ишмиев Н.И.....	189
ФАЗОСТАБИЛЬНЫЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ТРАКТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ROF.....	191
Корепанов К.Э., Кузнецов А.А.	191
ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	193
Липатников К.А., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.....	193
СХЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ММЦ И АКУСТООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА	195
Липатников К.А., Смирнов Н.Д., Силантьева А.А.....	195
ЭВОЛЮЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ: ПРЕИМУЩЕСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	197
Лутфуллин Н.Р.	197
ФОРМИРОВАНИЕ ВНУТРИВОЛОКОННЫХ СТРУКТУР АМПЛИТУДНО- МОДУЛИРОВАННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ.	199
Луценко А.С.	199

ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	201
Матвеев Д.Н.....	201
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	203
Матвеев Д.Н.....	203
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЪЮСТИРОВОК ЗЕРКАЛ РЕЗОНАТОРА ЛАЗЕРА	205
Мирханов И.Н.	205
РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID PLUS НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВБС С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ	207
Мисбахов Рус. Ш.....	207
МЕТОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ	209
Никишина О.В.....	209
МИКРОВОЛНОВЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ СЕНСОРЫ КАК ОСНОВА СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОСТАВА И КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЫ.....	211
Никишина О.В.....	211
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ДЕМОНСТРАТОР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФОТОННОГО КАНАЛА СВЯЗИ «ЗЕМЛЯ-ВОЗДУХ» БПЛА	213
Нуреева А.И.....	213
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО ДЕМОНСТРАТОРА УНИВЕРСАЛЬНОЙ РАДИОФОТОННОЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ.....	215
Нуреева А.И., Габдулхаков И.М.	215
МИКРОЛИНЗЫ НА ТОРЦЕ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ, СОХРАНЯЮЩИХ ПОЛЯРИЗАЦИЮ ИЗЛУЧЕНИЯ	217
Паньков А.С., Пономарёв Р.С.	217

РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ДОППЛЕРОВСКОГО СДВИГА И УГЛА ПРИХОДА	219
Муравьев И.Ю., Петров Н.А.	219
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОФОТОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДОППЛЕРОВСКОГО СДВИГА И УГЛА ПРИХОДА	221
Муравьев И.Ю., Петров Н.А.	221
ДИАГНОСТИКА ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....	223
Дробышев С.В. ¹ , Ямаев А.М. ² , Полонец Д.Р. ¹	223
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ	225
Попов Н.А.	225
ФОТОННАЯ СИСТЕМА ВРЕМЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ	227
Потапов Г.С.	227
КОГЕРЕНТНАЯ ФОТОННАЯ СИСТЕМА ВРЕМЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ	229
Потапов Г.С.	229
АНАЛИЗ ВОЛОКОННОЙ КВАЗИ-РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДИСКРЕТНЫХ ТОЧКАХ РЕЗЕРВУАРА С ВОЛНОВЫМ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ	231
Проскураков А.Д.	231
ПАССИВНАЯ ВОЛОКОННАЯ КВАЗИ-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СЕНСОРНАЯ СЕТЬ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДИСКРЕТНЫХ ТОЧКАХ РЕЗЕРВУАРА С АДРЕСНЫМ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ	233
Проскураков А.Д.	233
ФОТОННОЕ МГНОВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛОТНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА С РАЗДЕЛЕНИЕМ ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ.....	235
Разумов С.А.	235

КОМПЛЕКСНЫЕ ФОТОННЫЕ ФИЛЬТРЫ МИКРОВОЛНОВЫХ СИГНАЛОВ	237
Рак О.А.	237
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФОТОННЫХ ФИЛЬТРОВ МИКРОВОЛНОВЫХ СИГНАЛОВ	239
Рак О.А.	239
АТОМНО-АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ	241
Румянцева В.А.	241
ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ МЕТОДОМ СВЕТОВОГО РАССЕЯНИЯ	243
Бобина Е.А., Куклин В.А., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.	243
ПОЛНОСТЬЮ КВАРЦЕВЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ	245
Семиков Д.А. ¹ , Волков П.В. ¹ , Горюнов А.В. ¹ , Лукьянов А.Ю. ¹ , Складов Ф.В. ² , Полозов В.В. ²	245
О ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОФОТОННЫХ ТРАКТОВ	247
Силантьева А.А., Сергеев А.В.	247
ДИЗАЙН ФОТОННОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ДВУХДИАПАЗОННОЙ СИСТЕМЫ ОКТ С ПЕРЕСТРАИВАЕМЫМ ИСТОЧНИКОМ	249
Степанов И.В.	249
ТИПЫ И ПРИЧИНЫ КОРРОЗИИ СТЕКЛА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	251
Устюгова А.А.	251
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В АВИАЦИИ	253
Хакимхан А.Т.	253
АНАЛИЗ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА	255
Харитонов Д.Ю.	255

ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА С ПОМОЩЬЮ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА	257
Харитонов Д.Ю.	257
ЭФФЕКТ ВЕРНЬЕ В ДВУХ КОНЦЕВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕРОМЕТРАХ ФАБРИ-ПЕРО	259
Шагвалиев Р.М.	259
ЭФФЕКТ ВЕРНЬЕ В КОНЦЕВОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ДВУХСЛОЙНОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ФАБРИ-ПЕРО	261
Шагвалиев Р.М.	261
ОПТОВОЛОКНО И ТИПЫ КОМПОНЕНТОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ	263
Дубровский Д.Р.	263
3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ	265
ВОЗМОЖНОСТИ РYТНОН В РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКГ СИГНАЛОВ	265
Бариева А.Д.	265
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВОК	267
Борисов Д.С.	267
ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ГЕПАТОЦИТАХ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РЕЖИМА КОРМЛЕНИЯ	269
Гиниятуллина Д.М. ¹ , Пономарева А.А. ² , Дмитриева С.А. ²	269
АУТОФАГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПАРАЦЕТАМОЛА	271
Гумерова А.И. ¹ , Краснова А.Н. ¹ , Пономарева А.А. ² , Дмитриева С.А. ²	271
СПЕКТРОСКОПИЯ ЯМР ОЛИГОНУКЛЕОТИДА	273
Конторина Л.А. ¹	273
ЦИРКУЛИРУЮЩИЕ ИММУННЫЕ КОМПЛЕКСЫ В КРОВИ У ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ	275

Архипова П.Р., Курбанов Р.А.	275
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАССЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ АНАЛИЗА КВАНТОВОГО ВЫДЕЛЕНИЯ МЕДИАТОРА НА НЕРВНО- МЫШЕЧНОМ ПРЕПАРАТЕ m. LEVATOR AURIS LONGUS МЫШИ	277
Невский Е.С. ¹ , Самигуллин Д.В. ^{1,2}	277
СПЕКТРОСКОПИЯ ЯМР ОЛИГОНУКЛЕОТИДА КАК МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРОИЗВОДНЫМИ ХИНОНА	279
Нигматуллин И.Р. ¹	279
ЗНАЧЕНИЕ КАЛЬЦИЙ-АКЦЕПТОРНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ ВЕЗИКУЛЯРНОГО ЦИКЛА СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА В ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЯХ СОМАТИЧЕСКОЙ МЫШЦЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ	281
Нуруллин Л.Ф., Алмазов Н.Д., Волков Е.М.	281
МИКРОВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ	283
Серезетдинов Р.А.	283
ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ НА РАННИЕ ЭТАПЫ МИОГЕНЕЗА IN VITRO	285
Токмакова А.Р. ¹ , Сибгатуллина Г.В. ¹ , Маломуж А.И. ^{1,2}	285
ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИНАПТОФИЗИНА В НЕЙРОЦИТАХ МОЛЕКУЛЯРНОГО СЛОЯ МОТОРНОЙ КОРЫ МЫШИ ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ	287
Мукба А.В., Тяпкина О.В.	287
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТОВ ГИПОГРАВИТАЦИИ	289
Максимов Д.М. ¹ , Тяпкина О.В. ^{1,2}	289
ГЛУТАМАТЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ТОНИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ МЫШИ	291
Федоров Н. С. ^{1,3} , Петров А.М. ^{1,2,3} , Маломуж А.И. ^{3,4}	291
СИСТЕМА ПИЛАР[5]АРЕН-ОЛИГОНУКЛЕОТИД ПО ДАННЫМ ЯМР, ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА	293
Хайрутдинов Б.И. ¹ , Скворцова П.В. ¹ , Стойков И.И. ²	293

ВЛИЯНИЕ АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ МУСКАРИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ M5 ПОДТИПА НА СИЛУ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ДИАФРАГМЫ МЫШИ.....	295
Федоров Н. С. ^{1,3} , Хамидуллина А. А. ² , Зарипова М. В. ¹ , Ковязина И. В. ^{2,3}	295
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА КАК ТИП МЕЖКЛЕТОЧНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.....	297
Черкасов М.В.....	297

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ 299

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ	299
Кузязев А.С.	299
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ	301
Закиров А.Ф., Салахов Р.Р.....	301
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ.....	303
Юртунбаев Д.Р., Егоров Г.И.	303
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ МРРТ-КОНТРОЛЛЕРОВ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ	306
Савинов Д.А.	306
УСИЛИТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	308
Румянцев П.В.....	308
СТЕНД ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ РАДИОСИСТЕМ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АДРЕСАЦИЕЙ	310
Буткевич Ю.Р. ¹ , Логинов С.С. ¹ , Яруллин Р.Р. ²	310
НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ CUBESAT.ПРИЕМНЫЙ ТРАКТ.....	312

Матвеев В.И.....	312
РАЗРАБОТКА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ КОНТРОЛЛЕРА УПРАВЛЕНИЯ РПН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНАЛОГОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	314
Ламяко А.В.	314
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕННЫХ ОТ ВИНТОВ ВЕРТОЛЕТА СИГНАЛОВ АСИНХРОННЫХ РАДИОСИСТЕМ	316
Буткевич Ю. Р. ¹ , Катин Р. А. ² , Фролов И.Н. ¹	316
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА (КАЛИБРОВКА) ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE.....	318
Грачев В.А., Крашенинникова Е.А.....	318
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ПОМОЩЬЮ ТРЕХОСЕВОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА И ДВУХОСЕВОГО ГИРОСКОПА	320
Ягудина Э.Р.	320
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРА ДЫХАНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ ПИКФЛОУМЕТР И СПИРОМЕТР.....	322
Юзиков Д.С.	322
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАДИОЛОКАЦИИ ...	324
Щеглов А.В.....	324
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ И КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСОВ ИОДИДА МЕДИ С 10- (ПАРАФТОРФЕНИЛ)ФЕНОКСАРСИНОМ - НОВОГО ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МАТЕРИАЛА СО СВЕЧЕНИЕМ В "ЗЕЛеноЙ" ОБЛАСТИ СПЕКТРА.....	326
Колоколова А. Д.	326
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	328
Гайнетдинов И.Р.....	328
РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВИЗОРА С СИНТЕЗИРУЕМЫМ ПОЛЕМ ЗРЕНИЯ ..	330
Миндубаев Б.И.	330

СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ	332
Валиуллин Ш.Р.....	332
РАЗРАБОТКА ТЕСТОВОГО СЕГМЕНТА СЕТИ СВЯЗИ СТАНДАРТА LTE НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ sRSRAN И ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI.....	334
Герасимов В.В.	334
ВЫБОР ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ.....	336
Загеров А.А.....	336
РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО АВАРИЙНОГО РАДИОМАЯКА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И МОРСКИХ АППАРАТОВ.....	338
Бирюков З.С.....	338
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА	340
Бельтюков С.В., Карандашов С.А.....	340
СТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЛАБОРАТОРНОЙ КЮВЕТЕ	342
Бобина Е.А., Дробышев С.В., Сафин Д.И., Шавалеев Д.И.	342
ПРИНЦИП РАБОТЫ ВИХРЕТОКОВОГО ТОЛЩИНОМЕРА	344
Шахтин К.А.	344
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ДЛЯ СИНХРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ	346
Нурлыбаев М.А.	346
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИК ДАТЧИКА MLX90640 В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ ВИДАМИ ИК ДАТЧИКОВ	348
Миндубаев Б.И.....	348
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ NFC И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ	350

Нистругин И.Д.....	350
СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ.....	352
Васильев К.Е.....	352
РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМОЙ	354
Юртунбаев Д.Р., Егоров Г.И.	354
ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ ВЫТЯЖНЫМ ШКАФОМ	356
Деманкин И.Д.....	356
ИНФРАКРАСНЫЙ ПОРТ	358
Хальметов Р.Р.....	358
ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНТИЛЕВЕРОВ АСМ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	360
Махмутов И.Р.....	360
РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО РЕЗОНАНСНОГО ПОЛУМОСТОВОГО ДРАЙВЕРА ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСНОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	362
Газизов И.Н., Игошин Я.Е.....	362
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МЕДНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ С УЧЕТОМ СКИН-ЭФФЕКТА	364
Шафигуллин И.Д.....	364
ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ.....	366
Султанов Д. Э.....	366
УЛУЧШЕНИЕ ПАТЕНТА НА КОМПЛЕКСНУЮ СИСТЕМУ ОПОВЕЩЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ, ОСВЕЩЕНИЯ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ И ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, А ТАКЖЕ ОРГАНИЗАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ЛЮДЕЙ ПРИ ЭВАКУАЦИИ	368
Гимадиев А.И.	368
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНТЕННЫ КАССЕГРЕНА НА ЧАСТОТУ 118 ГГЦ С ПРЕДЕЛЬНО ДОСТИЖИМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	370

Воробьев И.А.	370
РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА ЯМР РЕЛАКСОМЕТРА	372
Разихин Р.А.	372
НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СНА НА ОСНОВЕ РАДАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	374
Спиридонов А.И.	374
МОНОИМПУЛЬСНЫЙ РАДИОЛОКАТОР	376
Муллахметова Л.Л.	376
РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА РЕГИСТРАЦИИ ЯМР СИГНАЛА С РЕГУЛИРОВКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАЗЦА	378
Мухтаров К.А.	378
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДВУХ НАНОМЕТРОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	380
Курков А.Л.	380
КОНТРОЛЬ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЕДЕНИЯ ЦЕЛИ	382
Гарифуллов М.Р.	382
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАТЧИК ПАРКОВКИ	384
Акбиров И.И.	384
СЕНСОРНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ ТРОСТЬ С ТАКТИЛЬНОЙ НАВИГАЦИЕЙ	386
Ялуков Д.Д.	386
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ	388
Русских Д.С.	388
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ МЕЖДУ СПУТНИКОМ “КА1-2” И ЗЕМНОЙ СТАНЦИЕЙ	390
Акчурин Э.Р., Матвеев В.И.	390

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АНАЛОГОВОЙ ГИТАРНОЙ ПЕДАЛИ С ЭФФЕКТОМ «FUZZ».....	392
Гумаров Е.Р.	392
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ.....	394
Липинский Л.А.	394
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАКТА РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА С СУММИРОВАНИЕМ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ УСИЛИТЕЛЕЙ	396
Хадиев Г.Р. ² , Раупов Р.Р. ¹	396
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ПУЛЬТА ДЛЯ АНАЛОГОВЫХ ГИТАРНЫХ ПЕДАЛЕЙ.....	398
Фазылов Р.Р.	398
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АУДИО ЭФФЕКТОВ В САПР MULTISIM	400
Есин В.С.....	400
ИЗМЕРЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ВОДНОГО РАСТВОРА С ПОМОЩЬЮ РН МЕТРА.....	402
Злобин М.А.	402
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	404
Енилиев Р.Р.....	404
УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	406
Нестеров И.А.	406
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА.....	408
Шафигуллин Ин.Д.....	408
РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	410
Игошин Я.Е.....	410

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ УСЛОВИЙ ОСНОВНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЯМР РЕЛАКСОМЕТРА	412
Пименов Н.С.	412
ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ УПРАВЛЯЕМЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ	414
Мамин Р.Г.	414
ЦИФРОВОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО	416
Кучумов Д.М.	416
НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ	418
Кузнецова Е. П.	418
ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ РОБОТА	420
Земелёв Я. А.	420
МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ	422
Мавлеев А.И.	422
КОНТРОЛЬНО - ПРОВЕРОЧНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	424
Щеглов А.В.	424
ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН МНОГОКАНАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА С РАДИОФОТОННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗОЙ	426
Денисов А.Е.	426
ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО КАК ДИСКРЕТНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ	428
Ананьев Д.В.	428
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	430
Калашников Д.С.	430
МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ	432

Валиев А.Р.	432
ТЕСТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ СПРОТТА	434
Сивинцева О.А. ¹ , Раупов Р.Р. ²	434
ОБЗОР КОМБИНИРОВАННЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ	436
Артемьева А.А.	436
АГЛОМЕРАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ	438
Бобина Е.А., Куклин В.А., Карандашов С.А., Файзуллин К.В.....	438
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЛЯТОРОВ ДЛЯ СВЧ - КОММУТАТОРОВ	440
Бикчангаев А.А.	440
ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ	442
Загидуллин А.Р.	442
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МОНОУСИЛИТЕЛЯ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ НА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМПАХ	444
Тихонов К.А., Гумаров Е.Р., Фазылов Р.Р.	444
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИПОЯ ДЛЯ ПАЙКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ.....	446
Подпругина Н.Ю.	446
РЕАЛИЗАЦИЯ ШИМ СИГНАЛА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ МК32 АМУР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ КВАДРОКОПТЕРА.....	448
Фахрутдинов Т.Н.	448
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТА КРЕМНИЙ - АЛЮМИНИЙ	450
Хасянов И.Р.	450
РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ	452
Загидуллин А.Р.	452

РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОГО РИТМ-А-КОНА НА ОСНОВЕ МНОГОЗОННОГО ЛАЗЕРНОГО ДАТЧИКА ДАЛЬНОСТИ	454
Чернова П.А.....	454
ПРИМЕНЕНИЕ НАВЫКА ДОМОВЕНОК КУЗЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ БЫТОВЫХ ЗАДАЧ	456
Габдрафиков В.И.....	456
РАЗРАБОТКА ИНДУКТИВНОГО ДАТЧИКА В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ.....	458
Гараев Б.И.....	458
ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ.....	460
Байкова Л.В.	460
ВИДЫ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ДАТЧИКОВ И ИХ ПРИНЦИП РАБОТЫ	462
Павленко Л.А.....	462
ИЗУЧЕНИЕ ТРИБОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЁНОК ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ	464
Каримуллин Т.М.	464
ПАНЕЛИЗАЦИЯ (МУЛЬТИПЛИЦИРОВАНИЕ) ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	466
Ахмеров А.Р.	466
СИСТЕМА АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ, ОСНОВАННЫЙ НА АНАЛИЗЕ СПЕКТРА СОБСТВЕННЫХ ЕЕ КОЛЕБАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....	468
Тепляков А.А.....	468
СРАВНЕНИЕ ДРАЙВЕРОВ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В FDM 3D-ПРИНТЕРАХ	470
Хамитов Д.А.	470
ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.....	472
Игошин Д.А.	472

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК	474
Бельтюков С.В., Карандашов С.А.	474
КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ В ПЕРЕДАТЧИКАХ С ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ	476
Латыпов А.И.	476
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ LM317T	478
Вельгас И.А.	478
ПРИНЦИП МОДУЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ	480
Исхаков А. Т.	480
СТЕНД ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ	482
Михайлова А.М.	482
КОНТРОЛЬ ЗА СЛЕЖЕНИЕМ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ	484
Кальметов Т.В.	484
МЕТОДЫ УСТАНОВКИ КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ	486
Федотов П.С.	486
ВЫБОР СПОСОБА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ДЛЯ СТЕНДА «МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ»	488
Иванов Н.В.	488
ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	490
Ахметгараева К.Р.	490
УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПЕРЕБОЙНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ БПЛА	492
Еграшин Н.А.	492

НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СНА НА ОСНОВЕ РАДАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	494
Попов А.А.	494
ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО СОГЛАСОВАННОГО ФИЛЬТРА.....	496
Матюшкин Д.Г.	496
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОКОНТРОЛЛЕРА LGT8F328p ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ СУММАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	498
Казбулатов А.Р.	498
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ И РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК.....	500
Иванов А. Е.	500
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ УЧАСТКА ЦЕХА ПО ПАЙКЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ	502
Туганова Д.Ю.	502
РАЗРАБОТКА НЕИНВАЗИВНОГО ГЛЮКОМЕТРА.....	504
Комар К.О.	504
РЕЗИСТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ-УСТРОЙСТВ.....	506
Соколов Р.Э.	506
СВЧ ДЕЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ	508
Ковалев В.К.	508
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МИКРОПОЛОСКОВЫЙ СПЛИТТЕР.....	510
Хабибрахманов Р.Р.	510
РАСЧЕТ ПОЛОСКОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗИСТИВНЫХ МИКРОСХЕМ.....	512
Юсупов И.В.	512
ВИХРЕТОКОВЫЙ ТОЛЩИНОМЕР	514
Камалетдинов И.З.	514

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ	516
Смолин А.Ю., Яруллин Р.Р.	516
ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИПЛЕКСЕРОВ И МУЛЬТИПЛЕКСЕРОВ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE.....	518
Образцова Д.В.	518
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ	520
Романчева Т.А.	520
СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКТОКОПТЕРОВ	522
Сафарова В.В.....	522
ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ.....	524
Ломаева Е.К.....	524
РОЛЬ LORA ТЕХНОЛОГИИ В ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ЖИВОТНЫХ НА ФЕРМАХ	526
Савинова А.А.....	526
РОБОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС.....	528
Будрецов Е.С.	528
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ОСВОЕНИИ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	530
Саяхов Р.И.	530
ОЦЕНКА ДИАПАЗОНА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ВЫСОТОМЕРА ВО ВРЕМЕНИ	532
Савенко М.А. ² , Фролов И.Н. ¹	532
ИННОВАЦИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ПРИМЕНЕНИЕ GPS-ТРЕКИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	534
Савинова А.А.....	534
КОНТРОЛЬ ЗА СЛЕЖЕНИЕМ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АКТИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ	536

Яппаров И.А.	536
СИСТЕМА ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КАЧЕСТВА ВЫРАЩИВАНИЯ УРОЖАЯ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ	538
Тогузова Л.С.	538
РАЗРАБОТКА УМНОГО СТЕТОСКОПА, С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДИАГНОСТИКИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	540
Мирханова А.Н.	540
СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА ПО ТЕМПЕРАТУРНЫМ ПОЛЯМ УДАЛЕННОГО ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ	542
Гурдин Д.А.	542
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ	544
Комар К.О.	544
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ.	546
Никишина Г.В., Суворов М.Э.	546
СТЕНД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МАЛОРАЗМЕРНОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ВЫСОТОМЕРА	548
Савенко М.А., Логинов С.С.	548
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ЧАСТИ БЕЗМАСОЧНОГО ЛИТОГРАФА НА ОСНОВЕ DLP МАТРИЦЫ.....	550
Наумов О.А.	550
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	552
Марков С.А.	552
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ КВАНТОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ.....	554
Шахбанов Р.М.	554
УСИЛИТЕЛЬНЫЙ МИКРОФОН С БЛОКОМ ПИТАНИЯ	556
Дыганов А.В.	556

РАЗЛИЧИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИНОСТРАННЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЛАТ	558
Нишонов Р.Э.....	558
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НЕСУЩИХ ВИНТОВ ВЕРТОЛЕТА	560
Блинов А.А.	560
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	562
Нахалов Е.П.	562
МОДУЛИ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	564
Гасанов А.А.	564
УСТАНОВКА ДЛЯ ПАЙКИ ДВОЙНОЙ ВОЛНОЙ ПРИПОЯ НАСТОЛЬНОГО ТИПА ATF 13/25	566
Шагвалиев Б.Р.	566
ВОЛОКОННАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	568
Камолов А.А.	568
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ КОНТРОЛЯ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	570
Федоров А.Г.....	570
РАЗРАБОТКА РАДИОМОДУЛЯ НА МИКРОСХЕМЕ SI4463	572
Насыров А.Д.	572
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОДЗАТВОРНОГО ДИЭЛЕКТРИКА НА БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ТРАНЗИСТОРА.....	574
Гильфанов Б.Р.	574
ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА АМОРФНОГО КРЕМНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОНВЕРСИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	576
Ковальчук В.И.	576

5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ 578

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА С КЛАССИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ПЕРЕДАЧ	578
Богданова Е.И.	578
ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ НА Si3N4	580
Болдышева В. К.	580
ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	582
Сенюшин А.А. ² , Вишнякова И.В. ¹ , Малашин Ф.Ф. ¹ , Семёнов В.Е. ¹	582
ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ	584
Сенюшин А.А. ¹ , Серегин В.Д. ² Вишнякова И.В. ²	584
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТА LONGESTRUN	586
Гарафутдинов А.А. ¹ , Сибгатуллин М.Э. ^{1,2} , Арсланов Н.М. ¹	586
МОДИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИМЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ	588
Ермишев О.А., Смирнов М.А., Арсланов Н.М.	588
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДЕТЕКТОР ОДИНОЧНЫХ ФОТОНОВ НА ОСНОВЕ ЛАВИННОГО ФОТОДИОДА	590
Замалиев Р.Р.	590
РАЗВИТИЕ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ И КОММУНИКАЦИЙ	592
Ишмиев Н.И.	592
КВАНТОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ	594
Лотфоллахи Т.Л.	594

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ВЫРАВНИВАНИЯ МАСШТАБОВ НЕПРЕРЫВНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕСТА NIST LONGEST RUN	596
Мавков Д.А. ¹ , Сибгатуллин М.Э. ^{1,2} , Гилязов Л.Р. ¹ , Арсланов Н.М. ¹	596
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ФОТОННЫХ КУБИТОВ, ЗАКОДИРОВАННЫХ НА ПОДНЕСУЩИХ ЧАСТОТАХ В НЕОРТОГОНАЛЬНЫХ БАЗИСАХ	598
Мельник К.С., Гилязов Л.Р., Моисеев Е.С., Моисеев С.А.	598
ОБРАБОТКА ЧИПА С ВОЛНОВОДАМИ АЛМАЗНОЙ ПАСТОЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ	600
Павлов А.В., Герасимов К.И.	600
ИСТОЧНИК ФОТОННЫХ ПАР НА ОСНОВЕ ФОТОННО- КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА С НЕПРЕРЫВНОЙ НАКАЧКОЙ	602
Хайруллин А.Ф., Смирнов М.А., Смирнова А.М.	602
РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИГНАЛОВ В КВАНТОВЫХ КАНАЛАХ	604
Хузиев Р.М.	604
СРАВНЕНИЕ ПСЕВДОСПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА СИГНАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ..	606
Шатунова А.И.	606

6. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ608

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗООБРАЗНОМ МЕТАНЕ В УСЛОВИЯХ ЕГО ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ	608
Абдуллин М.Р., Пронин К.А., Жиликова А.Е.	608
РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК ПОВЫШЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО И АЭРОКОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ	610
Абдуллин М.Р. ¹ , Яновская М.Л. ²	610

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ МАЛЫХ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	612
Акчурин Э.Р.....	612
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ НАЧАЛА НАСЫЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ В СРЕДЕ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГОРЮЧЕГО	614
Жилякова А.Е., Пронин К.А., Кореев Е.П.	614
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ	616
Закиров А.Ф., Салахов Р.Р.....	616
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СИСТЕМАХ ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГОРЮЧИХ.....	619
Калмыков Ф.В.	619
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПРИБОРА ЗАМЕРА И КОНТРОЛЯ ГРАВИТАЦИИ.....	621
Кореев Е.П., Алексенко И.В., Иванов А.А.....	621
ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	623
Митров А.А.	623
ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ ПРОГРАМНЫХ ОБЕСПЕЧЕНИЙ ДЛЯ 3D – МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЁТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТ.....	625
Тогузова Л.С.....	625
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ.....	627
Фаррахов А.Б., Гадельшин Т.Э., Баданов Н.С.	627
КОСМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ: ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	629
Хамидуллин Б.Р.....	629

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ТЕПЛОВЫЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТОПЛИВНЫХ И МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРАХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО, АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ.....	631
Юсупов А.А., Львов М.В., Алексенко И.В.	631
РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАВАЕМОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ФОРМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ В ЖИДКОМ УГЛЕВОДОРОДНОМ ГОРЮЧЕМ	633
Юсупов А.А., Львов М.В., Иванов А.А.....	633

7. ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ 635

ИННОВАЦИОННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗЕ	635
Ашрапова Э.Р.	635
ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ.....	637
Ашрапова Э.Р.	637
ВОЗМОЖНОСТИ РУТНОН В РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКГ СИГНАЛОВ	639
Бариева А.Д.	639
ИНТЕГРАЦИЯ РУТНОН В АНАЛИЗ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ: ПУТЬ ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ.....	641
Бариева А.Д.	641
НЕОЛОГИЗМЫ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ	643
Валеева Р.Р.	643
ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕПОДАВАНИЯ.....	645
Валеева Р.Р.	645

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИЯ 5.0	647
Гайнуллина Д.Н., Данилаев Д.П.	647
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ	649
Гибадуллина Р.Ф.	649
ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ НАВЫК ПЕДАГОГА.....	651
Гибадуллина Р.Ф.	651
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ	653
Гончаренко В.Ю.	653
КАРЬЕРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ВЫПУСКНИКОВ	656
Ибагова М.Ш.	656
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ	659
Ибагова М.Ш.	659
ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА.....	661
Игнатъева В.А.	661
РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ.....	663
Игнатъева В.А.	663
ОПЫТ УЧАСТИЯ В РОССИЙСКОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ «СИРИУС. ЛЕТО»	665
Исаева С.А.	665
НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ	667
Колл И.Г.	667

УДАЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ, ВЫЗОВЫ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ	669
Коуров Р.А.	669
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ	671
Кушков Н.А., Черпак Е.А.	671
ИЗУЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КУЛЬТУР В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	673
Лапкина Е.С.	673
ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ФОРМЫ, МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ	675
Лапкина Е.С.	675
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМИ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ	677
Морозов А.Д., Черпак Е.А.	677
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ТРАДИЦИОННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	679
Москвичев Я.С.	679
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ИХ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ.....	681
Никишина Г.В.	681
ДИНАМИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ	683
Николаева Н.Н. ¹ , Ильина С.А. ¹ , Сырова И.Н. ² , Шамгунова Г.М. ² , Касатова Л.В. ² , Пичугина М.В. ¹	683
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ	685
Павлов Ф.А.	685
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ	687
Павлов Ф.А.	687

ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ И СПЕЦИАЛЬНОЕ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВУЗЕ	689
Прохоров И.А.	689
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА	691
Прохоров И.А.	691
ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПЕРВОКУРСНИКОВ К ВУЗОВСКОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ.....	693
Рябцун А.Е.	693
СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ.....	695
Рябцун А.Е.	695
К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	697
Токмаков С.Д.	697
ПРОБЛЕМЫ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	699
Токмаков С.Д.	699
ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНГЛИЙСКОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКЕ	701
Урманова Л.Э.	701
ИЗМЕНЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕ СТРЕССА.....	703
Утеев В.Д., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.	703
ИЗМЕНЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ	705
Хайрутдинова Е.Е., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.	705

DEVELOPMENT OF STUDENTS' PERSONALITY ON THE BASIS OF MASTERING THE CULTURE OF RESEARCH AS A UNIVERSAL MEANS OF MASTERING REALITY	707
Fomin N.S.	707
RADIO ENGINEERING STUDENTS' SATISFACTION WITH A CONTENT OF FOREIGN LANGUAGE TRAINING	709
Golovin K.A.	709
EDUCATIONAL OUTCOMES IN EDUCATION	711
Ishkineev A.I.	711
ORGANIZATION OF STUDENTS' RESEARCH ACTIVITIES AS A PROFESSIONAL SKILL OF A TEACHER	713
Ishkineev A.I.	713
THE BASIC MOTIVES FOR CHOOSING A PROFESSION BY RADIO ENGINEERING STUDENTS	715
Izheleev R.N.	715
MODERN TECHNOLOGIES FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO STUDENTS WITH DISABILITIES	717
Khamidova N.N., Raskhodova I.A.	717
THE DEVELOPMENT OF LISTENING SKILLS IN PROFESSIONAL CONTEXT AT TECHNICAL UNIVERSITY	719
Lameko A.V.	719
PROBLEMS AND DIFFICULTIES IN PREPARING PRESENTATIONS IN ENGLISH BY MASTER'S STUDENTS	721
Mezentseva E.A.	721
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION.....	723
Saldaeva P.A.	723
TEACHING STRUCTURAL METHODOLOGY AS AN ELEMENTARY UNIT OF OCCASIONALISMS IN LINGUISTICS	725
Saliyeva Sh.S., Raskhodova I.A.	725
A TEACHER AS AN ASSISTANT AND A MENTOR FOR A STUDENT	727

Sharkhymullin Z.I.	727
MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING	729
Sharkhymullin Z.I.	729
THE MOTIVES OF STUDYING ENGLISH BY TECHNICAL STUDENTS	731
Yersayinov Y.Y.	731
ADAPTING ASSESSMENT METHODS TO DIFFERENT LEARNING FORMATS: DEVELOPING FLEXIBLE EVALUATION METHODS	733
Zhdanov A.S.	733
STUDY ON THE INFLUENCE OF EDUCATION ON THE DEVELOPMENT OF RESEARCH THINKING IN STUDENTS: METHODS, RESULTS, AND PERSPECTIVES	735
Zhdanov A.S.	735
8. СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: ПРИЛОЖЕНИЯ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	737
РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ СПОРТЕ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	737
Абдуллаев М.А.	737
СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ	739
Быковский И.Р.	739
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ СО СТУДЕНТАМИ СПО, СТРАДАЮЩИМИ МИОПИЕЙ	741
Гатиева А.А.	741
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ТРИАТЛОНОМ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	743
Исаева С.А.	743
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКОВ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СПОРТСМЕНОВ	745
Кобызева А.А.	745

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА РЕГИСТРАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА КОНТРОЛЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ МАССОВЫХ СОРЕВНОВАНИЙ	747
Курбонов М.Б.	747
МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА КАК СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ МАССОВЫХ РАЗРЯДОВ	749
Курбонов М.Б.	749
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНОЙ СКАКАЛКИ В ФИТНЕСЕ	751
Надыршин Р.И.	751
ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДИ СТУДЕНТОВ	753
Попцова М.А.	753
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ.....	755
Попцова М.А.	755
МИКРОВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ	757
Серезетдинов Р.А.	757
РАЗВИТИЕ СПОРТА В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ САНКЦИЙ: РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	759
Сибгатуллин И.Э.	759
ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ	761
Фадеева А.А.	761
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ БИОНИЧЕКОЙ РУКИ	763
Хакимзянова С.И., Гарафутдинов А.А.	763
РОССИЙСКИЙ БОКС В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ	765
Щукин А.А.	765

СМАРТ-КОЛЯСКА С ВСТРОЕННОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПАЦИЕНТА НА КОМБИНИРОВАННЫХ АВБС.....	767
Яббаров Р.А.	767
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СМАРТ-КОЛЯСКИ С ВСТРОЕННОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПАЦИЕНТА НА КОМБИНИРОВАННЫХ АВБС.....	769
Яббаров Р.А.	769
APPLICATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY IN SPORTS ENGINEERING TO CREATE SIMULATORS AND SIMULATIONS	771
Pichev D.A.....	771

9. МОЛОДЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ: ИТ-ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....773

КЛАССИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ТРАФИКА НА ОСНОВЕ DCI СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	773
Агеева Т.В.....	773
DCI АНАЛИЗ ДАННЫХ МОБИЛЬНОГО ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО «FALCON».....	775
Агеева Т.В.....	775
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV	777
Гайфуллин Н.М.	777
ОСНОВНЫЕ ШАГИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ БИОНИЧЕСКОЙ РУКИ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	779
Гарафутдинов А.А., Хакимзянова С.И.	779
ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЛАВ.....	781
Гатауллин Б.И.....	781

НЕЙРОСЕТИ В БЕСПИЛОТНЫХ ВОДНЫХ СУДАХ	783
Григорьева Д.Э.	783
ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ LLM (БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ).....	785
Зимин И.С.	785
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ СИГНАЛЛОВ ЧЕРЕЗ ЭЛЕКТРОЩИТ».....	787
Имамутдинов И.И.	787
ИССЛЕДОВАНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО КОДА СРЕДСТВАМИ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	789
Кашапов Т.И., Хаертдинов А.Х.	789
СИСТЕМА СБОРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА RASPBERRY PI	791
Курбангалеева А.М.	791
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ	793
Кутлаев А.Е.	793
РАЗНОВИДНОСТИ ПОЖАРНЫХ СИСТЕМ	795
Лукьянов Э.Р.	795
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ: СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ	797
Лукьянов Э.Р.	797
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА RC4	799
Макаров С.П.	799
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РСЛОС	801
Макаров С.П.	801
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДИСТАНЦИОННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ.....	803
Малов А.П.....	803

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	805
Мартынов А.М.	805
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО НАСТРОЙКЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЮ КАМЕР ВИДЕО НАБЛЮДЕНИЯ	807
Мартынов А.М.	807
РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА СИСТЕМЫ ВИДЕО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ	809
Мартынов А.М.	809
АКУСТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ.....	811
Матвеева К.А.	811
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ	813
Мурсалимов В.И.	813
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В МЕДИЦИНЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ	815
Нургатина К.Э.	815
ВЛИЯНИЕ ЗАКОНА ЯРОВОЙ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ	817
Репин Я.М.	817
АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ	820
Серебряков М.А.	820
ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ПАК «АИСТ».....	822
Серебряков М.А.	822
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФОТОННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ	824
Тихонов А.А.	824
ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОБРАБОТКЕ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ФИЗИЧЕСКОМ НОСИТЕЛЕ.....	826

Хаерова Э.И.	826
АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	828
Хайруллин Т.Ф.	828
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ БИОНИЧЕКОЙ РУКИ	830
Хакимзянова С.И., Гарафутдинов А.А.	830
IT-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ, ДИАГНОСТИКИ КОНТРОЛЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ	832
Шабоха С.Л.	832
ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ДНК	834
Шайдуллин Д.А.	834
ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ ДНК: РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ С ПЕРЕПОЛНЕНИЕМ ДАННЫХ	836
Шайдуллин Д.А.	836
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОКОНТАКНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ	838
Юсупов Б.З.	838
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОПАЖАРНЫХ ДЫМОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ	840
Юсупов Б.З.	840
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗ ПОРОГОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ	842
Юсупов Б.З.	842
THE USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN INFORMATION TRANSFER: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS	844
Pichev D.A.	844
ENHANCING PCB INTERCONNECTION TRACING EFFICIENCY USING AN ANT ALGORITHM	846

Vagapov A.A. 846