

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А. Н. Туполева-КАИ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИИД

С.А. Михайлов

Программа вступительного экзамена в аспирантуру  
по специальной дисциплине, соответствующей направленности (профилю)  
*01.04.08 «Физика плазмы»*

Казань 2017 г.

## **1. Общие положения**

Настоящая программа вступительного экзамена по специальной дисциплине, соответствующей направленности (профилю) программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – *01.04.08 Физика плазмы* составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) магистратуры.

Процедура приема вступительных экзаменов регламентирована Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 января 2017 г. № 13.

Результаты экзамена оцениваются по 100 (сто)-балльной системе.

Передача вступительных экзаменов не допускается.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 60 (шестьдесят) баллов.

## **2. Цели вступительных испытаний**

Выявление профессионального уровня знаний, приобретённых в процессе получения высшего образования, осознание основных аспектов будущей научной отрасли и выявление научного потенциала поступающего.

## **3. Требования к уровню подготовленности к профессиональной деятельности**

Кандидат на поступление в аспирантуру должен иметь диплом о высшем образовании (специалитет, магистратура) по выбранной, родственной или профильной специальности и должен подготовить реферат по выбранной отрасли или иметь опубликованные работы по отрасли.

## **4. Форма проведения вступительного экзамена**

Испытание осуществляется в устно-письменной форме по вопросам, перечень которых указан в данной программе.

Поступающему задаются 3 вопроса (2 из общей части, 1 из специальной части).

Продолжительность экзамена – 60 мин.

**5. Вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по направленности (профилю) 01.04.08 «Физика плазмы»:**

**ВОПРОСЫ ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЯ**

*Общая часть программы*

1. Понятие плазмы, квазинейтральность, микрополя, дебаевский радиус, идеальная и неидеальная плазма.
2. Условие термодинамического равновесия, термическая ионизация. Локальное термодинамическое равновесие.
3. Столкновения заряженных частиц, формула Резерфорда.
4. Столкновения электронов с атомами (упругие и неупругие), столкновения тяжелых частиц.
5. Удары второго рода. Эффективность ударов второго рода. Принцип детального равновесия.
6. Ионизация частиц в плазме. Формула Томсона.
7. Процессы рекомбинации, перезарядки и прилипания в плазме.
8. Движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Дрейфовое приближение, разновидности дрейфового движения.
9. Уравнения движения плазмы в магнитном поле, проникновение магнитного поля в плазму, "вмороженность" магнитного поля.
10. Основные типы колебаний и волн в плазме. Лэнгмюровские электронные и ионные колебания.
11. Элементарные радиационные процессы, интенсивность спектральных линий, сплошные спектры, вынужденное испускание.
12. Зондовые методы диагностики плазмы.
13. Оптические методы диагностики плазмы.
14. Проблемы диагностики анизотропной плазмы.
15. Основные виды разряда: тлеющий разряд, искра, электрическая дуга, ВЧ, СВЧ и оптический разряд, пучковые разряды.
16. Управляемый термоядерный синтез, магнитное удержание и нагрев плазмы в магнитных ловушках.

*Специальная часть программы*

1. Уравнения Больцмана и Власова, функция распределения электронов, интеграл столкновений, время максвеллизации и скорость выравнивания температур различных компонент плазмы.
2. Явления переноса в плазме, электропроводность, диффузия и теплопроводность частиц при наличии и отсутствии магнитного поля.
3. Неустойчивость плазмы, виды неустойчивости, перегреваемая и ионизационная неустойчивости.
4. Показатель преломления плазмы, пространственная и временная

дисперсия, фазовая и групповая скорости плазменных волн.

5. Возбуждение и затухание волн в плазме, черенковское излучение, затухание Ландау.

6. Раскачка плазменных колебаний пучками. Квазилинейное приближение.

7. Распространение электромагнитных волн в неоднородной плазме, геометрическая оптика, плазменный резонанс.

8. Основные нелинейные процессы взаимодействия волн, неустойчивость плазмы в сильном электромагнитном поле.

9. Пробег излучения, перенос излучения в среде, оптически прозрачная и непрозрачная плазма, лучистая теплопроводность.

10. Таунсендовский разряд.

11. Положительный столб тлеющего разряда.

12. Приэлектродные области тлеющего разряда.

13. Условия стационарности разряда.

14. Электрическая дуга.

15. Ударные волны в плазме, скачок уплотнения, релаксационный слой, излучение ударных волн.

16. Плазменные источники излучения.

17. Преобразование тепловой энергии в электрическую: МГД-преобразователи, термоэмиссионные преобразователи тепловой энергии в электрическую.

18. Приборы современной плазменной энергетики.

19. Методы диагностики химически активной плазмы.

20. Взаимодействие плазмы с поверхностью твердых тел. Плазменные нанотехнологии (травление, имплантация, упрочнение, нанесение покрытий и пр.).

21. Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме. Механизмы и кинетика осуществления плазмохимических реакций, роль заряженных и возбужденных частиц.

## ***6. Перечень литературы для подготовки к вступительному испытанию***

### **Основной**

1. Кудрявцев А.А., Смирнов А.С., Цендин Л.Д. Физика тлеющего разряда. М., СПб.: Лань, 2010.
2. Голант В.Е., Жилинский А.П., Сахаров И.Е. Основы физики плазмы. – СПб.: «Лань», 2011.

### **Дополнительный**

1. Даутов Г.Ю., Тимеркаев Б.А. Генераторы неравновесной газоразрядной плазмы. – Казань: «Фэн», 1996.
2. Вопросы теории плазмы: Серия сб. / Под ред. М.А. Леонтовича, Б.Б. Кадомцева. М.: Госатомиздат.
3. Химия плазмы: Серия сб. / Под ред. Б.М. Смирнова. М.: Энергоатомиздат.