|  |
| --- |
| **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  Описание: &Ncy;&acy;&tscy;&icy;&ocy;&ncy;&acy;&lcy;&softcy;&ncy;&ycy;&jcy; &icy;&scy;&scy;&lcy;&iecy;&dcy;&ocy;&vcy;&acy;&tcy;&iecy;&lcy;&softcy;&scy;&kcy;&icy;&jcy; &Tcy;&ocy;&mcy;&scy;&kcy;&icy;&jcy; &pcy;&ocy;&lcy;&icy;&tcy;&iecy;&khcy;&ncy;&icy;&chcy;&iecy;&scy;&kcy;&icy;&jcy; &ucy;&ncy;&icy;&vcy;&iecy;&rcy;&scy;&icy;&tcy;&iecy;&tcy;(&Tcy;&Pcy;&Ucy;)  федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  **«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  **ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»** |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор ИШЯТ  О.Ю. Долматов  « » 2018 г. |

Программа

вступительного испытания в аспирантуру

по направлению **03.06.01 Физика и астрономия**

по профилю **Физика плазмы**

Разработчики:

Руководитель профиля В.Ф. Мышкин

Томск 2018

**ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

Программа вступительного испытания по направлению 03.06.01 Физика и астрономия по профилю подготовки 01.04.08 «Физика плазмы» предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче вступительного испытания.

Целью проведения вступительных испытаний является оценка знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки в аспирантуре, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень практического и теоретического владения материалом вузовского курса по дисциплинам направления «Физика плазмы»: «Физика газового разряда и плазмы», «Плазмохимия», «Вакуумная техника», «Электротехника», «Физические методы анализа» или «Приборы и методы экспериментальных исследований».

**СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Вступительный экзамен проводится в форме компьютерного тестирования.

Тестирование длится 60 минут без перерывов. Отсчёт времени начинается с момента входа соискателя в тест. Инструктаж, предшествующий тестированию, не входит в указанное время. У каждого тестируемого имеется индивидуальный таймер отсчета. Организаторами предусмотрены стандартные черновики, использование любых других вспомогательных средств запрещено.

Тест состоит из 40 тестовых заданий базовой сложности разных типов: с выбором одного или нескольких верных ответов из 3-8 предложенных, на установление верной последовательности, соответствия, с кратким ответом.

Распределение заданий в тесте по содержанию представлено в Таблице 1.

**Таблица 1**

**Структура теста по специальности 01.04.08 Физика плазмы**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Объект профессиональной деятельности/ Модуль теста | Содержательный блок  (Контролируемая тема) | Кол-во заданий в билете | Максимальный балл за модуль | Весовой коэффициент | Итоговый балл за экзамен |
| 1 | Физика плазмы. Физика газового разряда | Элементарные процессы в плазме: передача энергии при парном взаимодействии, эффективные сечения взаимодействия, кулоновские столкновения | 2 | 8 | 2,5 | 100 |
| Идеальная и неидеальная плазма | 2 |
| Основные свойства плазмы: степень ионизации, квазинейтральность (дебаевский радиус), упругие столкновения, кулоновский логарифм | 2 |
| Электрический пробой газов. Типы газовых разрядов: тлеющий, дуговой, стримерный, искровой, коронный, ВЧ-, СВЧ-, лазерная плазма, разряды в электромагнитных полях | 2 |
| 2 | Физические основы плазменных технологий. Плазмохимия | Плазменная обработка порошковых материалов | 2 | 8 |
| Закалка продуктов плазменных процессов: виды, скорость, устройства | 2 |
| Синтез молекул в низкотемпературной плазме. Химическая кинетика. Скорость химической реакции в низкотемпературной плазме | 2 |
| Процесс формирования химически активной плазмы | 2 |
| 3 | Взаимодействие излучения и плазмы с веществом | Процессы взаимодействия химически активных частиц плазмы с плазмы с поверхностью | 2 | 8 |
| Основные понятия плазменного травления. Рабочие газы для плазменного травления | 2 |
| Распыление поверхности твердых тел под действием ионного пучка | 2 |
| Поверхность как источник примесей | 2 |
| 4 | Генераторы плазмы. Вакуумное оборудование плазменных систем | ВЧ-плазмотроны атмосферного давления: индуктивного и емкостного типов | 2 | 8 |
| Дуговые плазмотроны атмосферного давления. Вакуумные дуговые генераторы плазмы | 2 |
| Генераторы плазмы на базе магнетронных распылительных систем | 2 |
| Процесс катодного распыления | 2 |
| 5 | Диагностика плазмы | Зондовая диагностика плазмы: концентрация и температура частиц; пределы применимости зондовых измерений; конструкция зондов; возмущения, вносимые зондом в плазму | 2 | 8 |
| Спектральная диагностика плазмы: измерение концентрации возбужденных атомов; особенности плазмы электрических разрядов для её диагностики | 2 |
| СВЧ-диагностика плазмы | 2 |
| Лазерная диагностика плазмы по: томсоновскому рассеянию (концентрация электронов), рэлеевскому рассеянию (размеров дисперсных частиц) | 2 |
| ВСЕГО | | | 40 | 40 |  |  |

**СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ**

1. Арцимович Л., Сагдеев Р. Физика плазмы для физиков. - Москва: Ленанд, 2018. - 320с.
2. **Цытович, Вадим Николаевич**. Нелинейные эффекты в плазме / В. Н. Цытович. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ЛЕНАНД, 2014. — 287 с. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9710-0861-3
3. **Котельников, Игорь Александрович**. Лекции по физике плазмы: учебное пособие / И. А. Котельников. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 384 с.: ил. — Библиогр.: с. 373-381. — ISBN 978-5-9963-1158-3
4. Tichy, Milan. Plasma diagnostic by probes [Electronic resource] / M. Tichy, V. F. Myshkin; Tomsk Polytechnic University. — 1 computer file (pdf; 2.9 MB). — Tomsk: TPU Publishing House, 2015. — Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m321.pdf
5. Савинов, В. П.. Физика высокочастотного емкостного разряда [Электронный ресурс] / Савинов В. П.,. — Физматлит, 2013. — 308 с.
6. **Силин, Виктор Павлович**. Параметрическое воздействие излучения большой мощности на плазму / В. П. Силин. — 2-е изд. — Москва: Либроком, 2013. — 287 с.: ил. — Библиогр.: с. 275-287. — ISBN 978-5-397-03830-0
7. **Ефремов, Александр Михайлович**. Неравновесная плазма хлора: свойства и применение / А. М. Ефремов, В. И. Светцов. — Москва: Физматлит, 2013. — 216 с.: ил. — Фундаментальная и прикладная физика. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9221-1406-6
8. **Котельников, Игорь Александрович**. Лекции по физике плазмы: учебное пособие / И. А. Котельников. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 384 с.: ил. — Библиогр.: с. 373-381. — ISBN 978-5-9963-1158-3
9. Комплексная и пылевая плазма: из лаборатории в космос: пер. с англ. / под ред. В. Е. Фортова ; Г. Морфилла. — Москва: Физматлит, 2012. — 443 с.: ил. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 439-443. — ISBN 978-5-9221-1432-5
10. **Голант, В. Е**. Основы физики плазмы: учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2011. - 448 с.: ил. - Учебник для вузов. - Библиогр.: с. 435-438. - Предм. указатель: с. 439-445. - ISBN 978-5-8114-1198-6

**СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Фортов, Владимир Евгеньевич**. Физика неидеальной плазмы: учебное пособие / В. Е. Фортов, А. Г. Храпак, И. Т. Якубов. — 2-е изд., испр. — Москва: Физматлит, 2010. — 528 с.: ил. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-9221-1179-9
2. **Кудрявцев, Анатолий Анатольевич**. Физика тлеющего разряда: учебное пособие / А. А. Кудрявцев, А. С. Смирнов, Л. Д. Цендин. — СПб.: Лань, 2010. — 501 с.: ил. — Учебники для вузов. Специальная литература. — Библ. в конце глав. — ISBN 978-5-8114-1037-8
3. **Туманов, Юрий Николаевич**. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах / Ю. Н. Туманов. — Москва: Физматлит, 2010. — 968 с.: ил. — Библиогр. в конце глав. — ISBN 978-5-9221-1211-6
4. **Смирнов, Борис Михайлович**. Свойства газоразрядной плазмы / Б. М. Смирнов. — СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. — 363 с.: ил. — Предм. указатель: с. 360-362. — ISBN 978-5-7422-2564-5
5. Очкин, В. Н.. Спектроскопия низкотемпературной плазмы [Электронный ресурс] / Очкин В. Н.,. — 2-е изд., испр. и доп.. — Физматлит, 2010. — 592 с.
6. **Тимофеев, Александр Владимирович**. Резонансные явления в колебаниях плазмы: [монография] / А. В. Тимофеев. — Москва: Физматлит, 2009. — 296 с.: ил. — Библиогр.: с. 288-295. — ISBN 978-5-9221-1043-3
7. **Фортов, Владимир Евгеньевич**. Экстремальные состояния вещества : учебное пособие / В. Е. Фортов. — Москва: Физматлит, 2009. — 304 с.: ил. — Библиогр.: с. 279-303. - ISBN 978-5-9221-1104-1
8. **Жданов, Владимир Михайлович**. Процессы переноса в многокомпонентной плазме / В. М. Жданов. — Москва: Физматлит, 2009. - 280 с.: ил. — Фундаментальная и прикладная физика. — Библиогр.: с. 268-277. — ISBN 978-5-9221-1052-5
9. **Райзер, Юрий Петрович**. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 734 с.: ил. — Библиогр.: с. 725-734. — ISBN 978-5-91559-019-8
10. Котельников В.А., Ульданов С.В., Котельников М.В. Процессы переноса в пристеночных слоях плазмы. М.: Наука, 2004. -424 с.
11. Энциклопедия низкотемпературной плазмы Энциклопедическая серия. 1997-2000. Т.1-4. Под ред. В.Е. Фортова. М: "Наука Интерпериодика".
12. Фортов В.Е., Якубов И.Т. Неидеальная плазма. М.: Энергоатомиздат. 1994. – 528 с.
13. Алексеев Б.В., Котельников В.А. Зондовый метод диагностики плазмы. М.: Энергоатомиздат. 1988. – 238 с.
14. Русанов Д., Фридман А.А. Физика химически активной плазмы. М.: Наука. 1984. – 416 с.
15. Смирнов Б.М. Введение в физику плазмы. М: Наука, 1975. – 176 с.

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ**

Проверка правильности выполнения заданий всех частей производится автоматически по эталонам, хранящимся в системе тестирования.

**Таблица перевода итогового балла в литерную и традиционную оценку**

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Традиционная оценка | Используемая шкала  оценивания | Итоговый балл, баллы | |
| неудовлетворительно | F | 0 | 55 |
| удовлетворительно | E | 56 | 64 |
| D | 65 | 69 |
| хорошо | C | 70 | 79 |
| В | 80 | 89 |
| отлично | A | 90 | 100 |