

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Плазменные системы в нанотехнологии

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Галиакбаров А.Т. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), azatgaliakbarov@yandex.ru ; доцент, к.н. (доцент) Исрафилов Д.И. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DIIsrafilov@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ПК-6	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические)

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- современные естественнонаучные и прикладные задачи, методы и средства их решения в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и других видах профессиональной деятельности; технологии и средства обработки информации и оценки результатов применительно к решению профессиональных задач.
- принципы прогнозирования последствий принимаемых решений;

Должен уметь:

- проводить анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований;
- находить нестандартные решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации объектов.
- оценивать экономической эффективности технологических процессов, инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий;

Должен владеть:

- способами создания математических моделей объектов профессиональной деятельности;
- современными измерительными и компьютерными системами и технологиями, навыками оформления, представления и защиты результатов решения профессиональных задач на русском и иностранном языках
- способами разработки и анализа обобщенных вариантов решения проблемы;
- способами для адаптации современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, осуществление технического контроля и управления качеством;
- навыком анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований
- навыком оценки производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества продукции, проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий;
- навыком по разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.14 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2, 3 курсах в 2, 3, 4, 5 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 19 зачетных(ые) единиц(ы) на 684 часа(ов).

Контактная работа - 194 часа(ов), в том числе лекции - 88 часа(ов), практические занятия - 70 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 382 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; экзамен в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса	2	5	5	0	30
2.	Тема 2. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами.	2	5	5	0	30
3.	Тема 3. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами	2	6	6	0	16
4.	Тема 4. Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц	3	6	3	3	15
5.	Тема 5. Механизм образования заряженных частиц в газе	3	6	3	3	15
6.	Тема 6. Электронная эмиссия в твердых телах	3	6	3	3	15
7.	Тема 7. Взаимодействие плазмы с электрическими полями	3	6	3	3	15
8.	Тема 8. Взаимодействие плазмы с электромагнитным излучением	3	6	3	3	15
9.	Тема 9. Взаимодействие плазмы со светом	3	6	3	3	15
10.	Тема 10. Уравнения для электронов в плазме	4	3	3	3	15
11.	Тема 11. Зондовые исследования плазмы	4	3	3	3	15
12.	Тема 12. Разряды в газах	4	3	3	3	15
13.	Тема 13. Стабильный тлеющий разряд	4	3	3	3	15
14.	Тема 14. Неустойчивости тлеющего разряда	4	6	6	6	30
15.	Тема 15. Дуговые разряды.	5	3	3	0	21
16.	Тема 16. Генерация равновесной плазмы в разрядах	5	3	3	0	21
17.	Тема 17. Искровой разряд	5	3	3	0	21
18.	Тема 18. Коронный разряд	5	3	3	0	21
19.	Тема 19. Высокочастотный разряд	5	3	3	0	21
20.	Тема 20. Разряды в СО 2 лазерах	5	3	3	0	21
	Итого		88	70	36	382

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса**

Введение. Применение плазмы в нанотехнологиях. Понятие низкотемпературной плазмы. Что изучает физика газового разряда. Типичные разряды в постоянном электрическом поле. Классификация разрядных процессов (самостоятельные и несамостоятельные разряды в газах). Коротко об истории исследования разрядов. Дуговые разряды.

**Тема 2. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами.**

Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами

и друг с другом. Сечения рассеяния электронов нейтральными атомами и молекулами. Потери импульса и энергии электронов. Упругое рассеяние по классической механике. Обмен импульсом и энергией в общем случае упругого столкновения ионов с нейтральными частицами. Кулоновские столкновения заряженных частиц. Экранирование зарядов в плазме и дебаевский радиус.

**Тема 3. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами**

Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами. Ионизация атомов и молекул в газе (полная и частичная). Потенциал ионизации. Возбуждение и дезактивация электронных состояний. Возбуждение молекулярных колебаний. Возбуждение вращений молекул. Диссоциация молекул. Замечания о возбуждении и ионизации ионами.

**Тема 4. Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц**

Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц в постоянном поле. Дрейф электронов в слабоионизованном газе. Проводимость ионизованного газа. Энергия электронов. Диффузия электронов. Ионы. Амбиполярная диффузия. Протекание электрического тока в плазме в присутствии продольных градиентов плотности зарядов. Гидродинамическое описание электронов. Движение зарядов в газе в присутствии магнитного поля.

**Тема 5. Механизм образования заряженных частиц в газе**

Различные механизмы и их роль в условиях газового разряда. Ионизация электронным ударом в электрическом поле. Фотоионизация. Ионизация при столкновении возбужденного атома с атомом или молекулой. Термодинамически равновесная плотность электронов. Рекомбинация электронов и положительных ионов. Образование молекулярных ионов в атомарных газах. Прилипание электронов к атомам и молекулам. Освобождение электронов из отрицательных ионов. Рекомбинация положительных и отрицательных ионов. Диффузионные потери зарядов.

**Тема 6. Электронная эмиссия в твердых телах**

Испускание электронов твердыми телами. Электроны проводимости в металле. Термоэлектронная эмиссия. Эмиссия электронов под действием частиц. Эффективный коэффициент вторичной эмиссии в разряде. Вырывание электронов из тела сильным электрическим полем. Элементарный ток в цепи, содержащей разрядный промежуток.

**Тема 7. Взаимодействие плазмы с электрическими полями**

Взаимодействие электронов ионизованного газа с переменными электрическими полями и электромагнитными излучениями. Колебания электронов в осциллирующем поле. Энергия электронов. Основные уравнения электродинамики сплошных сред. Уравнения Максвелла.

Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы.

**Тема 8. Взаимодействие плазмы с электромагнитным излучением**

Распространение электромагнитных волн в плазме. Полное отражение электромагнитной волны от плазмы. Плазменные колебания и волны. Обмен квантами между полем излучения и свободными электронами в газе. Полуклассический способ нахождения квантовых коэффициентов. Фактические границы применимости классического подхода к эффектам взаимодействия.

**Тема 9. Взаимодействие плазмы со светом**

Излучение и поглощение света плазмой. Тормозное излучение при столкновениях электронов с ионами. Рекомбинационное излучение. Полное испускание в непрерывном спектре.

Поглощение в непрерывном спектре. Излучение спектральных линий. Селективное поглощение. Молекулярные спектры. Перенос излучения, выход его из плазменного объема, радиационные потери.

**Тема 10. Уравнения для электронов в плазме**

Описание электронных процессов при помощи функции распределения по скоростям. Формулировка кинетического уравнения. Уравнение для энергетического спектра электронов. Критерии справедливости уравнения для спектра. Стационарный спектр электронов в поле при действии упругих потерь и влияние неупругих. Квантовое уравнение для электронного спектра.

**Тема 11. Зондовые исследования плазмы**

Вольт-амперная характеристика одиночного зонда. Теоретические основы диагностики разреженной плазмы по электронному току. Техника измерения функции распределения. Ионный ток на зонд в разреженной плазме. Ток в вакуумной диоде и слой пространственного заряда около заряженного тела. Двойной зонд. Зонд в плазме повышенного давления.

**Тема 12. Разряды в газах**

Пробой газов в полях различных частотных диапазонов. Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном однородном поле при не слишком больших произведениях давления на длину промежутка. Вычисление частот ионизации и порогов пробоя на основе кинетического уравнения. Оптический пробой. Способы возбуждения высокочастотного поля в разрядном объеме. Пробой в полях высокочастотного и низкочастотного диапазонов.

### **Тема 13. Стабильный тлеющий разряд**

Общая структура и внешний вид. Вольт-амперная характеристика разряда между электродами. Темный разряд и роль пространственных зарядов в образовании катодного слоя. Катодный слой. Области отрицательного свечения и темного фарадеева пространства. Положительный столб. Влияние нагрева газа на поле и ВАХ положительного столба. Плазма электроотрицательных газов. Разряд в быстром потоке газа. Анодный слой.

### **Тема 14. Неустойчивости тлеющего разряда**

Дестабилизирующие факторы. Квазистационарные параметры неустойчивости. Возмущения поля и электронной температуры в условиях ее квазистационарности. Ионизационно-перегревная неустойчивость. Прилипательная неустойчивость. Некоторые другие часто действующие дестабилизирующие факторы. Страты. Контракция положительного столба.

### **Тема 15. Дуговые разряды.**

Дуговые разряды. Виды дуг. Зажигание дуги. Угольная дуга в свободном воздухе. Прикатодные процессы в дуге с горячим катодом. Катодные пятна и вакуумная дуга. Анодная область. Дуга низкого давления с искусственным накалом катода. Температура плазмы и ВАХ столба дуги высокого давления. Отрыв электронной и газовой температур в равновесной

плазме.

### **Тема 16. Генерация равновесной плазмы в разрядах**

Введение. Баланс энергии плазмы. Уравнение баланса энергии. Высокочастотный индукционный разряд. Сверхвысокочастотные разряды. Непрерывный оптический разряд. Непрерывный оптический разряд. Индукционный нагрев материалов. Генераторы плотной низкотемпературной плазмы. Некоторые общие черты равновесных разрядов в потоке газа.

### **Тема 17. Искровой разряд**

Искровой разряд. Общие представления. Одиночная электронная лавина. Понятие о стримере.

Пробой в электроотрицательных газах (воздухе) в недлинных промежутках с однородным полем. Искровой канал. Стримерный процесс. Пробой длинных воздушных промежутков с сильно неоднородным полем. Лидерный процесс; положительный лидер.

### **Тема 18. Коронный разряд**

Коронный разряд. Распределения поля в простейших случаях. Зажигание короны. Перенос тока за пределами области размножения и ВАХ. Потери на корону в высоковольтных линиях.

Прерывистая корона. Нестационарная корона в естественных условиях. Корона и пробой газа постоянным полем в сферическом и цилиндрическом промежутках.

### **Тема 19. Высокочастотный разряд**

Дрейфовые качания электронного газа. Идеализированная модель протекания быстропеременного тока. ВАХ однородного положительного столба. Электрические процессы в непроводящем приэлектродном слое и механизм замыкания тока. Постоянный положительный потенциал плазмы слаботокового разряда. Сильноточный режим. Структура разряда среднего давления по результатам численного моделирования.

### **Тема 20. Разряды в СО<sub>2</sub> лазерах**

Принцип работы электроразрядного лазера на СО<sub>2</sub>. Два типа лазеров, различающихся способом теплоотвода. Способы борьбы с неустойчивостями. Пути организации разряда в больших объемах с протоком газа. Разряд переменного тока. Самостоятельный высокочастотный емкостный разряд. Принцип работы магнетогидродинамического генератора.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)



Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Презентация	ПК-6	1. Введение. Предмет и задачи курса
2	Письменная работа	ПК-6	2. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами.
3	Письменная работа	ПК-6	3. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами
	<b>Зачет</b>	ОК-7, ПК-6	
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-6	4. Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц
2	Письменная работа	ПК-6	5. Механизм образования заряженных частиц в газе
3	Письменная работа	ПК-6	6. Электронная эмиссия в твердых телах
4	Письменная работа	ПК-6	7. Взаимодействие плазмы с электрическими полями
5	Письменная работа	ПК-6	8. Взаимодействие плазмы с электромагнитным излучением
6	Письменная работа	ПК-6	9. Взаимодействие плазмы со светом
	<b>Экзамен</b>	ОК-7, ПК-6	
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-6	10. Уравнения для электронов в плазме
2	Лабораторные работы	ПК-6	11. Зондовые исследования плазмы
3	Письменная работа	ПК-6	12. Разряды в газах
4	Лабораторные работы	ПК-6	13. Стабильный тлеющий разряд
5	Письменная работа	ПК-6	14. Неустойчивости тлеющего разряда
	<b>Экзамен</b>	ОК-7, ПК-6	
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-6	15. Дуговые разряды.
2	Письменная работа	ПК-6	16. Генерация равновесной плазмы в разрядах
3	Письменная работа	ПК-6	17. Искровой разряд

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
4	Письменная работа	ПК-6	18. Коронный разряд
5	Письменная работа	ПК-6	19. Высокочастотный разряд
6	Курсовая работа по дисциплине	ПК-6	20. Разряды в СО 2 лазерах
	<b>Экзамен</b>	ОК-7, ПК-6	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2 3
			<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 3</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
					4
					5
					6
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					3
					5

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2 4
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
					4
					5

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	6
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Семестр 2

#### Текущий контроль

##### 1. Презентация

Тема 1

Презентация по темам:

1. Применение плазмы в нанотехнологиях.
2. Понятие низкотемпературной плазмы.
3. Что изучает физика газового разряда.

4. Типичные разряды в постоянном электрическом поле.
5. Классификация разрядных процессов (самостоятельные и несамостоятельные разряды в газах).
6. История исследования разрядов.
7. Дуговые разряды.
8. Искровые разряды.
9. Применение плазмы в наноинженерии

## **2. Письменная работа**

### Тема 2

#### Темы:

1. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами и друг с другом
2. Основные понятия физики атомных столкновений и кинетической теории газов
3. Упругие и неупругие удары Эффективное сечение
4. Потери импульса и энергии электронов
5. Упругие потери энергии
6. Обмен импульсом и энергией в общем случае упругого рассеяния
7. Столкновения ионов с нейтральными частицами
8. Формула Резерфорда
9. Столкновения заряженных частиц
10. Обмен энергией и релаксация

## **3. Письменная работа**

### Тема 3

#### Темы:

1. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами
2. Формула Томсона
3. Ионизация возбужденных атомов
4. Ионизация ионов
5. Возбуждение молекулярных колебаний
6. Адиабатические и резкие удары
7. Квантовая трактовка
8. Возбуждение через захват
9. Возбуждение вращений молекул
10. Диссоциация молекул
11. Замечания о возбуждении и ионизации ионами

## **Зачет**

### Вопросы к зачету:

1. Введение. Применение плазмы в нанотехнологиях.
2. Понятие низкотемпературной плазмы.
3. Что изучает физика газового разряда.
4. Типичные разряды в постоянном электрическом поле.
5. Классификация разрядных процессов (самостоятельные и несамостоятельные разряды в газах).
6. Коротко об истории исследования разрядов. Дуговые разряды.
7. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами и друг с другом.
8. Сечения рассеяния электронов нейтральными атомами и молекулами.
9. Потери импульса и энергии электронов.
10. Упругое рассеяние по классической механике.
11. Обмен импульсом и энергией в общем случае упругого столкновения ионов с нейтральными частицами.
12. Кулоновские столкновения заряженных частиц.
13. Экранирование зарядов в плазме и дебаевский радиус.
14. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами.
15. Ионизация атомов и молекул в газе (полная и частичная). Потенциал ионизации.
16. Возбуждение и дезактивация электронных состояний.
17. Возбуждение молекулярных колебаний.
18. Возбуждение вращений молекул.
19. Диссоциация молекул.
20. Замечания о возбуждении и ионизации ионами.

## **Семестр 3**

### **Текущий контроль**

#### **1. Письменная работа**

### Тема 4

#### Темы:

1. Слабоионизованная плазма
2. Сильноионизованная плазма
3. Энергия электронов
4. Релаксация энергии; критерии постоянства и однородности поля
5. Ионы. Подвижность в несильных полях. Энергия ионов
6. Определение понятия ?плазмы?
7. Гидродинамическое описание электронов
8. Уравнения непрерывности и движения. Уравнение энергии
9. Плазма с током
10. Движение зарядов в газе в присутствии магнитного поля
11. Проводимость и ток Холла

## **2. Письменная работа**

Тема 5

Темы:

1. Образование и гибель заряженных частиц в газе
2. Различные механизмы и их роль в условиях газового разряда
3. Электрон-ионная рекомбинация
4. Электронная лавина
5. Фотоионизация
6. Фоторекомбинация
7. Диэлектронная рекомбинация
8. Диссоциативная рекомбинация
9. Фотоприлипание
10. Диссоциативное прилипание
11. Электронные удары
12. Характерная диффузионная длина

## **3. Письменная работа**

Тема 6

Темы:

1. Испускание электронов твердыми телами
2. Электроны проводимости в металле
3. Работа выхода
4. Термоэлектронная эмиссия
5. Ионно-электронная эмиссия
6. Фотоэлектронная эмиссия
7. Вторичная электронная эмиссия
8. Вырывание электронов из тела сильным электрическим полем
9. Автоэлектронная эмиссия
10. Термоавтоэлектронная эмиссия
11. Элементарный ток в цепи, содержащей разрядный промежуток

## **4. Письменная работа**

Тема 7

Темы:

1. Взаимодействие электронов ионизованного газа с переменными электрическими полями и электромагнитными излучениями
2. Энергия электронов
3. Основные уравнения электродинамики сплошных сред
4. Уравнения Максвелла
5. Токи смещения, поляризации, проводимости зарядов
6. Уравнение закона сохранения энергии
7. Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы
8. Предел ?больших? частот (?бесстолкновительная? плазма)
9. Статический предел
10. Почему у диэлектриков обычно  $\epsilon > 1$ , а у плазмы  $\epsilon < 1$

## **5. Письменная работа**

Тема 8

Темы:

1. Показатели преломления и затухания волны
2. Квазистационарное поле и скин-слой
3. Полное отражение электромагнитной волны от плазмы

4. Критическая плотность электронов
5. Плазменные колебания и волны
6. Обмен квантами между полем излучения и свободными электронами в газе
7. Результирующее поглощение световой волны
8. Тормозное излучение
9. Закон Кирхгофа
10. Предельный переход от квантовой теории к классической

#### **6. Письменная работа**

Тема 9

Темы:

1. Излучение и поглощение света плазмой
2. Излучательная способность
3. Сечение фотоионизации
4. Классическая модель излучающего атома
5. Сила осциллятора
6. Прозрачное тело
7. Абсолютно черное тело
8. Лучистый теплообмен
9. Принцип действия лазера
10. Инверсия и усиление. Условие генерации
11. Температура лазерного излучения

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц в постоянном поле.
2. Дрейф электронов в слабоионизованном газе. Проводимость ионизованного газа.
3. Энергия электронов. Диффузия электронов.
4. Ионы. Амбиполярная диффузия.
5. Протекание электрического тока в плазме в присутствии продольных градиентов плотности зарядов.
6. Гидродинамическое описание электронов.
7. Движение зарядов в газе в присутствии магнитного поля.
8. Различные механизмы и их роль в условиях газового разряда.
9. Ионизация электронным ударом в электрическом поле.
10. Фотоионизация.
11. Ионизация при столкновении возбужденного атома с атомом или молекулой.
12. Термодинамически равновесная плотность электронов.
13. Рекомбинация электронов и положительных ионов.
14. Образование молекулярных ионов в атомарных газах.
15. Прилипание электронов к атомам и молекулам.
16. Освобождение электронов из отрицательных ионов.
17. Рекомбинация положительных и отрицательных ионов.
18. Диффузионные потери зарядов.
19. Испускание электронов твердыми телами.
20. Электроны проводимости в металле.
21. Термоэлектронная эмиссия.
22. Эмиссия электронов под действием частиц.
23. Эффективный коэффициент вторичной эмиссии в разряде.
24. Вырывание электронов из тела сильным электрическим полем.
25. Элементарный ток в цепи, содержащей разрядный промежуток.
26. Излучение и поглощение света плазмой.
27. Тормозное излучение при столкновениях электронов с ионами.
28. Рекомбинационное излучение.
29. Полное испускание в непрерывном спектре.
30. Поглощение в непрерывном спектре.
31. Излучение спектральных линий.
32. Селективное поглощение. Молекулярные спектры.
33. Перенос излучения, выход его из плазменного объема, радиационные потери.

#### **Семестр 4**

##### **Текущий контроль**

##### **1. Письменная работа**

Тема 10



Темы:

1. Сравнение некоторых выводов, вытекающих из кинетического уравнения, с результатами элементарной теории
2. Проводимость и диэлектрическая проницаемость
3. Законы подобия
4. Что дает элементарная теория?
5. Колебательно-невозбужденные газы
6. Колебательно-возбужденный азот
7. Пространственно неоднородные поля произвольной силы
8. Квантовое уравнение для электронного спектра и переход к классике
9. Формулировка уравнения. Диффузионное приближение
10. Предельный переход

### **2. Лабораторные работы**

Тема 11

Лабораторная работа: Зондовые методы исследования плазмы

Контрольные вопросы:

1. Электрические зонды. Введение. Схема эксперимента
2. Вольт-амперная характеристика одиночного зонда
3. Теоретические основы диагностики разреженной плазмы по электронному току
4. Электронная температура. Ток насыщения; потенциал и плотность зарядов в плазме
5. Почему не насыщается ток на маленький зонд?
6. Ионный ток на зонд в разреженной плазме
7. Двойной зонд. Характеристика
8. Измерение параметров плазмы
9. Зонд в плазме повышенного давления
10. Приближенное равновесие в электронном газе

### **3. Письменная работа**

Тема 12

Темы:

1. Пробой газов в полях различных частотных диапазонов. Сущность явления
2. Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном однородном поле
3. Несамостоятельный ток в разрядном промежутке
4. Условие зажигания самостоятельного разряда
5. Пробой вакуумных промежутков
6. Эксперименты по пробоем в СВЧ-полях
7. Оптический пробой. Постановка опытов. Результаты экспериментов
8. Способы возбуждения высокочастотного поля в разрядном объеме
9. Пробой ?вакуума??
10. Разряды в атмосфере и в вакууме

### **4. Лабораторные работы**

Тема 13

Лабораторная работа: Исследование плазмы тлеющего разряда

Контрольные вопросы:

1. Стабильный тлеющий разряд. Общая структура и внешний вид.
2. Темный таунсендовский разряд. Тлеющий разряд. Темный разряд и роль пространственных зарядов в образовании катодного слоя
3. Аномальный разряд
4. Нормальный разряд и принцип минимума мощности
5. Данные зондовых измерений
6. Разряд с полым катодом. Положительный столб. Его предназначение; причинные связи
7. Теплопроводностный вывод джоулева тепла. Конвективный теплоотвод. Баланс энергии газа
8. Плазма электроотрицательных газов
9. От чего зависят температуры компонент плазмы в трубке?
10. Из каких основных элементов состоит установка?

### **5. Письменная работа**

Тема 14

Темы:

1. Неустойчивости тлеющего разряда и их последствия. От чего возникают и к чему приводят неустойчивости?
2. ?Быстрые? и ?медленные? процессы
3. Потенциальность поля

4. Стабилизирующее действие ионизации внешним источником
5. Повышенная устойчивость разрядов в переменных полях 452
6. Страты. Наблюдения. Условия возникновения.
7. Контракция положительного столба.
8. Механизмы нелинейного рождения.
9. Контракция в разряде с потоком.
10. Шнур и дуга.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Вольт-амперная характеристика одиночного зонда.
2. Теоретические основы диагностики разреженной плазмы по электронному току.
3. Техника измерения функции распределения.
4. Ионный ток на зонд в разреженной плазме.
5. Ток в вакуумной диоде и слой пространственного заряда около заряженного тела.
6. Двойной зонд.
7. Зонд в плазме повышенного давления.
8. Пробой газов в полях различных частотных диапазонов.
9. Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном однородном поле при не слишком больших произведениях давления на длину промежутка.
10. Вычисление частот ионизации и порогов пробоя на основе кинетического уравнения.
11. Оптический пробой. Способы возбуждения высокочастотного поля в разрядном объеме.
12. Пробой в полях высокочастотного и низкочастотного диапазонов.
13. Общая структура и внешний вид. Вольт-амперная характеристика разряда между электродами.
14. Темный разряд и роль пространственных зарядов в образовании катодного слоя.
15. Катодный слой. Области отрицательного свечения и темного фарадеева пространства.
16. Положительный столб. Влияние нагрева газа на поле и ВАХ положительного столба.
17. Плазма электроотрицательных газов. Разряд в быстром потоке газа. Анодный слой.
18. Неустойчивости тлеющего разряда и их последствия
19. От чего возникают и к чему приводят неустойчивости?
20. Продольные и поперечные неоднородности и их результаты
21. Принципы анализа на устойчивость

### **Семестр 5**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Письменная работа**

Тема 15

Темы:

1. Дуговые разряды. Определение и отличительные признаки дуги. Виды дуг
2. Дуга с горячим термоэмиссионным катодом
3. Дуги с внешним накатом катода
4. Дуги с "холодным" катодом и катодными пятнами
5. Вакуумная дуга
6. Дуга высокого давления
7. Дуга сверхвысокого давления,  $p > 10$  атм
8. Дуги низкого давления
9. Дуга переменного тока
10. Угольная дуга в свободном воздухе
11. Температура плазмы
12. Почему при одинаковых условиях для поддержания равновесной плазмы требуется меньшее поле, чем для поддержания неравновесной?
13. Когда плазма бывает равновесной?

##### **2. Письменная работа**

Тема 16

Темы:

1. Введение. Баланс энергии плазмы. Уравнение баланса энергии
2. Высокочастотный индукционный разряд
3. Пороговые условия существования равновесной плазмы
4. Сверхвысокочастотные разряды
5. Разряд в волноводе
6. Разряд в резонаторе
7. Непрерывный оптический разряд

8. Почему в оптическом разряде получается необычно высокая температура
9. Генераторы плотной низкотемпературной плазмы ? Плазмотроны
10. Дуговые плазмотроны
11. ВЧ-плазмотрон
12. СВЧ-плазмотроны
13. Оптический плазмотрон

### **3. Письменная работа**

Тема 17

Темы:

1. Искровой разряд. Общие представления. Внешняя картина. Искровой и коронный разряды
2. Стримерная теория.
3. Видимые очертания лавины
4. Элегаз
5. Искровой канал
6. Стримерный процесс
7. Температура газа в стримерном канале
8. Лидерный процесс; положительный лидер
9. Почему длинная искра не может быть простым плазменным каналом типа стримерного?
10. Стримерно-лидерный переход
11. Молния. Грозное облако

### **4. Письменная работа**

Тема 18

Темы:

1. Коронный разряд
2. Потери на корону в высоковольтных линиях
3. Нестационарная корона в естественных условиях
4. Коронирование высоких сооружений при грозе
5. Нестационарная сферическая корона
6. Влияние земли
7. Предельный ток бесстримерной короны
8. Замечания о влиянии короны на молнию
9. Корона и пробой газа постоянным полем в сферическом и цилиндрическом промежутках
10. ВАХ коронного разряда

### **5. Письменная работа**

Тема 19

Темы:

1. Высокочастотный емкостный разряд
2. Слаботочный и сильноточный ВЧЕ-разряды среднего давления
3. Электрические процессы в непроводящем приэлектродном слое
4. Постоянный положительный потенциал плазмы слаботочного разряда
5. Отрицательное свечение и темное фарадеево пространство
6. Диэлектрический барьерный разряд
7. Плазменный дисплей
8. Области устойчивых состояний на фактических характеристиках и диапазон допустимых рабочих напряжений
9. Барьерный разряд таунсендовского типа
10. ?Копланарная? схема

### **6. Курсовая работа по дисциплине**

Тема 20

Темы для курсовой работы:

1. Расчет работы электроразрядного лазера на CO<sub>2</sub>
2. Расчет лазеров, различающихся способом теплоотвода
3. Лазеры с диффузионным охлаждением
4. Быстропроточные лазеры с конвективным охлаждением
5. Расчет электроразрядной трубки со 2 лазера
6. Поперечный самостоятельный разряд
7. Продольный самостоятельный разряд
8. Несамостоятельный разряд с ионизацией электронным пучком
9. Комбинированный разряд с постоянным и ВЧ-полем
10. Несамостоятельный разряд с ионизацией газа повторяющимися емкостными импульсами
11. Разряд переменного тока

12. Самостоятельный высокочастотный емкостный разряд

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Дуговые разряды. Виды дуг. Зажигание дуги.
2. Угольная дуга в свободном воздухе.
3. Прикатодные процессы в дуге с горячим катодом.
4. Катодные пятна и вакуумная дуга.
5. Анодная область. Дуга низкого давления с искусственным накалом катода.
6. Температура плазмы и ВАХ столба дуги высокого давления.
7. Отрыв электронной и газовой температур в равновесной плазме.
8. Искровой разряд. Общие представления.
9. Одиночная электронная лавина. Понятие о стримере.
10. Пробой в электроотрицательных газах (воздухе) в недлинных промежутках с однородным полем.
11. Искровой канал.
12. Стримерный процесс.
13. Пробой длинных воздушных промежутков с сильно неоднородным полем.
14. Лидерный процесс; положительный лидер.
15. Коронный разряд.
16. Распределения поля в простейших случаях.
17. Зажигание короны.
18. Перенос тока за пределами области размножения и ВАХ.
19. Потери на корону в высоковольтных линиях.
20. Прерывистая корона.
21. Нестационарная корона в естественных условиях.
22. Корона и пробой газа постоянным полем в сферическом и цилиндрическом промежутках.
23. Принцип работы электроразрядного лазера на CO<sub>2</sub>.
24. Два типа лазеров, различающихся способом теплоотвода.
25. Способы борьбы с неустойчивостями.
26. Пути организации разряда в больших объемах с протоком газа.
27. Разряд переменного тока.
28. Самостоятельный высокочастотный емкостный разряд.
29. Принцип работы магнетогидродинамического генератора.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	1	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	15
		3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	9
		2	9
		3	9
		4	9
		5	9
		6	5
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
		3	10
		5	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	10
		4	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	5
		2	5
		3	5
		4	5
		5	5
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	6	25
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Материаловедение - [www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru)

ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ ИНФРА-М) - <http://znanium.com>

ЭБС Издательства ?Лань? - <http://e.lanbook.com>

#### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы.



Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Во время практических занятий будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводиться к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Для стимуляции студентов при решении задач будут выставляться дополнительные баллы.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.
презентация	Суть презентационной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу.
письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки работы с литературой и другими источниками, необходимые для выполнения заданий.
зачет	После последней лекции взять у преподавателя перечень вопросов к зачету и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.
экзамен	После последних лекций взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.
курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.02 "Наноинженерия"

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

#### Основная литература:

1. Голант, В.Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2011. ? 448 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1550>. ? Загл. с экрана.
2. Котельников, И.А. Лекции по физике плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Котельников. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 387 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94109>. ? Загл. с экрана.
3. Введение в физику пылевой и комплексной плазмы: Учебное пособие / Ивлев А.В., Храпак С.А., Молотков В.И. - Долгопрудный:Интеллект, 2017. - 128 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-91559-230-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/936074>

#### Дополнительная литература:

1. Савинов, В.П. Физика высокочастотного емкостного разряда [Электронный ресурс] : монография / В.П. Савинов. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2013. ? 308 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91175>. ? Загл. с экрана.
2. Лазеры ультркоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П.Г. Крюков. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 248 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-091-4,. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365088>.
3. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-019-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/210610>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.14 Плазменные системы в нанотехнологии

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.