

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.

## **Программа дисциплины**

Электрические разряды в газах Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Автор(ы):** Габдрахманов А.Т.

**Рецензент(ы):** Хафизов А.А.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Габдрахманов А.Т. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), ATGabdrahmanov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7	готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
ПК-8	способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- физические основы газовых разрядов;
- виды электрических разрядов, их характеристики и применения,
- фундаментальные понятия, законы, теории, используемые для построения физических и математических моделей;
- современные научные аппаратуры, методы физических исследований, проведения физического эксперимента и составления научно-технических отчётов.

Уметь:

- самостоятельно работать со сложным плазменным технологическим оборудованием;
- провести физический эксперимент и составить научно-технический отчёт.
- использовать знания свойств плазмы и протекающих в ней физических процессов при разработке и проектировании оборудования и технологических процессов в области машиностроения;

Владеть:

- методами постановки задачи и выбора методики проведения эксперимента различными методами;
- навыками по расчету и проектированию деталей и узлов технологических конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

Демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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. Основы физики газовых разрядов	4	4	4	0	9
2.	Тема 2. Виды газовых разрядов их применение	4	4	4	0	9
3.	Тема 3. Тлеющий разряд	4	5	5	0	9
4.	Тема 4. Дуговой разряд	4	5	5	0	9
	Итого		18	18	0	36

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Основы физики газовых разрядов

Основы физики газовых разрядов. Современное представление об источниках энергии при сварке и обработке материалов. Основные понятия и определения. Источники энергии для термических процессов. Сравнительная характеристика термических источников энергии. Свойства плазмы. Макроскопические параметры плазмы. Статистика Ферми-Дирака. Энергетические уровни электронов в твердом теле. Закон Ома в дифференциальной форме. Перенос зарядов в полупроводниках. Проводимость электролита. Явление прохождения тока через газовую среду.

###### Тема 2. Виды газовых разрядов их применение

Определение газового разряда. Виды газового разряда. Самостоятельный газовый разряд. Несамостоятельный разряд. Неустойчивый разряд. Устойчивый разряд. Статическая вольтамперная характеристика. Темновой разряд. Аномальный тлеющий разряд. Дуговой разряд. Статическая вольтамперная характеристика различных видов газового разряда.

###### Тема 3. Тлеющий разряд

Структура и особенности тлеющего разряда, постоянного тока. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда. Применение тлеющего разряда. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с продольной прокачкой газа.

Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с поперечной прокачкой газа.

###### Тема 4. Дуговой разряд

Вольт - амперная характеристика (ВАХ) разряда. Методы ее получения. Электрическая ду-га, как основной источник КПЭ. Возбуждение дугового разряда. Катодная область. Анодная область. Столб дуги. Вольтамперная характеристика дуги. Фотоионизация. Деионизация. Излучение плазмы. Эффективный потенциал ионизации. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Термоэлектронная эмиссия. Эффект Шоттки. Туннельные переходы. Фотоэмиссия (внешний фотоэффект). Вторичная эмиссия. Баланс энергии в различных зонах дуги. Магнитное поле дуги. Пинч-эффект.

#### 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 №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 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 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-7	1. Основы физики газовых разрядов 2. Виды газовых разрядов их применение
2	Устный опрос	ПК-8	3. Тлеющий разряд 4. Дуговой разряд
3	Контрольная работа	ПК-8	1. Основы физики газовых разрядов 2. Виды газовых разрядов их применение 3. Тлеющий разряд 4. Дуговой разряд
	<b>Экзамен</b>	ПК-7, ПК-8	

### 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 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. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Контрольная 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.	3
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.	

**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 4**

**Текущий контроль**

## 1. Письменная работа

Темы 1, 2

1. Что такое плазма?
2. Расскажите о понятии коллективные свойства на примере взаимодействия молекул в воздухе и заряженных частиц в плазме.
3. При каких условиях плазму можно считать сплошной средой?
4. Что такое квазинейтральность?
5. Опишите процессы, происходящие в плазме при нарушении ее нейтральности?
6. Чем квазинейтральность отличается от истинной нейтральности?
7. Когда оправдано введение термина температура плазмы?
8. Почему оказывается различной ионная и электронная температура?
9. Какую плазму называют изотермической?
10. чем заключается особенность неизотермической плазмы?

## 2. Устный опрос

Темы 3, 4

1. Как подразделяют плазму в зависимости от значения ионной температуры?
2. Приведите примеры низкотемпературной и высокотемпературной плазмы.
3. Объясните процесс ?вмораживания? магнитного поля в плазму.
4. При каком условии возможна вмороженность магнитного поля в плазму?
5. На чем основан магнитогидродинамический метод описания плазмы?
6. Расскажите о физических процессах, проходящих в самостягивающемся шнуре.
7. Напишите формулу для магнитного давления.
8. Чем уравнивается магнитное сжатие плазменного шнура?
9. Почему плазменный шнур недолговечен?
10. Какие виды электродуговых плазмотронов бывают?

## 3. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4

1. Ион водорода  $H^+$ , имеющий энергию 100 эВ, сталкивается с покоящимся атомом аргона. Найти максимальную энергию, которая может быть затрачена на возбуждение и ионизацию атома аргона.
2. Электрон с энергией 50 эВ сталкивается с покоящимся атомом аргона. Найти максимальную энергию, которая может быть затрачена на возбуждение и ионизацию атома аргона.
3. Потенциал ионизации атома аргона 15,7 эВ. Какую минимальную энергию должен иметь ион водорода, сталкивающийся с покоящимся атомом аргона, чтобы ионизовать его?
4. Сечение ионизации атома неона электронами с энергией 150 эВ,  $\sigma_i = 0,78 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ . Найти число электрон-ионных пар, образующихся на 1 см длины электронного пучка с энергией электронов 150 эВ и током в 1 мА в неоне при давлении 1 Торр.
5. Найти среднюю ионизационную длину пробега электрона  $\lambda_i$  с энергией 50 эВ в аргоне при давлении  $10^2$  Торр, если сечение ионизации атома электронным ударом при энергии электронов 50 эВ  $\sigma_i = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ .
6. В газоразрядной трубке, заполненной гелием при давлении  $10^2$  Торр, расстояние между катодом и анодом 40 см. Какая часть эмитируемых катодом электронов с энергией 110 эВ произведет хотя бы один акт ионизации, прежде чем достигнет анода? Сечение ионизации при этих условиях  $0,35 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ .
7. Для получения пучка быстрых атомов водорода в инжекторе термоядерной установки применена газовая водородная мишень. Сечение перезарядки ионов  $H^+$  на молекулах  $H_2$  при энергии ионов 20 кэВ  $\sigma_p = 6 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ . Сечение обратного процесса обдирки атомов водорода на молекулах  $\sigma_o = 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$  при той же энергии. Найти толщину газовой мишени, при которой выход атомарного водорода при прохождении через нее пучка ионов водорода будет наибольшим. Давление водорода в газовой мишени  $10^3$  Торр. Сечение рассеяния на молекулах  $H_2$   $\sigma_r = 3 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ .
8. Найти длину волны излучения  $\lambda_0$ , при которой возможна прямая фотоионизация атомов цезия. Потенциал ионизации цезия 3,89 В.
9. Сечения возбуждения линии гелия  $5015 \text{ \AA}$  (21S-31P) равно  $7,5 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2$  при энергии электронов 200 эВ. Найти мощность светового потока волны этой длины, если свечение гелия при давлении 100 Торр вызывается пучком электронов с энергией 200 эВ. Ток электронов в пучке 100 мА, пробег 20 см.
10. Пороговая энергия ионизации атома гелия  $E_i = 24,4 \text{ эВ}$ , максимальное значение сечения ионизации  $0,35 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$  при  $E = 110 \text{ эВ}$ . Пользуясь формулой Моргулиса, найти значение сечения ионизации при энергии электронов  $2E_i$ .
11. Найти равновесную степень ионизации атомов аргона ( $U_i = 15,7 \text{ В}$ ) в столбе сильноточной дуги при температуре  $T = 5000 \text{ К}$  и давлении 1 атм.

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Что такое плазма? Его отличие от других состояний вещества. Условия возникновения плазмы виды плазмы.
2. Проводимость твердых тел, жидкостей и газов
3. Макроскопические параметры плазмы. Плотность плазмы, концентрация частиц в плазме, степень ионизации, термодинамическая температура, внутренняя энергия и давление плазмы.

4. Квазинейтральность плазмы, плазменные колебания.
5. Элементарные процессы в плазме. Столкновения частиц в плазме.
6. Элементарные процессы в плазме. Процессы ионизации атомов.
7. Элементарные процессы в плазме. Процессы рекомбинации в плазме.
8. Явления переноса в плазме. Диффузионные процессы в плазме. Амбиполярная диффузия.
9. Электрический разряд в газах. Виды разрядов.
10. Тлеющий разряд. Структура и особенности тлеющего разряда, постоянного тока.
11. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с продольной прокачкой газа.
12. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с поперечной прокачкой газа.
13. Применение тлеющего разряда.
14. Дуговой разряд. Строение электрической дуги. Способы возбуждения дугового разряда.
15. Дуговой разряд. Вольтамперная характеристика дуги.
16. Электродуговые плазмотроны.
17. Применение дугового разряда.

#### 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 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	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:



1. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы : учебное пособие / Д.А. Франк-Каменецкий. - 3-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 280 с. - ISBN 978-5-91559-002-0. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/167506>. - Текст : электронный.
2. Чукбар К.В. Лекции по явлениям переноса в плазме плазмы : учебное пособие / К.В. Чукбар. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 256 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 978-5-91559-015-0. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/185378>. - Текст : электронный.
3. Брушлинский К.В. Математические основы вычислительной механики жидкости, газа и плазмы : учебное пособие / К.В. Брушлинский. - Долгопрудный : Интеллект, 2017. - 272 с. - ISBN 978-5-91559-224-6. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/858951>. - Текст : электронный.
4. Чередниченко В.С. Плазменные электротехнологические установки : учебник для вузов / В.С. Чередниченко, А.С. Аньшаков, М.Г. Кузьмин; под ред. В.С. Чередниченко. - 3-е изд, испр. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 602 с. - ISBN 978-5-7782-1576-4. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/479932>. - Текст : электронный.
5. Райзер Ю.П. Физика газового разряда [Электронный ресурс] / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с. ISBN 978-5-91559-019-8. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/210610>. - Текст : электронный.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Вакуумная ионно-плазменная обработка : учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов, Л.М. Петров, В. С. Спектор. - Москва : Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с. - (Современные технологии: Магистратура). - ISBN 978-5-98281-366-4. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/426490>. - Текст : электронный.
2. Иванов И. Газовый разряд и его применение в фотонике : учебное пособие / И. Иванов. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 96 с. - ISBN 978-5-9275-0613-2. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/553551>. - Текст : электронный.
3. Ильин А.А. Покрyтия различного назначения для металлических материалов : учебное пособие / А.А. Ильин, Г.Б. Строганов, С.В. Скворцова. - Москва : Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с. - ISBN 978-5-98281-355-8. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/415572>. - Текст : электронный.
4. Лепешев А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокмпозитов : монография / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/442144>. - Текст : электронный.
5. Чередниченко В.С. Вакуумные плазменные электропечи : монография / В.С. Чередниченко, Б.И. Юдин. - 2-е изд., стереотип. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 583 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-106268-5. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/946109>. - Текст : электронный.
6. Астапенко В.А. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы : учебное пособие / В.А. Астапенко. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 584 с. - ISBN 978-5-91559-111-9. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/365083>. - Текст : электронный.

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

Библиотека КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>

Электронный каталог книг - <http://znanium.com>

Электронный каталог книг - <https://e.lanbook.com>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).

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.
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.
устный опрос	Суть устного опроса 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.
контрольная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
письменная работа	работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
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

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

Освоение дисциплины "Электрические разряды в газах" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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.

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

Освоение дисциплины "Электрические разряды в газах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

### **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 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике".