

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика газового разряда

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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)
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) Шарифуллин С.Н. ; Файрушин Ильназ Изаилович

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-3 | способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности |
| ПК-14 | способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физические основы процессов интегрированных в процесс электрического разряда в газах;
уравнения теории электрического разряда в газах и методы их решения;
принципы работы и устройство современных измерительных средств для исследования электрических разрядов в газах.

Должен уметь:

применять методы физики газового разряда к решению практических задач;
выполнять расчеты, связанные с проектированием новых и модернизации имеющихся промышленных разрядных камер;
использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний в области теории и практики газового разряда.

Должен владеть:

математическим аппаратом физики газового разряда;
навыками проведения расчетов процесса электрического разряда в газах с заданными параметрами;
навыками работы с современной измерительной аппаратурой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретические и экспериментальные исследования газовых разрядов, направленные на решение задач энерго- и ресурсосбережения;
выполнять физико-технические расчеты с целью создания новых и модернизации существующих газоразрядных установок;
оценивать инновационный потенциал результатов работы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (Техническая физика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 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 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 130 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 76 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 59 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 63 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 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 | 7 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 2. | Тема 2. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами, молекулами и друг с другом | 7 | 1 | 1 | 4 | 2 |
| 3. | Тема 3. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами | 7 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 4. | Тема 4. Дрейф, энергия и диффузия заряженных частиц в постоянном поле | 7 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 5. | Тема 5. Образование и гибель заряженных частиц в газе | 7 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 6. | Тема 6. Испускание электронов твердыми телами | 7 | 2 | 1 | 6 | 3 |
| 7. | Тема 7. Взаимодействие электронов ионизованного газа с переменными электрическими полями и электромагнитными излучениями | 7 | 2 | 1 | 6 | 4 |
| 8. | Тема 8. Излучение и поглощение света плазмой | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 9. | Тема 9. Кинетическое уравнение для электронов в слабоионизованном газе, находящемся в поле | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 10. | Тема 10. Электрические зонды | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 11. | Тема 11. Пробой газов в полях различных частотных диапазонов | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 12. | Тема 12. Стабильный тлеющий разряд | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 13. | Тема 13. Неустойчивости тлеющего разряда и их последствия | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 14. | Тема 14. Дуговые разряды | 7 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 15. | Тема 15. Поддержание и генерация равновесной плазмы в разрядах различных частотных диапазонов | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 16. | Тема 16. Искровой разряд | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 17. | Тема 17. Коронный разряд | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 18. | Тема 18. Высокочастотный емкостной разряд | 7 | 2 | 1 | 4 | 0 |
| 19. | Тема 19. Разряды в мощных CO ₂ - лазерах непрерывного действия | 7 | 2 | 1 | 4 | 0 |
| | Итого | | 36 | 18 | 76 | 59 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Что изучает физика газового разряда. Типичные разряды в постоянном электрическом поле. Классификация разрядных процессов. Несамостоятельные и самостоятельные разряды (темный таунсендовский разряд, тлеющий разряд, дуговой разряд, коронный разряд, искровой разряд). Коротко об истории исследования разрядов.

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

Основные понятия физики атомных столкновений и кинетической теории газов. Эффективное сечение. Частота столкновений. Длина свободного пробега. Сечения рассеяния электронов нейтральными атомами и молекулами. Транспортное сечение и потери импульса. Потери импульса и энергии электронов. Кулоновские столкновения заряженных частиц.

Тема 3. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами

Основные понятия и определения физики атомных столкновений и кинетической теории газов. Столкновение электронов с нейтральными частицами. Столкновения между заряженными частицами (упругие и неупругие). Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами. Ионизация. Возбуждение и дезактивация электронных состояний.

Тема 4. 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 электронного газа. Движение зарядов в присутствии магнитного поля.

Тема 5. Образование и гибель 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 нейтральными атомом или молекулой. Термодинамически равновесная плотность электронов. Образование и разрушение отрицательных ионов.

Тема 6. Испускание электронов твердыми телами

Электроны проводимости в металле. Эмиссия электронов из твердых тел. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. автоэлектронная эмиссия. Термоавтоэлектронная эмиссия. Вторичная эмиссия с холодного катода. Ионно-электронная эмиссия. Потенциальное вырывание. Фотоэффект с поверхности характеризующийся квантовым выходом.

Тема 7. Взаимодействие электронов ионизованного газа с переменными электрическими полями и электромагнитными излучениями

Колебания электронов в осциллирующем поле. Свободные колебания. Влияние столкновений и обмен квантами между полями излучения и свободными электронами в газе. Энергия электронов. Полуклассический способ нахождения квантовых коэффициентов. Фактические принципы применимости классического подхода к эффектам взаимодействия.

Тема 8. Излучение и поглощение света плазмой

Типы радиационных переходов. Тормозное излучение при столкновениях электронов. 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. Принцип действия лазера.

Тема 9. Кинетическое уравнение для электронов в слабоионизованном газе, находящемся в поле

Описание электронных процессов при помощи функции распределения по скоростям. Формулировка кинетического уравнения. Сравнение некоторых выводов, вытекающих из кинетического уравнения, с результатами элементарной теории. Стационарный спектр электронов в поле при действии упругих потерь и влияние неупругих.

Тема 10. Электрические зонды

Введение. Схема эксперимента. 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 вакуумном диоде и слой пространственного заряда около заряженного тела. Двойной зонд. Зонд в плазме повышенного давления.

Тема 11. Пробой газов в полях различных частотных диапазонов

Сущность явления. Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном однородном поле при не слишком больших произведениях давления на длину промежутка. Эксперименты по пробоем в СВЧ полях. Вычисление частот ионизации и порогов пробоя на основе кинетического уравнения. Оптический пробой. Способы возбуждения высокочастотного поля в разрядном объеме.

Тема 12. Стабильный тлеющий разряд

Общая структура и внешний вид. Вольт-амперная характеристика разряда между электродами. 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.

Тема 13. Неустойчивости тлеющего разряда и их последствия

От чего возникают и к чему приводят неустойчивости? Квазистационарные параметры. 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 14. Дуговые разряды

Определение и отличительные признаки дуги. 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. Положительный столб дуги высокого давления. Температура плазмы и ВАХ столба дуги высокого давления.

Тема 15. Поддержание и генерация равновесной плазмы в разрядах различных частотных диапазонов

Введение. Баланс энергии плазмы. Уравнение баланса энергии. Закон сохранения полного потока энергии в стационарных статических разрядах. Столб дуги в постоянном поле. Высокочастотный индукционный разряд. Сверхвысокочастотные разряды. Непрерывный оптический разряд. Генераторы плотной низкотемпературной плазмы - пламотроны.

Тема 16. Искровой разряд

Общие представления. Одинократная электронная лавина. Понятие о стримере. Пробой и стример в электроотрицательных газах (воздухе) в не очень длинных промежутках с однородным полем. Искровой канал. Модели распространения стримера. Пробой длинных воздушных промежутков с сильно неоднородным полем. Лидерный механизм пробоя длинных промежутков.

Тема 17. Коронный разряд

Распределения поля в простейших случаях. Критерии зажигания. Положительная корона. Вторичные фотопроцессы. Пороги в воздухе. Запаздывание зажигания. Перенос тока за пределами области размножения и ВАХ. Потери на корону в высоковольтных линиях. Прерывистая корона. Положительное острие (эксперимент). Отрицательное острие.

Тема 18. Высокочастотный емкостной разряд

Дрейфовые качания электронного газа. Идеализированная модель протекания быстропеременного тока через длинный плоский промежуток при повышенных давлениях. Электрические процессы в непроводящем приэлектродном слое и механизм замыкания тока. Структура разряда среднего давления по результатам численного моделирования. Диэлектрический барьерный разряд.

Тема 19. Разряды в мощных CO₂ - лазерах непрерывного действия

Принцип работы электроразрядного лазера на CO₂. Лазерный переход в молекуле CO₂. Механизм создания инверсной заселенности. Недопустимость сильного нагрева при работе CO₂-лазера. Два типа лазеров отличающихся теплоотводом. Способы борьбы с неустойчивостями. Пути организации разряда в больших объемах с потоком газа.

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"

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)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
 - содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.
- Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модуля).

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)

Амбиполярная диффузия - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/0102.html

Плазма - <http://www.help-rus-student.ru/text/60/173.htm>

ПРОЦЕССЫ в плазме - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4211/ПЕРЕНОСА

Процессы переноса в плазме - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2804.html

Явление переноса - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1953/ПЕРЕНОСА

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

| Вид работ | Методические рекомендации |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лекции | Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление. |
| практические занятия | Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лабораторные работы | При проведении лабораторных занятий студенты должны заранее подготовиться к лабораторной работе, сдать теоретические основы и получить допуск к выполнению практической части лабораторной работы. По итогам практической работы студенты должны составить отчет. Отчет должен содержать данные по использованным приборам и оборудованию, паспортные данные на электрические машины, схемы по которым велись испытания, таблицы и графики, а также пояснения позволяющие судить о точности замеров или вычислений. Отчет должен быть аккуратно оформлен и иметь конкретные выводы по результатам выполненных экспериментов. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. при выполнении лабораторных работ |
| самостоятельная работа | Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей: - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям, зачетам; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры. |
| экзамен | 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. |

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.

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 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки "Техническая физика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Рожанский, В. А. Теория плазмы : учебное пособие / В. А. Рожанский. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1233-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2769> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Голант, В. Е. Основы физики плазмы : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1198-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1550> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Кудрявцев, А. А. Физика тлеющего разряда : учебное пособие / А. А. Кудрявцев, А. С. Смирнов, Л. Д. Цендин. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1037-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/552> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокompозитов [Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442144> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Вакуумная ионно-плазменная обработка: Учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов, Л.М. Петров и др. - Москва : Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с.: ил.; . - (Современные технологии: Магистратура). ISBN 978-5-98281-366-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/426490> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

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

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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.