

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



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Физика плазмы

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
ОПК-4	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-4	способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Термодинамику плазмы;
- Элементарные процессы плазмы;
- Физическую кинетику плазмы;
- Динамику заряженных частиц в электрическом и магнитном полях;
- Магнитную гидродинамику плазмы;
- Неустойчивости плазмы;
- Колебания и волны в плазме;
- Взаимодействие заряженных частиц с волнами в плазме;
- Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой;
- Диагностику плазмы;
- О электрических разрядах в газах;
- Гидродинамические и тепловые явления в плазме;
- Прикладные проблемы физики плазмы;

Должен уметь:

- выполнять расчеты основных свойств плазмы;
- обоснованно выбирать методы изучения плазмы;
- пользоваться общенаучной и специальной литературой.

Должен владеть:

- по анализу разнообразных элементарных процессов плазмы для научно обоснованного выбора соответствующей плазменной системы, наиболее подходящей для решения конкретной задачи; по исследованию плазмы с использованием современных методов диагностики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;

Способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств;

Готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов;

Способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций;

- Способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований;
- Способность разрабатывать, проводить наладку и испытания и эксплуатировать наукоемкое технологическое оборудование;
- Готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ;
- Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства, составлять необходимый комплект технической документации;
- Готовность применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений
- Способность владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда, способность оценивать затраты и результаты деятельности научно-производственного коллектива
- Способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности;
- Готовность управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию;
- Готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов
- Способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся;
- Способность применять и разрабатывать новые образовательные технологии;
- Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий;
- Способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов;
- Готовность к участию в организации и проведении инновационного образовательного процесса;
- Готовность к участию в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (Техническая физика)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 152 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 80 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 109 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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	6	3	0	0	6

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Термодинамика плазмы.	6	3	2	4	6
3.	Тема 3. Элементарные процессы в плазме.	6	3	2	4	6
4.	Тема 4. Физическая кинетика плазмы.	6	4	2	4	6
5.	Тема 5. Динамика заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.	6	3	2	4	8
6.	Тема 6. Магнитная гидродинамика плазмы.	6	4	2	4	8
7.	Тема 7. Неустойчивость плазмы.	6	3	2	4	8
8.	Тема 8. Колебания и волны в плазме.	6	3	2	4	8
9.	Тема 9. Взаимодействие заряженных частиц с волнами в плазме.	6	4	2	4	8
10.	Тема 10. Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.	6	3	2	6	8
11.	Тема 11. Излучение плазмы.	6	4	0	8	7
12.	Тема 12. Диагностика плазмы.	6	3	0	6	6
13.	Тема 13. Электрический разряд в газах.	6	3	0	6	6
14.	Тема 14. Гидродинамические и тепловые явления в плазме.	6	4	0	8	6
15.	Тема 15. Прикладные проблемы физики плазмы.	6	3	0	8	6
16.	Тема 16. Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме.	6	4	0	6	6
	Итого		54	18	80	109

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Введение.

Предмет изучения. Развитие физики плазмы как науки. О физике плазмы как разделе физики, ее задачах и методах их решения. Исторический обзор.

Определение плазмы. Ионизованный газ. Основные характеристики плазмы.

Несамостоятельные и самостоятельные разряды. Виды плазм. Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд. Объемные разряды.

### Тема 2. Термодинамика плазмы.

Основные параметры термодинамической системы. Квазинейтральность плазмы, микрополя, дебаевский радиус, идеальная и неидеальная плазма. Условие термодинамического равновесия, термическая ионизация, формула Саха, корональное равновесие, снижение потенциала ионизации. Вырождение плазмы, статистика Больцмана и Ферми-Дирака, модель Томаса-Ферми.

### Тема 3. Элементарные процессы в плазме.

Столкновения заряженных частиц, дальное действие, частоты столкновений, столкновения электронов с атомами (упругие и неупругие), столкновения тяжелых частиц. Упругие и неупругие соударения. Ионизация, возбуждение, рекомбинация и перезарядка. Формула Саха. Излучение плазмы. Фотохимия.

#### **Тема 4. Физическая кинетика плазмы.**

Уравнения Больцмана и Власова, интеграл столкновений, время максвеллизации и скорость выравнивания температур различных компонент плазмы. Скорость ионообразования и рекомбинации электронов и ионов, образование и разрушение возбужденных атомов (ионов). Явления переноса в плазме, электропроводность, диффузия и теплопроводность частиц при наличии и отсутствии магнитного поля. Кинетика возбужденных молекул в плазме.

#### **Тема 5. Динамика заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.**

Движение в однородных магнитных полях. Адиабатический инвариант, магнитная ловушка. Дрейфовое приближение, разновидности дрейфового движения. Заряженная частица в высокочастотном поле. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле. Движение заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях.

#### **Тема 6. Магнитная гидродинамика плазмы.**

Магнитная гидродинамика как физическая дисциплина, возникшая на пересечении гидродинамики и электродинамики сплошной среды. динамика проводящей жидкости или газа в магнитном поле. Уравнения движения плазмы в магнитном поле, проникновение магнитного поля в плазму, замороженность магнитного поля. Законы сохранения в идеальной одножидкостной МГД. Двухжидкостное приближение. Уравнения магнитной гидродинамики. Равновесие плазмы в магнитном поле. Гидромагнитные неустойчивости. Гидромагнитные волны.

#### **Тема 7. Неустойчивость плазмы.**

Проблемы устойчивости плазмы. Плазменные неустойчивости, приводящие к неустойчивости равновесного состояния плазмы и к её отходу от этого состояния. Равновесные конфигурации плазмы в магнитной гидродинамике, пинч. Неустойчивость плазмы, виды неустойчивости, перегреваемая и ионизационная неустойчивости. Энергетический принцип МГД-устойчивости.

#### **Тема 8. Колебания и волны в плазме.**

Основные типы колебаний и волн в плазме: лэнгмюровские электронные и ионные, электромагнитные, ионно-звуковые, магнитозвуковые, альфвеновские. Показатель преломления плазмы, пространственная и временная дисперсия, фазовая и групповая скорости плазменных волн. Колебания в холодной плазме. Распространение волн в плазме при наличии магнитного поля. Плазмоны. Метод малых колебаний. Пылевая плазма. Элементарные процессы в пылевой плазме. Колебания, волны и неустойчивости в пылевой плазме.

#### **Тема 9. Взаимодействие заряженных частиц с волнами в плазме.**

Особенности взаимодействия заряженных частиц плазмы с создаваемыми ими электромагнитными волнами. Возбуждение и затухание волн в плазме, черенковское излучение, затухание Ландау. Раскачка плазменных колебаний пучками. Квазилинейное приближение. Взаимодействие заряженных частиц плазмы с другими заряженными частицами, удалёнными на большие расстояния.

### **Тема 10. Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.**

Распространение электромагнитных волн в неоднородной плазме, геометрическая оптика, плазменный резонанс, циклотронный резонанс, линейная трансформация. Основные нелинейные процессы взаимодействия волн, неустойчивость плазмы в сильном электромагнитном поле. Рассеяние и трансформация волн.

### **Тема 11. Излучение плазмы.**

Элементарные радиационные процессы, интенсивность спектральных линий, сплошные спектры, вынужденное испускание. Пробеги излучения, перенос излучения в среде, оптически прозрачная и непрозрачная плазма, лучистая теплопроводность. Закон планка. Спектральные характеристики излучения. Черное тело. Связь между законами Максвелла и Планка.

### **Тема 12. Диагностика плазмы.**

Цель и задачи диагностики плазмы. Методы диагностики плазмы: зондовые методы, спектральные методы, оптические методы, СВЧ-методы, корпускулярные методы, лазерное рассеяние, магнитные измерения. Современные средства диагностики плазмы и их применение. Принципиальные схемы средств диагностики плазмы.

### **Тема 13. Электрический разряд в газах.**

Условия возникновения электрического разряда в газах. Типы разрядов. Их характеристика и особенности. Способы ионизации газа. Низкотемпературная и высокотемпературная плазмы. Их характеристика. Самостоятельная и несамостоятельная виды плазмы в газах. Равновесная и неравновесная плазма. Основные виды разряда: тлеющий разряд, искра, электрическая дуга, ВЧ-, СВЧ- и оптический разряд.

### **Тема 14. Гидродинамические и тепловые явления в плазме.**

Ударные волны в плазме, скачок уплотнения, релаксационный слой, излучение ударных волн, нелинейные волны теплопроводности. Токовые слои. Гидродинамические и тепловые явления в плазме при взаимодействии лазерного луча с веществом. Кинетический и гидродинамический методы описания плазмы

### **Тема 15. Прикладные проблемы физики плазмы.**

Управляемый термоядерный синтез, магнитное удержание и нагрев плазмы в магнитных ловушках и инерциальных системах. Геофизические и астрофизические плазменные явления ? ионосфера Земли, межпланетная плазма, звезды. Плазменные источники излучения, плазменная СВЧ-электроника. Преобразование тепловой энергии в электрическую: МГД-преобразователи, тепловые преобразователи. Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме. Механизмы и кинетика осуществления плазмохимических реакций, роль заряженных и возбужденных частиц.

## **Тема 16. Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме.**

Объект плазмохимии. Специфические особенности плазмохимических реакций. Характеристика плазмохимических систем. Механизмы и кинетика осуществления плазмохимических реакций, роль заряженных и возбужденных частиц. Энергетика химических реакций в электрических разрядах. Уровневый коэффициент скорости элементарной плазмохимической реакции.

## **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 (модулю).

## **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;





Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов - планируемая учебная, учебно- исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия или при частичном участии преподавателя, оставляющим ведущую роль в работе студентам.</p> <p>Количество часов на самостоятельную работу студента по дисциплине устанавливается учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины. В рабочей программе указываются виды планируемой самостоятельной работы студента, их содержание, трудоемкость выполнения, методы контроля и перечень рекомендуемой учебной и учебно-методической литературы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;</li> <li>- углубления и расширения теоретических знаний;</li> <li>- формирования умений использовать справочную литературу;</li> <li>- развития познавательных и творческих способностей студентов;</li> <li>- формирования самостоятельности мышления;</li> <li>- развития исследовательских умений.</li> </ul> <p>Для достижения указанной цели студенты должны решать следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить рекомендуемые литературные источники;</li> <li>- изучить основные понятия и определения;</li> <li>- решить предложенные задачи;</li> <li>- ответить на контрольные вопросы.</li> </ul> <p>В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аудиторная (самостоятельная работа на учебных занятиях под руководством преподавателя);</li> <li>- внеаудиторная ( самостоятельная работа по заданию преподавателя, но без его участия).</li> </ul> <p>Основными видами внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовка к лекционным занятиям;</li> <li>- индивидуальные домашние задания;</li> <li>- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;</li> <li>- подготовка к зачету и экзамену.</li> </ul>
экзамен	<p>Залогом успешной сдачи зачетов, экзаменов являются систематические занятия в течение семестра. Однако необходима и специальная работа в период сессии.</p> <p>Задачи студента - это повторение, обобщение и систематизация изученного материала.</p> <p>Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии.</p> <p>Сначала следует внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы.</p> <p>Повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника.</p> <p>В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций, результаты практических и лабораторных занятий.</p> <p>Установите четкий ритм работы и режим дня. Разумно чередуйте труд и отдых, питание, нормальный сон и пребывание на свежем воздухе.</p>

#### 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.

## **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: 20.04.2020). - 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: 20.04.2020). - 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: 20.04.2020). - 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: 20.04.2020). - 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: 20.04.2020). - 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.