

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. Гаюровский  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Физика плазменно-пылевых образований

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## 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): доцент, к.н. Лучкин А.Г. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), AGLuchkin@kpfu.ru ; Файрушин Ильназ Изайлович

### 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-2	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики
ПК-1	способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств
УК-6	способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Обучающийся должен знать:

- стратегию научного поиска;
- основные понятия, закономерности и физико-математические методы моделирования для решения практических задач физики процессов взаимодействия плазмы с веществом.

Должен уметь:

Обучающийся должен уметь:

- выполнять расчеты основных свойств пылевой плазмы;
- обоснованно выбирать методы изучения явлений происходящих в процессах взаимодействия плазмы с веществом;
- пользоваться общенаучной и специальной литературой.

Должен владеть:

Обучающийся должен владеть методами анализа разнообразных элементарных процессов происходящих при взаимодействии плазмы с веществом для научно обоснованного выбора соответствующей плазменной системы, наиболее подходящей для решения конкретной задачи; по исследованию процессов взаимодействия плазмы с веществом с использованием современных методов диагностики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучающийся должен демонстрировать способность и готовность: способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 34 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Элементарные процессы в пылевой плазме. Зарядка пылевых частиц в плазме.	3	2	0	2	0	0	0	8
2.	Тема 2. Приближение ограниченного орбитального движения. Неидеальность пылевой плазмы и фазовые переходы.	3	2	0	2	0	0	0	8
3.	Тема 3. Фазовая диаграмма дебаевских систем. Упорядоченные структуры пылевых частиц в разряде постоянного тока.	3	2	0	4	0	0	0	8
4.	Тема 4. Колебания, волны и неустойчивости пылевой плазмы. Колебания одиночных частиц в приэлектродном слое газового разряда.	3	2	0	2	0	0	0	8
5.	Тема 5. Линейные волны и неустойчивости в идеальной пылевой плазме. Экспериментальные методы диагностики пылевой плазмы.	3	2	0	2	0	0	0	8
6.	Тема 6. Виды установок по генерации плазменно-пылевых образований. Методы и техника селективной лазерной спектроскопии	3	4	0	4	0	0	0	8
7.	Тема 7. Новые направления исследований пылевой плазмы. Исследования пылевой плазмы в условиях невесомости.	3	2	0	2	0	0	0	8
	Итого		16	0	18	0	0	0	56

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Элементарные процессы в пылевой плазме. Зарядка пылевых частиц в плазме.**

Историческая справка, основные понятия и терминология. Зарядка пылевых частиц в плазме. Зарядка в газоразрядной плазме. Приближение

ограниченного орбитального движения. Применимость приближения ограниченного орбитального движения. Электростатическая сила. Сила ионного увлечения. Взаимодействие между пылевыми частицами в плазме. Образование и рост пылевых частиц.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Зарядовый состав пылевой плазмы. Флуктуации заряда пылевых частиц. Электростатический потенциал вокруг пылевой частицы. Основные силы, действующие на пылевые частицы в плазме. Сила трения со стороны нейтралов. Термофоретическая сила.

Зарядка в диффузионном режиме. Другие механизмы зарядки. Термоэлектронная эмиссия.

Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Кинетика зарядки пылевых частиц.

### **Тема 2. Приближение ограниченного орбитального движения. Неидеальность пылевой плазмы и фазовые переходы.**

Электростатический потенциал вокруг пылевой частицы. Применение модели ограниченного орбитального движения. Теоретические подходы. Неидеальность пылевой плазмы. Критерии кристаллизации. Динамика дебаевских систем. Экспериментальное исследование фазовых переходов в пылевой плазме. Плазменно-пылевой кристалл в радиочастотном разряде. Упорядоченные структуры в ядерно-возбуждаемой плазме. Пылевые кластеры в плазме.

### **Тема 3. Фазовая диаграмма дебаевских систем. Упорядоченные структуры пылевых частиц в разряде постоянного тока.**

Дается ответ на вопрос: какие системы называются дебаевскими.

Приводится порядок построения фазовой диаграммы дебаевских систем.

Рассматриваются упорядоченные структуры в термической плазме.

Изучаются свойства и параметры упорядоченных структур в термической плазме.

Ионно-звуковые и пыле-звуковые колебания.

### **Тема 4. Колебания, волны и неустойчивости пылевой плазмы. Колебания одиночных частиц в приэлектродном слое газового разряда.**

Основные уравнения. Экспериментальное изучение колебательных и волновых процессов в пылевой плазме. Волны в неидеальной пылевой плазме. Пыле-звуковые колебания. Колебания в плазменно-пылевом кристалле. Колебания одиночных частиц в приэлектродном слое газового разряда. Моделирование процессов колебаний одиночных частиц в пылевой плазме газового разряда пониженного давления. Основные уравнения. Численные модели колебательных процессов одиночных частиц в прикатодной области тлеющего разряда в аргоне.

### **Тема 5. Линейные волны и неустойчивости в идеальной пылевой плазме. Экспериментальные методы диагностики пылевой плазмы.**

Классификация волновых процессов в пылевой плазме. Волны в плазменном кристалле.

Затухание и неустойчивость колебаний в пылевой плазме. Моделирование линейных волн в двухкомпонентной пылеэлектронной термоэмиссионной пылевой плазме. Экспериментальное определение заряда пылевых частиц.

Экспериментальное определение потенциала взаимодействия. Методы и техника селективной лазерной спектроскопии.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Исследование магнитомеханического эффекта в газовом разряде с помощью пылевых частиц при исследовании физических условий в плазме.

### **Тема 6. Виды установок по генерации плазменно-пылевых образований. Методы и техника селективной лазерной спектроскопии**

Определение заряда пылевых частиц по штарковскому уширению спектральных линий атомов водорода.

Классификация видов установок по генерации и исследованию плазменно-пылевых образований. Методы и техника селективной лазерной спектроскопии при исследовании физических условий в пылевой плазме. Исследование населенности состояний синглетного и триплетного He. Исследования напряженности электрических полей.

### **Тема 7. Новые направления исследований пылевой плазмы. Исследования пылевой плазмы в условиях невесомости.**

Рассматриваются физические эксперименты в пылевой плазме, индуцированной УФ-излучением.

Обсуждаются возможные приложения пылевой плазмы.

Экспериментальные исследования плазменно-пылевых структур при сверхнизких температурах. Применение методов статистической физики для восстановления параметров пылевой плазмы.

## **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

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

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

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;

- 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)**

Интернет университет - <http://www.intuit.ru>

НОЦ "Плазма" - [plasma.karelia.ru](http://plasma.karelia.ru)

Сайт Объединенного института высоких температур - [http://jiht.ru/science/topics/topic3\\_2.php](http://jiht.ru/science/topics/topic3_2.php)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, решение задач по алгоритму и др.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.</p> <p>Подготовку к устному опросу проводить с использованием конспектов и литературных источников.</p>
практические занятия	<p>Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. При подготовке к практическим занятиям необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить соответствующую литературу;</li> <li>- иллюстрировать теоретические положения самостоятельно подобранными примерами;</li> <li>- разобрать примеры решения типовых задач (приводятся в методических указаниях);</li> </ul> <p>При выполнении практических работ студент пользуется справочной литературой и вычислительной техникой.</p>
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 практическим занятиям;</li> <li>- подготовка к зачету и экзамену.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Залогом успешной сдачи экзамена 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.

Специализированная лаборатория.

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

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

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



- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.04.01 "Техническая физика" и магистерской программе "Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика".

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

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Ивлев А.В. Введение в физику пылевой и комплексной плазмы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Ивлев, С.А. Храпак, В.И. Молотков. - Долгопрудный : Интеллект, 2017. - 128 с. - ISBN 978-5-91559-230-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/936074>

#### Дополнительная литература:

1. Лепешев А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [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 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/442144>

2. Вакуумная техника: справочник [Электронный ресурс] : справ. / К.Е. Демихов [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Машиностроение, 2009. - 590 с. - ISBN 978-5-94275-436-5 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/723>. - Загл. с экрана.

3. Кудрявцев А. А. Физика тлеющего разряда [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Кудрявцев, А. С. Смирнов, Л. Д. Цендин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1037-8 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/552>. - Загл. с экрана.

4. Рожанский В. А. Теория плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Рожанский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1233-4 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2769>. - Загл. с экрана.

5. Голант В. Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1198-6 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1550>. - Загл. с экрана.

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

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.