

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Введение в физику плазмы

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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. Файрушин И.И. (кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов, Отделение физики), IFajrushin@kpfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основные принципы проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Должен уметь:

Уметь применять основные принципы проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Должен владеть:

Владеть основными принципами проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 127 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 53 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная 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. Плазменное состояние вещества. Условия образования плазмы и способы ее получения. Виды электрических разрядов. Критерии классификации плазмы.	6	3	0	4	0	0	0	3
2.	Тема 2. Дебаевское экранирование. Плазменная частота. Плазменный параметр. Критерии существования плазмы.	6	3	0	4	0	0	0	3
3.	Тема 3. Движение заряженных частиц в стационарных электрических и магнитных полях.	6	3	0	4	0	0	0	3
4.	Тема 4. Движение заряженных частиц в нестационарных электрических и магнитных полях.	6	3	0	4	0	0	0	3
5.	Тема 5. Термодинамика плазмы. Температура плазмы. Тепловая и кулоновская энергия плазмы.	6	3	0	4	0	0	0	3
6.	Тема 6. Равновесная плазма. Состав плазмы. Степень ионизации плазмы. Формула Саха	6	4	0	5	0	0	0	3
7.	Тема 7. Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм.	6	3	0	4	0	0	0	3
8.	Тема 8. Плазма как жидкость. Диффузионно-дрейфовая модель газовых разрядов.	6	3	0	4	0	0	0	3
9.	Тема 9. Элементарные процессы в плазме: ионизация, рекомбинация, перезарядка.	6	3	0	4	0	0	0	3
10.	Тема 10. Волны в плазме. Электронные (ленгмюровские) волны. Ионозвуковые волны. Электромагнитные волны в плазме.	6	4	0	5	0	0	0	3
11.	Тема 11. Полностью ионизованная плазма. Модель однокомпонентной плазмы. Идеальная однокомпонентная плазма.	6	3	0	4	0	0	0	3
12.	Тема 12. Неидеальная классическая плазма. Параметры неидеальности и экранировки. Фазовая диаграмма неидеальной плазмы.	6	4	0	5	0	0	0	4
13.	Тема 13. Пылевая плазма. Термоэмиссионная пылевая плазма. Зарядовый состав ТПП.	6	4	0	5	0	0	0	4
14.	Тема 14. Потенциалы взаимодействия Юкавы и Кулона в физике неидеальной плазмы. Методы моделирования неидеальной плазмы.	6	4	0	5	0	0	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
15.	Тема 15. Структурные свойства неидеальной плазмы. Радиальная функция распределения. Частота Эйнштейна.	6	3	0	5	0	0	0	4
16.	Тема 16. Термодинамические характеристики неидеальной классической плазмы. Избыточная энергия, избыточное давление.	6	4	0	6	0	0	0	4
	Итого		54	0	72	0	0	0	53

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Плазменное состояние вещества. Условия образования плазмы и способы ее получения. Виды электрических разрядов. Критерии классификации плазмы.

Что такое плазма? Определение понятия плазмы. История развития представлений о

о плазменном состоянии вещества. Образование плазмы в природе и астрофизических объектах. Устройства для получения плазмы. Виды электрических разрядов. Разряды постоянного и переменного токов. Критерии классификации плазмы.

Тема 2. Дебаевское экранирование. Плазменная частота. Плазменный параметр. Критерии существования плазмы.

Поле заряда в плазме. Понятие экранирования. Вывод уравнения Пуассона-Больцмана из теоремы Гаусса. Решение уравнения Пуассона-Больцмана. Экранированный потенциал электрического поля. Дебаевская сфера. Идеальность плазмы. Плазменный параметр. Вывод формулы для плазменной частоты. Масштаб разделения зарядов в плазме.

Тема 3. Движение заряженных частиц в стационарных электрических и магнитных полях.

Движение заряженной частицы в постоянных электрических и магнитных полях. Циклотронная частота, ларморовский радиус. Движение заряженной частицы в скрещенных электрических и магнитных полях, скорость дрейф. Движение заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Градиентный дрейф. Центробежный дрейф. Учет гравитационного поля.

Тема 4. Движение заряженных частиц в нестационарных электрических и магнитных полях.

Движение заряженной частицы в однородном и нестационарном электрическом поле при постоянном магнитном поле. Движение заряженной частицы в однородном и нестационарном магнитном поле при постоянном электрическом поле. Анализ движения заряженных частиц в однородных, но нестационарных электрических и магнитных полях. Возникновение поляризационного дрейфа. Адиабатическое сжатие плазмы.

Тема 5. Термодинамика плазмы. Температура плазмы. Тепловая и кулоновская энергия плазмы.

Понятие температуры для плазменного состояния вещества. Полное и частичное термодинамическое равновесие. Изотермическая (равновесная) и неизотермическая (неравновесная) плазма. Вклад энергии кулоновских взаимодействий в полную внутреннюю энергию плазмы. Кулоновские поправки в свободную энергию и давление плазмы.

Тема 6. Равновесная плазма. Состав плазмы. Степень ионизации плазмы. Формула Саха

Понятие ионизационного равновесия. Основные процессы ионизации и рекомбинации плазмы. Константы скоростей процессов ионизации и рекомбинации. Закон действующих масс. Общий вид условия равновесия ионизации. Вывод формулы Саха из квазиклассической статистики. Вывод формулы Саха из химической термодинамики.

Тема 7. Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм.

Динамика упругого парного столкновения частиц. Транспортное сечение столкновения двух частиц первого и второго порядков. Сечения рассеяния и эффективные сечения столкновений частицы. Электропроводность плазмы. Кулоновский логарифм. Сечения рассеяния и эффективные сечения столкновений частицы. Электропроводность плазмы. Кулоновский логарифм.

Тема 8. Плазма как жидкость. Диффузионно-дрейфовая модель газовых разрядов.

Условие применения диффузионно-дрейфового приближения для описания плазмы. Уравнения непрерывности для различных компонент плазмы. Уравнение баланса энергии для электронов. Граничные условия. Моделирование электрических разрядов. Виды эмиссий электродов в газовых разрядах: вторичная, термо- и авто электронная эмиссии.

Тема 9. Элементарные процессы в плазме: ионизация, рекомбинация, перезарядка.

Элементарные процессы в плазме: ионизация, рекомбинация, перезарядка. Ионизация электронным ударом. Тройная рекомбинация. Ступенчатые процессы. Принцип детального равновесия. Резонансная перезарядка. Ионизация электронным ударом. Тройная рекомбинация. Ступенчатые процессы. Принцип детального равновесия. Резонансная перезарядка.

Тема 10. Волны в плазме. Электронные (ленгмюровские) волны. Ионозвуковые волны. Электромагнитные волны в плазме.

Многообразие волновых процессов в плазме. Электронные (плазменные) колебания. Ленгмюровские волны в плазме. Ионозвуковые волны, ионный звук в плазме. Дисперсионные соотношения для Ленгмюровских и Ионозвуковых волн. Поляризуемость плазмы. Распространение электромагнитных волн в плазме. Дисперсионное соотношение для электромагнитных волн в плазме.

Тема 11. Полностью ионизованная плазма. Модель однокомпонентной плазмы. Идеальная однокомпонентная плазма.

Примеры полностью ионизованной плазмы. Модель желе или однородного фона противоположного знака. Однокомпонентная кулоновская плазма. Дисперсионное соотношение для идеальной однокомпонентной плазмы. Плазменные возбуждения в идеальной однокомпонентной плазме и их затухание. Вибрационные свойства электронного газа.

Тема 12. Неидеальная классическая плазма. Параметры неидеальности и экранировки. Фазовая диаграмма неидеальной плазмы.

Условие неидеальности однокомпонентной кулоновской плазмы. Параметр неидеальности. Вырождение электронного газа. Примеры реализации неидеальной однокомпонентной плазмы. Белые карлики, нейтронные звезды, лазерная плазма. Однокомпонентная плазма Юкавы. Параметр экранировки. Фазовые состояния и фазовая диаграмма ЮОКП.

Тема 13. Пылевая плазма. Термоэмиссионная пылевая плазма. Зарядовый состав ТПП.

Что такое пылевая плазма? Примеры реализации в природе и лабораторных условиях. Эксперименты в условиях микрогравитации. Виды пылевой плазмы. Многообразие свойств пылевой плазмы. Современное состояние исследований в области физики пылевой плазмы. Термическая пылевая плазма. Термоэмиссионная пылевая плазма. Расчет зарядового состава термической пылевой плазмы.

Тема 14. Потенциалы взаимодействия Юкавы и Кулона в физике неидеальной плазмы. Методы моделирования неидеальной плазмы.

Дальнодействие кулоновского взаимодействия и его учет. Потенциалы межчастичного взаимодействия Юкавы и Кулона. Применение методов Монте-Карло и молекулярной динамики для исследования свойств неидеальной плазмы. Реализация метода молекулярной динамики и его основные принципы. Статистические ансамбли.

Тема 15. Структурные свойства неидеальной плазмы. Радиальная функция распределения. Частота Эйнштейна.

Радиальная функция распределения частиц для однокомпонентной многочастичной системы. Статический структурный фактор и ее связь с радиальной функцией распределения. Методы экспериментального измерения статического структурного фактора. Расчет частоты Эйнштейна для многочастичных систем с известным потенциалом межчастичного взаимодействия.

Тема 16. Термодинамические характеристики неидеальной классической плазмы. Избыточная энергия, избыточное давление.

Расчет внутренней энергии и внутреннего давления в системах с Кулоновским и Юкавовским межчастичным взаимодействием. Применение двухступенчатого приближения для радиальной функции распределения для аналитического расчета термодинамических характеристик плазмы Кулона и Юкавы в двумерной и трехмерной геометрии.

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 планируемому результату 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)

Сайт Объединенного института высоких температур - <https://jiht.ru/>

Электронная библиотечная система Знаниум - <https://znanium.com/>

Электронная библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Методические рекомендации при самостоятельном изучении студентом нового лекционного материала. Работу по формированию умений, обеспечивающих самостоятельное изучение студентом нового материала, нужно начинать на занятии. Можно предложить группе самостоятельно изучить тот или иной материал учебника. Для проведения такой работы, во-первых, преподаватель должен быть убежден, что каждый студент готов к ней, во-вторых, студент должен знать, что конкретно он должен знать и уметь после проведения этой работы. Системой предварительных заданий, устных и письменных упражнений преподавателю следует подготовить необходимую базу, обеспечивающую самостоятельность в этой работе. Специальные вопросы и задания, ориентирующие студентов и ведущие к конечной цели данной работы, заранее можно написать на доске (или проецировать на экран). При наличии вопросов в учебнике можно просто указать, на какие вопросы студент должен уметь ответить, изучив данный материал. Среди вопросов к работе можно предлагать и такие, ответа на которые непосредственно нет в учебнике, и поэтому требуются некоторые размышления студента. Возможно, не все студенты сумеют ответить на них. Однако, каждая самостоятельная работа по изучению нового материала должна обязательно завершаться проверкой понимания изученного. Желательно, чтобы самостоятельно изученный на уроке материал был и закреплен здесь же. В этом случае дома его придется повторять лишь отдельным студентам, и перегрузки домашними заданиями не будет. Вопрос о том, сколько времени придется тратить на выполнение домашнего задания, во многом зависит от того, как понят студентом материал на лекции и как он закреплен. А это, в свою очередь, обеспечивается наличием у студентов умений и навыков самостоятельной работы и навыков учебного труда.</p>
практические занятия	<p>Методические рекомендации по самостоятельной работе на практических занятиях: Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнения и решения задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что усвоение лекционного материала будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций - задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для более активной проработки лекции. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если можно выделить несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками. Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать задачу несколькими способами и сравнить полученные результаты.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа - это педагогически управляемый процесс самостоятельной деятельности студентов, обеспечивающий реализацию целей и задач по овладению необходимым объемом знаний, умений и навыков, опыта творческой работы и развитию профессиональных интеллектуально-волевых, нравственных качеств будущего специалиста. Выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная, выполняется на занятиях под руководством преподавателя и по его заданию; - внеаудиторная, выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа студентов проводится с целью: - систематизации и закрепления полученных знаний и практических умений и навыков студентов; - углубления и расширения теоретических знаний; - формирования умений использовать специальную, справочную литературу, Интернет; - развития познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; - формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; - развития исследовательских знаний. Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении данной дисциплины включает следующие виды работ: - изучение теоретического материала; - проработка теоретического материала; - ответы на проблемные вопросы преподавателя. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются: - уровень освоения студентом учебного материала; - обоснованность и четкость изложения ответа; - оформление материала в соответствии с требованиями; - демонстрация полученных ЗУН на практике.</p>
экзамен	<p>Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.</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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.02 Введение в физику плазмы

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Котельников, И. А. Лекции по физике плазмы. Том 1. Основы физики плазмы: Учебное пособие для вузов / И. А. Котельников. - 5-е изд., стер. Издательство Лань 2023. - 400 с. - ISBN 978-5-507-46437-1 Текст : электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/310163>.
2. Голант, В. Е., Основы физики плазмы / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - 2-е изд., испр. и доп. Издательство Лань 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1198-6 Текст : электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210629>.
3. Фортов, В. Е. Статистическая физика плотных газов и неидеальной плазмы / В. Е. Фортов В. С. Филинов, А. С. Ларкин, В. Эбелинг. - М.: Издательство Физматлит 2020. - 672 с. ISBN 978-5-9221-1885-9 Текст : электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185592>.

Дополнительная литература:

1. Комплексная и пылевая плазма: из лаборатории в космос / Под ред. В. Е. Фортова, Г. Е. Морфилла. Пер. с англ. под ред. А.Г. Храпака. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 444 с.
2. Франк-Каменецкий Д. А. Лекции по физике плазмы / Д. А. Франк-Каменецкий. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 280 с. - ISBN: 978-5-91559-004-4. - Текст : электронный. - URL:<https://znanium.com/catalog/document?id=39341>

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

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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

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

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