

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 09.04.2025 14:33:11 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb9815b6cb77a48b09a8788b8522525	Рабочая программа дисциплины "Основы физики плазмы" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Основы физики плазмы**

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2022

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2022 г.

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Основы физики плазмы» состоит в подготовке выпускников к использованию основных понятий, моделей и законов физики плазмы в профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

1. Изучение основных понятий, законов и моделей физики плазмы.
2. Знакомство с актуальными приложениями физики плазмы.
3. Решение типовых теоретических задач по физике плазмы.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физики конденсированного состояния вещества; о способах планирования и организации исследований;

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам;

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области физики конденсированного состояния вещества: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.03.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Механика

Механика сплошных сред

Электродинамика

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Физика фундаментальных взаимодействий

Теоретическая астрофизика

Астрофизика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области физики конденсированного состояния вещества, при проведении научно-исследовательских разработок**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1: определения плазмы, задачи и методы физики плазмы; основные теоретические подходы к описанию плазмы; основные закономерности поведения плазмы; типы колебаний, волн и неустойчивостей, возникающих в плазме; основные характеристики и параметры плазмы, их физический смысл

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2: применять терминологию физики плазмы в описании моделей и задач; выбирать основные теоретические подходы к описанию плазмы для решения конкретных задач; использовать закономерности поведения плазмы для объяснения конкретных явлений или теоретических результатов

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыком решения простых задач по физике плазмы

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### 3.1 Знать:

3.1.1 определения плазмы, задачи и методы физики плазмы; основные теоретические подходы к описанию плазмы; основные закономерности поведения плазмы; типы колебаний, волн и неустойчивостей, возникающих в плазме; основные характеристики и параметры плазмы, их физический смысл

#### 3.2 Уметь:

Рабочая программа дисциплины "Основы физики плазмы" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.2.1	применять терминологию физики плазмы в описании моделей и задач; выбирать основные теоретические подходы к описанию плазмы для решения конкретных задач; использовать закономерности поведения плазмы для объяснения конкретных явлений или теоретических результатов	
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>	
3.3.1	навыком решения простых задач по физике плазмы	

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 54 самостоятельная работа : 18	Виды контроля в семестрах:  зачеты 6

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Основные понятия</b>				
1.1	Определения: плазма, степень ионизации, длина и время свободного пробега, частота столкновений, длина волны Де-Бройля, дебаевская длина, радиус сильного рассеяния. Таблица: состояния и виды плазмы, методы её описания, примеры /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Задачи 1.1-1.3 /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Задачи 1.4-1.5. Задача 1.3 (доработка) /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Ионизация и рекомбинация</b>				
2.1	Ионы, их классификация. Энергия и потенциал ионизации. Энергия сродства к электрону. Столкновительная ионизация, фотоионизация, ионизация полем. Сечения фотоионизации и фоторекомбинации. Механизмы образования и разрушения отрицательных ионов /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Задачи 2.1-2.2. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Задачи 2.3-2.4. Задача 2.2 (доработка) /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Дрейфы частиц в магнитном поле</b>				
3.1	Ларморовский (циклотронный) радиус. Электрический дрейф. Гравитационный дрейф. Градиентный дрейф. Центробежный дрейф. Дрейфовый ток /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Задачи 3.1-3.4. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Задачи 3.5-3.7. /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Многокомпонентная магнитная гидродинамика</b>				
4.1	Суммирование уравнений движения частиц в единице объёма. Приближение полностью ионизованной плазмы. Обобщённый закон Ома, плотность тока, проводимость. Уравнение индукции. Вмороженность и диффузия магнитного поля. Приближение слабоионизованной плазмы. Магнитная амбиполярная диффузия /Лек/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Задачи 4.1-4.3. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

Рабочая программа дисциплины "Основы физики плазмы" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
4.3	Задача 4.4. Задача 4.2 (доработка). /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Колебания и волны</b>				
5.1	Тепловые флуктуации плотности заряда. Ленгмюровские колебания. Магнитогидродинамические волны: альвеновские, быстрые и медленные магнитозвуковые. Ионный звук. Основные волновые эффекты. Косые волны и тензорные характеристики плазмы /Лек/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Задачи 5.1-5.2. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Задачи 5.3-5.6. Задача 5.2 (доработка). /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 6. Физическая кинетика плазмы</b>				
6.1	Функция распределения и её моменты. Уравнение Больцмана. Уравнение Власова. Дисперсионное соотношение для ленгмюровских волн. Затухание Ландау /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Задачи 6.1-6.3. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Задачи 6.4-6.6. /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 7. Неустойчивости плазмы</b>				
7.1	Гидромагнитные неустойчивости: желобковая, винтовая, сосисочная, изгибная. Дрейфовые неустойчивости: волновая, универсальная. Кинетические неустойчивости: пучковая, ионно-звуковая, конусная. Диссипативные неустойчивости: гравитационная, токово- конвективная. Параметрические неустойчивости. /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Задачи 7.1-7.3. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	Задача 7.4. /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)  
Вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Задачи к практическим занятиям (в сумме 66 баллов)

Раздел 1. Основные понятия.

Задача 1.1: оценить отношение средней кинетической и потенциальной энергий протонов в центре Солнца (1 балл).

Задача 1.2: сравнить магнитное и тепловое давления в солнечных пятнах (1 балл).

Задача 1.3: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC классическое движение электрона в атоме (3 балла).

Задача 1.4: при какой степени ионизации газ в лампе дневного света становится плазмой (2 балла)?

Задача 1.5: является ли плазма в магнитосфере Земли холодной (1 балл)?

Раздел 2. Ионизация и рекомбинация.

Задача 2.1: найти температурную зависимость равновесной концентрации электронов для слабоионизованной плазмы, имеющей основной компонент с энергией ионизации  $J$  (1 балл).

Задача 2.2: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC классическое движение электрона в атоме и его вырывание внешним электрическим полем (3 балла).

Задача 2.3: считая заданной константу равновесия ионизации, вычислить равновесную степень ионизации для вещества, являющегося малой примесью в плазме, и для вещества, являющегося основным компонентом плазмы (1 балл).

Задача 2.4: записать приближенную формулу Саха через дебройлевскую и комптоновскую длины волны электрона (1 балл).

Раздел 3. Дрейфы частиц в магнитном поле.

Задача 3.1: вывести выражение для плотности тока при гравитационном дрейфе (1 балл).

Задача 3.2: оценить плотность тока при гравитационном дрейфе частиц в ионосфере Земли (2 балла).

Задача 3.3: вычислить выражение для скорости градиентного дрейфа, учитывая непрерывность изменения циклотронного радиуса (1 балл).

Задача 3.4: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC электрический дрейф электронов и протонов (3 балла).

Задача 3.5: вывести выражение для плотности тока при центробежном дрейфе (1 балл).

Задача 3.6: оценить плотность тока при центробежном дрейфе частиц в ионосфере Земли (2 балла).

Задача 3.7: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC гравитационный дрейф электронов и протонов (3 балла).

Раздел 4. Многокомпонентная магнитная гидродинамика.

Задача 4.1: записать уравнение индукции в слабоионизованной плазме в предельных случаях: покоящаяся плазма, слабое сцепление, сильное сцепление, быстрое течение (2 балла).

Задача 4.2: найти безразмерные параметры, определяющие поведение плазмы в приближении магнитной гидродинамики (2 балла).

Задача 4.3: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC движение и взаимодействие квадратных решёток из 16 электронов и 16 протонов во внешнем электрическом поле; оценить плотность тока (3 балла).

Задача 4.4: вывести уравнение диффузии слоисто-неоднородного магнитного поля из уравнения индукции в приближении однородной концентрации частиц и температуры (2 балла).

Раздел 5. Колебания и волны.

Задача 5.1: вывести фазовые и групповые скорости альвеновских и поперечных магнитозвуковых волн (2 балла).

Задача 5.2: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC движение и взаимодействие смещённых решёток из 16 электронов и 16 протонов. Оценить частоту плазменных колебаний (3 балла).

Задача 5.3: оценить частоту ленгмюровских колебаний в плазме токамака (2 балла).

Задача 5.4: оценить альвеновскую скорость в солнечных пятнах (1 балл).

Задача 5.5: перерисовать диаграмму Фридрикса и выписать её объяснение (1 балл).

Задача 5.6: каково должно быть соотношение между циклотронными частотами и плазменной частотой, для того чтобы альвеновская скорость была много меньше скорости света (1 балл)?

Раздел 6. Физическая кинетика плазмы.

Задача 6.1: вывести выражения для тензора плотности потока импульса через функцию распределения (1 балл).

Задача 6.2: вывести изменение функции распределения за счёт средних (не флуктуирующих) сил (2 балла).

Задача 6.3: линеаризовать уравнение Власова (2 балла).

Задача 6.4: доказать, что в холодной плазме амплитуда плоской ленгмюровской волны может быть конечной (2 балла).

Задача 6.5: найти частоту колебаний электронов, захваченных ленгмюровской волной (2 балла).

Задача 6.6: перерисовать и объяснить экспериментальные дисперсионные кривые ленгмюровских волн (2 балла).

Раздел 7. Неустойчивости плазмы.

Задача 7.1: нарисовать схему проводников и магнитного поля в ловушке типа «магнитная яма» (1 балл).

Задача 7.2: вывести критерий сосисочной неустойчивости (2 балла).

Задача 7.3: вывести уравнения взрывной неустойчивости волн (3 балла).

Задача 7.4: заполнить таблицу характеристик 8 неустойчивостей: название, равновесное состояние, возмущения, критерий неустойчивости (3 балла).

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету (в сумме 81 балл)

1. Определения: плазма, степень ионизации, дебаевская длина, радиус сильного рассеяния.
2. Таблица: состояния и виды плазмы, методы её описания, примеры.
3. Ионы, их классификация. Энергия и потенциал ионизации. Энергия сродства к электрону.
4. Столкновительная ионизация, фотоионизация, ионизация полев. Сечения фотоионизации и фоторекомбинации.
5. Механизмы образования и разрушения отрицательных ионов.
6. Ларморовский (циклотронный) радиус. Электрический дрейф.
7. Гравитационный дрейф. Градиентный дрейф.
8. Центробежный дрейф. Дрейфовый ток.

9. Суммирование уравнений движения частиц в единице объёма.
10. Приближение полностью ионизованной плазмы.
11. Обобщённый закон Ома, плотность тока, проводимость.
12. Уравнение индукции. Вмороженность и диффузия магнитного поля.
13. Приближение слабоионизованной плазмы.
14. Магнитная амбиполярная диффузия.
15. Тепловые флуктуации плотности заряда. Ленгмюровские колебания.
16. Магнитогидродинамические волны: альвеновские, быстрые и медленные магнитозвуковые. Ионный звук.
17. Основные волновые эффекты.
18. Косые волны и тензорные характеристики плазмы.
19. Функция распределения и её моменты.
20. Уравнение Больцмана. Уравнение Власова.
21. Дисперсионное соотношение для ленгмюровских волн.
22. Затухание Ландау.
23. Гидромагнитные неустойчивости: желобковая, винтовая, сосисочная, изгибающая.
24. Дрейфовые неустойчивости: волновая, универсальная.
25. Кинетические неустойчивости: пучковая, ионно-звуковая, конусная.
26. Диссипативные неустойчивости: гравитационная, токово-конвективная.
27. Параметрические неустойчивости.

#### 6.4. Критерии оценивания

Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Для зачёта дисциплины достаточно набрать половину от максимальной суммы баллов (165), то есть 83 балла.

1. За посещение одного из 18 занятий начисляется 1 балл.
2. За пропуск занятия вычитается 1 балл.
3. Решение и защита задачи: 0-3 балла, в зависимости от сложности задачи и качества решения.
4. Ответ на зачётный вопрос: 0-3 балла, в зависимости от качества ответа.

Сдавать зачёт можно по частям – после вычитки лекционного материала и сдачи задач по каждому разделу.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
ЛП.1	Арцимович Л. А., Сагдеев Р. З.	Физика плазмы для физиков ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492300">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492300</a> )	Москва : Атомиздат, 1979	ЭБС
ЛП.2	Франк-Каменецкий Д. А.	Лекции по физике плазмы ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492313">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492313</a> )	Москва : Атомиздат, 1968	ЭБС
ЛП.3	Голант В. Е., Жилинский А. П., Сахаров Е. И.	Основы физики плазмы ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492319">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492319</a> )	Москва : Атомиздат, 1977	ЭБС

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
ЛД.1	Кадамцев Б. Б.	Коллективные явления в плазме	М.: Наука, 1988	

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>			
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблицинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>			
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblionline.ru">https://biblionline.ru</a>			
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>			
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>			

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

Рабочая программа дисциплины "Основы физики плазмы" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 8
PascalABC	
LMS Moodle	
Adobe Connect Acrobat	
Антивирус Касперского	
<b>7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы</b>	
1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <a href="http://library.csu.ru/ru/">http://library.csu.ru/ru/</a> - Челябинск, 1992.	
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.	
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.	
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.	
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.	

<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.
Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).
Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).
Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медицентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
Освоение содержания учебной дисциплины «Основы физики плазмы» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.
Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.
Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.
Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводятся защиты задач по каждой теме практических занятий. Защита задач по теме подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход их решения. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.
Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.
В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).
При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «E1Braile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Cleve с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

