

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: 10.04.2025 10:27:51 Уникальный программный идентификатор (специальности) Физика 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Электродинамика сплошных сред" по направлению подготовки направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

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

**Электродинамика сплошных сред**

**Направление подготовки (специальность)**

**03.03.02 Физика**

**Направленность (профиль)**

**Физика конденсированного состояния вещества**

**Присваиваемая квалификация (степень)**

**бакалавр**

**Форма обучения**

**очная**

**Год(ы) набора 2023**

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

**Челябинск 2023 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 «Электродинамика сплошных сред» состоит в изучении фундаментальных основ описания теории электромагнитного поля, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач

Основные задачи дисциплины:

- Знакомство с основами и современными проблемами электродинамики сплошных сред

- Формирование у студентов естественнонаучной картины мира.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.24

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Механика

Молекулярная физика

Электричество и магнетизм

Оптика

Атомная физика

Электродинамика

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

Физика фундаментальных взаимодействий

Физика конденсированного состояния

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;**

#### **Знать:**

Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы и модели электродинамики сплошных сред

#### **Уметь:**

Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Электродинамика сплошных сред", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электродинамики сплошных сред.

#### **Владеть:**

Для достижения ОПК-1.3: физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу теоретической физики "Электродинамика сплошных сред"

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**3.1 Знать:**



Рабочая программа дисциплины "Электродинамика сплошных сред" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.1.1	теоретические основы, основные понятия, законы и модели электродинамики сплошных сред	
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>	
3.2.1	понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Электродинамика сплошных сред", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электродинамики сплошных сред.	
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>	
3.3.1	физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу теоретической физики "Электродинамика сплошных сред"	

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 68 самостоятельная работа : 11 часов на контроль : 18 контактная работа: 79 ИКР: 11	Виды контроля в семестрах:  экзамены 6

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Электромагнитное поле в веществе</b>				
1.1	Электромагнитные свойства вещества. Электронная теория Лоренца. Система уравнений $\text{VEjD}$ . Система уравнений $\text{VED}$ /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Электромагнитные свойства вещества. Электронная теория Лоренца. Система уравнений $\text{VEjD}$ . Система уравнений $\text{VED}$ /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Уравнения Максвелла</b>				
2.1	Классические уравнения Максвелла. Электрическая поляризация. Намагничивание. Система уравнений $\text{VEND}$ . Интегральная форма уравнений Максвелла. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Материальные уравнения. Восприимчивости и проницаемости. Дифференциальная формулировка закона Ома. Закон Джоуля-Ленца. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Потенциалы электромагнитного поля в среде. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Классические уравнения Максвелла. Материальные уравнения. /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Стационарное электромагнитное поле</b>				
3.1	Электростатика. Постоянное электрическое поле в диэлектриках. Постоянное электрическое поле в проводниках. Типы электростатических задач. Прямые методы решения задач электростатики. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Электростатика. Постоянное электрическое поле в диэлектриках. Постоянное электрическое поле в проводниках. Типы электростатических задач. Прямые методы решения задач электростатики. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



Рабочая программа дисциплины "Электродинамика сплошных сред" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
3.3	Специальные методы решения задач электростатики. Метод изображений. Метод инверсии. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.4	Специальные методы решения задач электростатики. Метод изображений. Метод инверсии. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.5	Энергия электростатического поля. Диэлектрики. Система проводников. Энергия взаимодействия диэлектрической среды с электростатическим полем. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.6	Энергия электростатического поля. Диэлектрики. Система проводников. Энергия взаимодействия диэлектрической среды с электростатическим полем. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.7	Пондеромоторные силы в электростатике. Силы, действующие на проводники. Силы, действующие на диэлектрики. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.8	Пондеромоторные силы в электростатике. Силы, действующие на проводники. Силы, действующие на диэлектрики. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.9	Магнитостатика. Основные уравнения. Энергия магнитостатического поля. Пондеромоторные силы в магнитостатике. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.10	Магнитостатика. Основные уравнения. Энергия магнитостатического поля. Пондеромоторные силы в магнитостатике. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.11	Электростатика. Специальные методы решения задач электростатики. Энергия электростатического поля. Пондеромоторные силы в электростатике. Магнитостатика. /Ср/	6	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Квазистационарное электромагнитное поле</b>				
4.1	Приближение квазистационарного электромагнитного поля. Приближение квазистационарности. Обобщенный закон электромагнитной индукции. Силы, действующие на проводник с током. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Приближение квазистационарного электромагнитного поля. Приближение квазистационарности. Обобщенный закон электромагнитной индукции. Силы, действующие на проводник с током. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Квазистационарные токи в проводниках. Энергия взаимодействия токов. Линейные цепи квазистационарных токов. Скин-эффект. /Лек/	6	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Квазистационарные токи в проводниках. Энергия взаимодействия токов. Линейные цепи квазистационарных токов. Скин-эффект. /Пр/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.5	Приближение квазистационарного электромагнитного поля. Квазистационарные токи в проводниках. /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



<b>Раздел 5. Электродинамика в средах с дисперсией</b>				
5.1	Электродинамика в средах с дисперсией. Временная и пространственная дисперсия. Тензоры комплексной проводимости и проницаемости. Классификация диспергирующих сред. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Электромагнитные волны в диспергирующих средах. Дисперсионные уравнения для нормальных электромагнитных волн. Однородная изотропная среда. Гиротропная среда. Вращение плоскости поляризации. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Магнитооптика. Магнитогиротропная среда. Круговое магнитное двулучепреломление. Линейное магнитное двулучепреломление. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.4	Электродинамика в средах с дисперсией. Электромагнитные волны в диспергирующих средах. Магнитооптика. /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 6. Электродинамика движущейся среды</b>				
6.1	Четырехмерная формулировка электродинамики сплошной среды. Медленно движущиеся среды. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Четырехмерная формулировка электродинамики сплошной среды. Медленно движущиеся среды. /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 7. Магнитная гидродинамика</b>				
7.1	МГД-приближение. Уравнение индукции. Диффузия магнитного поля. Вмороженность магнитного поля. Уравнения магнитной гидродинамики. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Частные случаи МГД-течений. Магнитная гидростатика. Бессиловые и бестоковые магнитные поля. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	МГД-волны. Линеаризация уравнений магнитной гидродинамики. Альфвеновские волны. Магнитозвуковые волны. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.4	Сильные МГД-разрывы. Условия Гюгонио в магнитной гидродинамике. МГД-тангенциальные разрывы. Вращательные разрывы. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.5	МГД-ударные волны. Общие свойства. МГД-ударная адиабата. Нормальные ударные волны. Эволюционность ударных волн. Характер изменения магнитного поля в ударных волнах. Другие типы обобщенных решений МГД- уравнений. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.6	МГД-приближение. Частные случаи МГД-течений. МГД-волны. Сильные МГД-разрывы. МГД-ударные волны. /Ср/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 8. Физика плазмы</b>				
8.1	Основы физики плазмы. Основные параметры плазмы. Квазинейтральность плазмы. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



Рабочая программа дисциплины "Электродинамика сплошных сред" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
8.2	Основы физики плазмы. Основные параметры плазмы. Квазинейтральность плазмы. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.3	Модели для описания плазмы. Модель независимых частиц. Двухжидкостная модель. Проводимость плазмы. Кинетическое описание. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.4	Колебания, волны и неустойчивости в плазме. Линеаризация уравнений двухжидкостной модели. Холодная плазма без магнитного поля. Холодная магнитоактивная плазма. Основные плазменные неустойчивости. /Лек/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.5	Основы физики плазмы. Модели для описания плазмы. Колебания, волны и неустойчивости в плазме. /Ср/	6	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 9. Иная контактная работа</b>				
9.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	11	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)  
Контрольная работа  
Вопросы к экзамену

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

Пример варианта контрольной работы

Задача 1. Точечный заряд  $q$  расположен на плоской границе раздела 2-х однородных бесконечных диэлектриков ( $\epsilon_1, \epsilon_2$ ).  
Найти  $\phi, E, D$ .

Задача 2. Найти энергию взаимодействия электронного облака с ядром в атоме водорода. Заряд электрона в атоме распределен с объемной плотностью  $\rho(r) = e_0 / (\pi a^3) e^{-2r/a}$

Задачи

1. Незаряженный металлический шар радиуса  $R$  вносится в электрическое поле, которое в отсутствие шара было однородным и равным  $E_0$ . Диэлектрическая проницаемость среды:  $\epsilon$ . Определить результирующее поле  $\phi$  и плотность поверхностных зарядов на шаре.
2. Точечный заряд  $q$  расположен на плоской границе раздела 2-х однородных бесконечных диэлектриков ( $\epsilon_1, \epsilon_2$ ). Найти  $\phi, E, D$ .
3. Найти собственные частоты колебаний двух идеальных контуров.
4. Найти потенциал и электрическое поле бесконечной заряженной пластины толщины  $a$  с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_p$ , расположенной в бесконечной диэлектрической среде с проницаемостью  $\epsilon$ . Объемная плотность заряда пластины равна  $\rho$ .
5. Шар радиуса  $a$ , с зарядом  $Q$ , диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_a$ , окружен шаровым слоем внешнего радиуса  $b$  с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_b$ . Вне шарового слоя находится диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Найти потенциал и напряженность электрического поля, создаваемого системой.
6. Определить напряженность магнитного поля, создаваемого постоянным током  $J$ , текущим по бесконечно длинному цилиндрическому магнетику радиуса  $a$ , состоящему из материала с магнитной проницаемостью  $\mu_0$ . Вне цилиндра находится магнетик с магнитной проницаемостью  $\mu$ .
7. Незаряженный металлический шар радиуса  $R$ , заряда  $q$ , находится на плоской границе раздела двух бесконечных однородных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал электрического поля системы, и распределение заряда на шаре  $\eta$  (свободного или связанного?).
8. Найти энергию взаимодействия электронного облака с ядром в атоме водорода. Заряд электрона в атоме распределен с объемной плотностью  $\rho(r) = e_0 / (\pi a^3) e^{-2r/a}$
9. Точечный заряд  $q$  находится в точке  $A$  на расстоянии  $a$  от плоской границы раздела двух бесконечных однородных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал системы методом изображений.



10. Определить время релаксации заряда с объемной плотностью  $\rho$  в проводящей среде с проводимостью  $\sigma$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ .
11. Получить волновые уравнения и дать анализ их решения в случае непроводящей среды.
12. Получить волновые уравнения и дать анализ их решения в случае проводящей среды.

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

#### Вопросы к экзамену

1. Электромагнитные свойства вещества.
2. Основные положения электронной теории Лоренца.
3. Система уравнений электродинамики  $VEj_t$ .
4. Система уравнений электродинамики  $VED$ .
5. Поляризация.
6. Намагничивание.
7. Система уравнений электродинамики  $VEND$ .
8. Диэлектрические и магнитные восприимчивости и проницаемости.
9. Дифференциальная формулировка закона Ома.
10. Закон Джоуля-Ленца.
11. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
12. Потенциалы электромагнитного поля в среде.
13. Постоянное электромагнитное поле в веществе.
14. Электростатика диэлектриков.
15. Электростатика проводников.
16. Типы электростатических задач.
17. Прямые методы решения задач электростатики.
18. Метод изображений.
19. Метод инверсии.
20. Электростатическая энергия диэлектрической среды.
21. Электростатическая энергия системы проводников.
22. Энергия взаимодействия диэлектрической среды с внешним электростатическим полем.
23. Пондеромоторные силы в проводниках.
24. Пондеромоторные силы в диэлектриках.
25. Уравнения магнитостатики.
26. Энергия магнитостатического поля.
27. Пондеромоторные силы в магнетиках.
28. Условия квазистационарности электромагнитного поля.
29. Обобщенный закон электромагнитной индукции.
30. Силы, действующие на проводники с током.
31. Энергия системы квазистационарных токов.
32. Линейные цепи квазистационарных токов.
33. Скин-эффект.
34. Приближение магнитной гидродинамики.
35. Уравнение индукции магнитного поля.
36. Диффузия магнитного поля.
37. Вмороженность магнитного поля.
38. Система уравнений идеальной магнитной гидродинамики.
39. Магнитная гидростатика.
40. Альфвеновские волны.
41. Магнитозвуковые волны.
42. Условия Гюгонио на МГД-разрывах.
43. Тангенциальные МГД-разрывы.
44. Вращательные разрывы.
45. МГД-ударные волны.
46. Условия эволюционности МГД-ударных волн.
47. Характер изменения магнитного поля в МГД-ударных волнах.
48. Основные параметры плазмы.
49. Квазинейтральность плазмы.
50. Модель независимых частиц.
51. Модель двух жидкостей.
52. Проводимость плазмы.



53. Кинетическое описание плазмы.
54. Основные плазменные неустойчивости.
55. Пространственная и временная дисперсии.
56. Тензоры комплексной проводимости и проницаемости.
57. Энергия электромагнитной волны в диспергирующей среде.
58. Дисперсионные уравнения для электромагнитных волн в диспергирующих средах.
59. Нормальные электромагнитные волны в однородной изотропной среде.
60. Нормальные электромагнитные волны в анизотропной негиротропной среде.
61. Гиротропные среды.
62. Вращение плоскости поляризации.
63. Магнитогиротропные среды.
64. Круговое магнитное двулучепреломление.
65. Линейное магнитное двулучепреломление.
66. Электродинамика сплошной среды в четырехмерной форме.
67. Электродинамика медленно движущихся сред.

#### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на практических занятиях в виде контрольной работы, а также в виде отчетов по темам практических занятий, которые сдает студент в течение семестра. Номер варианта выполнения контрольных заданий назначается преподавателем. Отчет подразумевает самостоятельное решение задач по дисциплине.

Экзаменационная оценка ставится на основе балльно-рейтинговой системы оценки работы студентов. Баллы за работу студентов начисляются на основе следующих критериев:

1. Посещение лекционных занятий;
2. Конспекты лекционных занятий;
3. Посещение практических занятий;
4. Самостоятельное выполнение домашних заданий;
5. Контрольная работа в семестре;
6. Экзамен.

Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 80 минут, по 1-5 темам практических занятий. На контрольной работе студенту предлагается решить три задачи по изученным темам. Контрольная работа проводится в рамках текущей аттестации на факультете. Максимальное количество баллов, которое может быть набрано по пунктам 1-5, равно 75. Экзаменационная оценка ставится на основании количества баллов, набранных студентом в течение семестра, а также письменного и устного ответов по экзаменационному билету.

Для получения студентом на экзамене автоматической оценки «удовлетворительно» необходимо набрать от 60 до 74 баллов. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

На экзамене студент получает оценку «хорошо», если он твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул или отсутствие некоторых элементов вывода.

Оценка «отлично» – студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответив на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения; задача должна быть полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Ландау Л. Д.	Электродинамика сплошных сред: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=474070">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=474070</a> )	Москва : Государственное издательство физико- математической литературы, 1959	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.2	Жилкин А. Г.	Электродинамика сплошных сред: учебное пособие	Челябинск: Издательство Челябинского государственног о университета, 2009	
Л1.3	Жилкин А. Г.	Электродинамика: учебное пособие ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2? code=local/007754/zhilkinag">http://library.csu.ru/rbooks2/view2? code=local/007754/zhilkinag</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2013	ЭБС
Л1.4	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Теоретическая физика. Т. 2 : Теория поля: в 10 томах : учебное пособие	Москва : Наука, 1988	

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Батыгин В. В., Топтыгин И. Н., Бредов М. М.	Сборник задач по электродинамике: учебное пособие для вузов	Москва : Физматгиз, 1962	
Л2.2	Бредов М. М., Румянцев В. В., Топтыгин И. Н.	Классическая электродинамика: [учебное пособие для физических специальностей втузов]	Москва : Наука, 1985	
Л2.3	Памятных, Туров	Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях: Учебное пособие для вузов	М.: Наука, 2000	
Л2.4	Александров А. Ф., Богданкевич Л. С., Рухадзе А. А., Рухадзе А. А.	Основы электродинамики плазмы ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492296">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492296</a> )	Москва : Высшая школа, 1978	ЭБС
Л2.5	Терлецкий Я. П., Рыбаков Ю. П.	Электродинамика ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492478">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492478</a> )	Москва : Высшая школа, 1980	ЭБС

#### 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 Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.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

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.



Рабочая программа дисциплины "Электродинамика сплошных сред" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 11
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.	

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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».

#### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<p>Освоение содержания учебной дисциплины «Электродинамика сплошных сред» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.</p> <p>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.</p> <p>Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.</p> <p>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 проводится контрольная работа и защиты задач по каждой теме практических занятий. Защита задач по теме подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.</p> <p>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.</p> <p>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.).</p> <p>При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.</p> <p>Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее</p>
--



– 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 применяться 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 «EIBraile-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 CleVu 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.

