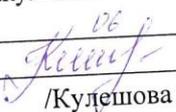


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет  
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано  
деканом факультета  
« 29 » 06 20 23 г.  
  
/Кулешова Ю.Д./

### Рабочая программа дисциплины

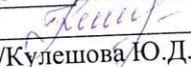
Электродинамика

**Направление подготовки**  
03.03.02 Физика

**Профиль:**  
Фундаментальная физика

**Квалификация**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
физико-математического факультета  
Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10  
Председатель УМКом   
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой  
фундаментальной физики и  
нанотехнологии  
Протокол от « 25 » 05 2023 г. № 13  
Зав. кафедрой   
/Холина С.А./

Мытищи  
2023

Авторы-составители:

Камалов Т.Ф. кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	8
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цели дисциплины «Электродинамика»:** ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины как современной фундаментальной науки; ознакомление студентов с математическими методами, используемыми в электродинамике; освоение студентами круга основных задач электродинамики, методов и результатов их решения; ознакомление студентов с важнейшими предсказаниями теории и основами её практического применения; интеллектуальное развитие студентов через объединение в систему физических, математических и технических знаний.

**Задачи дисциплины:** ознакомить студентов с экспериментальными основаниями науки и основными проявлениями электромагнитного поля; объяснить студентам соответствие и адекватность используемой математической модели поля и физической реальности; научить студентов новым (полевым) представлениям об электромагнитных явлениях, использованию новых понятий, и на этой основе ставить задачи их описания; научить студентов корректно формулировать эти задачи, создавая при этом необходимые физические модели; научить студентов решать поставленные задачи электродинамики, используя мощный математический аппарат, выстраивать алгоритмы их решения; научить студентов осмысливать, оценивать и использовать далее полученные результаты, давать их физическое истолкование и доводить до численных значений; ориентировать студентов в возможностях дальнейшего использования полученных знаний и приобретённых навыков при изучении физических дисциплин и в последующей трудовой деятельности.

## 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

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

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электродинамика» входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Электродинамика» используются знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Механика», «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Общий физический практикум», «Специальный физический практикум», «Физическая кинетика», «Физика конденсированного состояния».

# 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Контактная работа:	92,3
Лекции	30
Практические занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3

Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	42
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 5 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
<b>Тема 1. Основные понятия теории электромагнитного поля</b> Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Область применимости электродинамики Максвелла. Использование понятий и теорем векторного исчисления для описания электромагнитного поля	2	4	4
<b>Тема 2. Закон сохранения заряда, закон Джоуля – Ленца, сила Лоренца</b> Дифференциальная форма закона сохранения заряда, законов Ома и Джоуля – Ленца. Связь напряжённости электрического поля с силой. Сила Лоренца (включая электрическую и магнитную составляющие). Доказательство нулевой работы магнитной силы	2	4	4
<b>Тема 3. Уравнения Максвелла</b> Обоснование уравнений Максвелла. Их интегральная и дифференциальная форма	2	4	4
<b>Тема 4. Полная система уравнений Максвелла</b> Физический смысл и математические свойства уравнений Максвелла. Начальные и граничные условия. Основные задачи электродинамики	2	4	4
<b>Тема 5. Сохранение энергии в электродинамике</b> Закон сохранения энергии в электромагнитном поле в дифференциальной и интегральной форме	2	4	4
<b>Тема 6. Потенциалы электромагнитного поля и уравнения для них</b> Условие Лоренца. Свойства уравнений Даламбера. Запаздывающие потенциалы. Принцип суперпозиции. Одномерное волновое уравнение	2	4	4
<b>Тема 7. Электростатика</b> Основные уравнения и формулы. Проводники в электростатическом поле и создаваемые ими поля. Электроёмкость. Ёмкость конденсатора. Электростатические поля и потенциалы заряженных тел. Уравнения Лапласа и Пуассона. Энергия заряженных тел	2	4	4

<b>Тема 8. Диэлектрики</b> Электрический диполь, его потенциал и поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризации диэлектриков	2	4	4
<b>Тема 9. Магнитостатика</b> Основные уравнения и формулы. Сторонние ЭДС. Токи при наличии ЭДС в магнитостатике. Закон Ома. Магнитное поле постоянных токов. Линейные токи, их потенциалы и поля. Индуктивность. Вычисление индуктивностей и энергии магнитного поля	2	4	4
<b>Тема 10. Магнетики</b> Магнитный момент. Потенциалы и поля элементарных замкнутых токов. Магнетики	2	4	4
<b>Тема 11. Квазистационарные поля</b> Основные уравнения и формулы. Система проводников в квазистационарных полях. Скин-эффект в квазистационарных полях. Расчёт квазистационарных полей	2	4	4
<b>Тема 12. Колебательный контур</b> Теория колебательного контура. Уравнение колебаний в колебательном контуре. Резонанс	2	4	4
<b>Тема 13. Излучение и поглощение электромагнитных волн (ЭМВ)</b> Основные уравнения и формулы. Простейшие типы излучателей и создаваемые ими поля	2	4	4
<b>Тема 14. Излучение энергии линейным осциллятором</b> Исследование поля излучения колеблющегося диполя. Перенос импульса и энергии дипольным излучением	2	4	4
<b>Тема 15. Распространение электромагнитных волн</b> Распространение ЭМВ в непроводящей среде. Волновое уравнение и его решение. Отражение и преломление электромагнитных волн в прозрачных средах, формулы Френеля. Распространение и поглощение ЭМВ в проводящей среде. Исследование преломления и поглощения ЭМВ	2	4	4
<b>Итого</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Основные понятия теории электромагнитного поля	Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Область применимости электродинамики Максвелла. Использование понятий и теорем век-	4

	торного исчисления для описания электромагнитного поля	
Тема 2. Закон сохранения заряда, закон Джоуля – Ленца, сила Лоренца	Дифференциальная форма закона сохранения заряда, законов Ома и Джоуля – Ленца. Связь напряжённости электрического поля с силой. Сила Лоренца (включая электрическую и магнитную составляющие). Доказательство нулевой работы магнитной силы	4
Тема 3. Уравнения Максвелла	Обоснование уравнений Максвелла. Их интегральная и дифференциальная форма	4
Тема 4. Полная система уравнений Максвелла	Физический смысл и математические свойства уравнений Максвелла. Начальные и граничные условия. Основные задачи электродинамики	4
Тема 5. Сохранение энергии в электродинамике	Закон сохранения энергии в электромагнитном поле в дифференциальной и интегральной форме	4
Тема 6. Потенциалы электромагнитного поля и уравнения для них	Условие Лоренца. Свойства уравнений Даламбера. Запоздывающие потенциалы. Принцип суперпозиции. Одномерное волновое уравнение	4
Тема 7. Электростатика	Основные уравнения и формулы. Проводники в электростатическом поле и создаваемые ими поля. Электроёмкость. Ёмкость конденсатора. Электростатические поля и потенциалы заряженных тел. Уравнения Лапласа и Пуассона. Энергия заряженных тел	4
Тема 8. Диэлектрики	Электрический диполь, его потенциал и поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризации диэлектриков	4
Тема 9. Магнитостатика	Основные уравнения и формулы. Сторонние ЭДС. Токи при наличии ЭДС в магнитостатике. Закон Ома. Магнитное поле постоянных токов. Линейные токи, их потенциалы и поля. Индуктивность. Вычисление индуктивностей и энергии магнитного поля	4
Тема 10. Магнетики	Магнитный момент. Потенциалы и поля элементарных за-	4

	мкнутых токов. Магнетики	
Тема 11. Квазистационарные поля	Основные уравнения и формулы. Система проводников в квазистационарных полях. Скин-эффект в квазистационарных полях. Расчёт квазистационарных полей	4
Тема 12. Колебательный контур	Теория колебательного контура. Уравнение колебаний в колебательном контуре. Резонанс	4
Тема 13. Излучение и поглощение электромагнитных волн (ЭМВ)	Основные уравнения и формулы. Простейшие типы излучателей и создаваемые ими полей	4
Тема 14. Излучение энергии линейным осциллятором	Исследование поля излучения колеблющегося диполя. Перенос импульса и энергии дипольным излучением	4
Тема 15. Распространение электромагнитных волн	Распространение ЭМВ в непроводящей среде. Волновое уравнение и его решение. Отражение и преломление электромагнитных волн в прозрачных средах, формулы Френеля. Распространение и поглощение ЭМВ в проводящей среде. Исследование преломления и поглощения ЭМВ	4

#### 4. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Исследуемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Основные понятия теории электромагнитного поля	Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Область применимости электродинамики Максвелла. Использование понятий и теорем векторного исчисления для описания электромагнитного поля	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Закон сохранения заряда, закон Джоуля – Ленца, сила Лоренца	Дифференциальная форма закона сохранения заряда, законов Ома и Джоуля – Ленца. Связь напряжённости элект-	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат

	трического поля с силой. Сила Лоренца (включая электрическую и магнитную составляющие). Доказательство нулевой работы магнитной силы				
Уравнения Максвелла	Обоснование уравнений Максвелла. Их интегральная и дифференциальная форма	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат
Полная система уравнений Максвелла	Физический смысл и математические свойства уравнений Максвелла. Начальные и граничные условия. Основные задачи электродинамики	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат
Сохранение энергии в электродинамике	Закон сохранения энергии в электромагнитном поле в дифференциальной и интегральной форме	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат
Потенциалы электромагнитного поля и уравнения для них	Условие Лоренца. Свойства уравнений Даламбера. Запаздывающие потенциалы. Принцип суперпозиции. Одномерное волновое уравнение	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Электростатика	Основные уравнения и формулы. Проводники в электростатическом поле и создаваемые ими поля. Электроёмкость. Ёмкость конденсатора. Электростатические поля и потенциалы заряженных тел. Уравнения	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи

	Лапласа и Пуассона. Энергия заряженных тел				
Диэлектрики	Электрический диполь, его потенциал и поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризации диэлектриков	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат
Магнитостатика	Основные уравнения и формулы. Сторонние ЭДС. Токи при наличии ЭДС в магнитостатике. Закон Ома. Магнитное поле постоянных токов. Линейные токи, их потенциалы и поля. Индуктивность. Вычисление индуктивностей и энергии магнитного поля	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Магнетики	Магнитный момент. Потенциалы и поля элементарных замкнутых токов. Магнетики	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Квазистационарные поля	Основные уравнения и формулы. Система проводников в квазистационарных полях. Скин-эффект в квазистационарных полях. Расчёт квазистационарных полей	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Колебательный контур	Теория колебательного контура. Уравнение колебаний в колебательном контуре. Резонанс	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
Излучение и поглощение электромагнитных волн (ЭМВ)	Основные уравнения и формулы. Простейшие типы излучателей и создаваемые ими поля	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат

Излучение энергии линейным осциллятором	Исследование поля излучения колеблющегося диполя. Перенос импульса и энергии дипольным излучением	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
ЭМВ в непроводящей среде	Распространение ЭМВ в непроводящей среде. Волновое уравнение и его решение. Отражение и преломление электромагнитных волн в прозрачных средах, формулы Френеля	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
ЭМВ в проводящей среде	Распространение и поглощение ЭМВ в проводящей среде. Исследование преломления и поглощения ЭМВ	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, реферат, решённые задачи
<b>Итого</b>		<b>42</b>			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа	<i>Знать</i> основные определения, аксиомы, теоремы и законы в области физико-математических и (или) естественных наук.	доклад, домашнее задание, контрольная работа	Шкала оценивания доклада Шкала

		та.	<i>Уметь</i> применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.		оценивания домашнего задания Шкала оценивания контрольной работы
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<i>Знать</i> основные определения, аксиомы, теоремы и законы в области физико-математических и (или) естественных наук. <i>Уметь</i> применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности. <i>Владеть</i> методами использования базовых знаний в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	доклад, домашнее задание, контрольная работа, практическая подготовка	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания контрольной работы Шкала оценивания практической подготовки

#### Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

#### Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10

<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

### Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий( отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

### Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / отработан алгоритм решения задач по каждой теме	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.	0

### 5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Примеры домашних заданий

1. Показать, что в случае сферически-симметричного распределения зарядов  $\rho(r)$  вектор напряжённости электрического поля направлен по радиусу-вектору:  $\mathbf{E} \parallel \mathbf{r}$ .
2. В шаре, равномерно заряженном по объёму с постоянной плотностью  $\rho$ , имеется сферическая полость, центр которой отстоит от центра шара на расстояние  $\mathbf{h}$ . Полость находится целиком внутри шара. Найти напряжённость поля внутри полости.
3. На расстоянии  $l$  от центра заземлённой сферы радиуса  $R$  находится точечный заряд  $q$ . Найти поле вне сферы, распределение заряда, индуцированного на её поверхности, и силу притяжения заряда сферой.
4. Найти распределение потенциала электрического поля, создаваемого шаром радиуса  $R$ , равномерно заряженным по объёму полным зарядом  $Q$ .
5. В сферическом конденсаторе радиусы внутренней и внешней обкладок  $R_1$  и  $R_2$ . Диэлектрическая проницаемость всех непроводников  $\epsilon$ . Заряд внутренней сферы  $q$ , наружная – заземлена. Найти напряжённость и потенциал электрического поля во всех точках пространства. Определить ёмкость конденсатора.
6. Скалярный потенциал электрического поля имеет вид  $\varphi(\mathbf{r}) = (\mathbf{a}\mathbf{r})\cos(\mathbf{b}\mathbf{r})$ , где  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  – постоянные векторы. Найти напряжённость электрического поля.

7. Заряд распределён внутри шара радиусом  $R$  сферически симметрично с объёмной плотностью  $\rho(r) = \rho_0 (1 - r^2/R^2)$ , где  $r$  – расстояние от центра шара. Найти в вакууме напряжённость электрического поля.
8. Векторный потенциал магнитного поля имеет вид  $\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mathbf{a}(\mathbf{br})^2$ , где  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  – постоянные векторы. Найти вектор магнитной индукции.
9. Ток течёт вдоль оси бесконечного цилиндра радиусом  $R$  и распределён внутри цилиндра с плотностью  $j(r) = j_0 (r/R - r^2/R^2)$ , где  $r$  – расстояние от оси цилиндра. Найти в вакууме индукцию магнитного поля.
10. Составить и решить дифференциальное уравнение для заряда конденсатора ёмкостью  $C$  в контуре с сопротивлением  $R$  при замыкании цепи, если в момент  $t = 0$  заряд конденсатора был равен  $q_0$ .

## Примеры вариантов решения задач

### Вариант 1

1. Решить уравнение для тока в непрерывной цепи с индуктивностью, когда сторонняя ЭДС, начально равная  $\varepsilon_0$  в момент  $t = 0$  убывает по известному линейному закону до 0 в течении времени  $t_1$ , а затем остаётся нулевой.
2. Найти потенциал и поле стержня радиуса  $R$  и длиной  $2L$ , равномерно заряженного по объёму с плотностью заряда  $\rho$  в точке на плоскости, проходящей через центр стержня перпендикулярно к нему на расстоянии  $r$  от его оси ( $r > R$ ).
3. Найти потенциал и напряжённость поля тонкого диска радиуса  $R$ , равномерно заряженного по поверхности с плотностью заряда  $\sigma$  в точке, находящейся в плоскости диска на расстоянии  $r$  от его оси ( $r > R$ ).
4. Найти поток вектора напряжённости поля, создаваемого точечным зарядом  $q$ , расположенным в центре шара радиуса  $R$ , через поверхность, образованную диаметральной плоскостью шара и опирающейся на неё полусферой.
5. Бесконечно длинный цилиндр радиуса  $R$  равномерно заряжен с объёмной плотностью заряда  $\rho$ . Найти напряжённость электрического поля на поверхности цилиндра радиуса  $r$  ( $r < R$ ).
6. Считая известной напряжённость поля внутри шара радиуса  $R$ , равномерно заряженного по объёму зарядом  $q$ , найти разность потенциалов между центром шара и точкой на сфере радиуса  $r$  ( $r < R$ ).

### Вариант 2

1. Решить уравнение для тока в непрерывной цепи с индуктивностью, когда сторонняя ЭДС включается в момент  $t = 0$  и растёт по известному линейному закону в течении времени  $t_1$ , а затем остаётся постоянной.
2. Найти потенциал и поле стержня радиуса  $R$  и длиной  $2L$ , равномерно заряженного по объёму с плотностью заряда  $\rho$  в точке на оси стержня на высоте  $h$  над его средней плоскостью ( $h > L$ ).
3. Найти потенциал и напряжённость поля тонкого диска радиуса  $R$ , равномерно заряженного по поверхности с плотностью заряда  $\sigma$  на оси диска на высоте  $h$  над его плоскостью.
4. Шар радиусом  $R$  имеет постоянную намагниченность  $\mathbf{J}_0$  и находится в среде с магнитной проницаемостью  $\mu$ . Найти магнитную индукцию в точке на внешней поверхности шара, радиус-вектор которой (из центра шара) перпендикулярен  $\mathbf{J}_0$ .
5. Считая известной напряжённость поля внутри шара радиуса  $R$ , равномерно заряженного по объёму зарядом  $q$ , найти поток этой напряжённости через сферу радиуса  $r$  ( $r < R$ ).
6. Точечный заряд  $q$  находится в среде с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  на расстоянии  $l$  от центра незаземлённой металлической сферы радиусом  $R$  ( $l > R$ ). Найти поверхностную плотность заряда сферы в её точке, наиболее удалённой от заряда  $q$ .

### Примерные темы докладов

1. Быстропеременное электромагнитное поле.
2. Электромагнитное поле.
3. Излучение электромагнитных волн. Осциллятор.
4. Эффект Доплера.
5. Аберрация света.
6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе двух диэлектриков.
7. Скин-эффект.
8. Движение электромагнитной энергии вдоль линий передач. Телеграфные уравнения.
9. Излучение рамки с током.
10. Электродинамика движущихся сред.
11. Перевод электродинамических величин их гауссовой системы величин в систему СИ и обратно.

### Примерные вопросы для экзамена

1. Основные понятия теории электромагнитного поля: заряд, объёмная плотность заряда, плотность тока.
2. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности).
3. Закон Ома в дифференциальной форме.
4. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.
5. Уравнение Максвелла для среды в дифференциальной форме.
6. Уравнение Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в дифференциальной форме.
7. Уравнение Максвелла в интегральной форме.
8. Граничные условия для уравнений электромагнитного поля в среде.
9. Энергия электромагнитного поля. Закон сохранения энергии. Вектор Пойнтинга.
10. Импульс электромагнитного поля. Плотность импульса электромагнитного поля. Давление света.
11. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля.
12. Калибровка потенциалов. Калибровочное условие Лоренца.
13. Уравнение Даламбера. Волновое уравнение поля в потенциалах.
14. Сферические волны.
15. Потенциалы поля стационарной системы движущихся зарядов.
16. Запаздывающие потенциалы.
17. Электрическое дипольное излучение.
18. Магнитное дипольное и электрическое квадрупольное излучения.
19. Потенциалы электромагнитного поля в среде.
20. Уравнения Максвелла для электростатического поля.
21. Уравнения Максвелла для потенциала электростатического поля.
22. Поле электрического диполя.
23. Поляризации диэлектриков.
24. Потенциал поля в диэлектрике.
25. Проводники в электростатическом поле. Электроёмкость проводника. Конденсатор.
26. Уравнения Максвелла для стационарного магнитного поля.
27. Уравнение магнитоэлектростатического поля в потенциалах.
28. Постоянный электрический ток и его электрическое поле.
29. Магнетика. Вектор намагниченности.
30. Потенциал поля в магнетике.
31. Уравнение магнитного поля в веществе.

32. Энергия магнитного поля постоянных токов. Коэффициенты индукции.
33. Уравнения квазистационарного электромагнитного поля.
34. Уравнения для потенциалов квазистационарного электромагнитного поля.

#### *Задание на практическую подготовку*

1. Выполнение измерений на лабораторном оборудовании.
2. Выступление с докладом по исследуемой тематике.
3. Участие в экспериментальной работе совместно с сотрудниками лабораторий.

#### **5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов - это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

#### **Шкала оценивания экзамена**

<b>Критерии оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	14-20
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса;	8-13

умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0 - 7

### Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	отлично	81 – 100
4	хорошо	61 - 80
3	удовлетворительно	41 - 60
2	неудовлетворительно	0 - 40

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Бредов, М. М. Классическая электродинамика : учебное пособие / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210194>
2. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : учебник для вузов . — 4-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 262 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/513140>
3. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 196 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/514146>

### 6.2. Дополнительная литература

1. Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 704 с.- Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210095>
2. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 135 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/494788>
3. Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник для вузов. — 6-е изд. — Том 1 : Механика. Электродинамика — 2022. — 496 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183764>
4. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210371>
5. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211646>

### 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [http://mgou.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=614](http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614)
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows  
Microsoft Office  
Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ  
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования  
[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства  
ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)  
7-zip  
Google Chrome

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.