

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41

Уникальный идентификатор документа:

6b5279da4e034bffa79172803da5b7b5580602

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 » \_\_\_\_\_ 20 23 г.

\_\_\_\_\_  
/Кулешова Ю.Д./

## Рабочая программа дисциплины

Электродинамика

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Теоретическая и математическая физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
физико-математического факультета

Протокол « 29 » \_\_\_\_\_ 2023 г. № 10

Председатель УМКом \_\_\_\_\_  
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой  
фундаментальной физики и  
нанотехнологии

Протокол от « 25 » \_\_\_\_\_ 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<br>ОБУЧАЮЩИХСЯ .....                     | 8  |
| 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И<br>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<br>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 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        | 5                    |
| Объём дисциплины в часах                    | 180                  |
| Контактная работа:                          | 122,3                |
| Лекции                                      | 60                   |
| 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           | 48  |
| Контроль                         | 9,7 |

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 5 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>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><br>Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Область применимости электродинамики Максвелла. Использование понятий и теорем векторного исчисления для описания электромагнитного поля                                                               | 4                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 2. Закон сохранения заряда, закон Джоуля – Ленца, сила Лоренца</b><br>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                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 3. Уравнения Максвелла</b><br>Обоснование уравнений Максвелла. Их интегральная и дифференциальная форма                                                                                                                                                                                                           | 4                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 4. Полная система уравнений Максвелла</b><br>Физический смысл и математические свойства уравнений Максвелла. Начальные и граничные условия. Основные задачи электродинамики                                                                                                                                       | 4                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 5. Сохранение энергии в электродинамике</b><br>Закон сохранения энергии в электромагнитном поле в дифференциальной и интегральной форме                                                                                                                                                                           | 4                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 6. Потенциалы электромагнитного поля и уравнения для них</b><br>Условие Лоренца. Свойства уравнений Даламбера. Запаздывающие потенциалы. Принцип суперпозиции. Одномерное волновое уравнение                                                                                                                      | 4                | 4                    | 4                                       |
| <b>Тема 7. Электростатика</b><br>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                | 4                    | 4                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Тема 8. Диэлектрики</b><br>Электрический диполь, его потенциал и поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризации диэлектриков                                                                                                                                                                               | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 9. Магнитостатика</b><br>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         | 4         | 4         |
| <b>Тема 10. Магнетики</b><br>Магнитный момент. Потенциалы и поля элементарных замкнутых токов. Магнетики                                                                                                                                                                                                                | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 11. Квазистационарные поля</b><br>Основные уравнения и формулы. Система проводников в квазистационарных полях. Скин-эффект в квазистационарных полях. Расчёт квазистационарных полей                                                                                                                            | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 12. Колебательный контур</b><br>Теория колебательного контура. Уравнение колебаний в колебательном контуре. Резонанс                                                                                                                                                                                            | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 13. Излучение и поглощение электромагнитных волн (ЭМВ)</b><br>Основные уравнения и формулы. Простейшие типы излучателей и создаваемые ими поля                                                                                                                                                                  | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 14. Излучение энергии линейным осциллятором</b><br>Исследование поля излучения колеблющегося диполя. Перенос импульса и энергии дипольным излучением                                                                                                                                                            | 4         | 4         | 4         |
| <b>Тема 15. Распространение электромагнитных волн</b><br>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         | 4         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>60</b> | <b>60</b> | <b>60</b> |

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

| Тема                                                   | Задание на практическую подготовку (медицинская деятельность)                                             | количество часов |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Тема 1. Основные понятия теории электромагнитного поля | Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Область применимости электродинамики Максвелла. Исполь- | 4                |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |   |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                                     | зование понятий и теорем векторного 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. Запаздывающие 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. Потенциал                                                                                                                                                                                                                 | 4 |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                             | лы и поля элементарных замкнутых 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                          | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                          | Количество часов | Формы самостоятельной работы                                      | Методические обеспечения                   | Формы отчётности                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| 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 | 3                | 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                                                                                                                               | 3                | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации                | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет | Конспект, реферат                  |

|                                                       |                                                                                                                                                                                |   |                                                                   |                                            |                                    |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                       | и Джоуля – Ленца. Связь напряжённости электрического 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                                                                                                      | 3 | 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                                                 | 3 | 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                                                                                       | 3 | 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                                                   | 3 | 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 по-                 | 3 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет | Конспект, реферат, решённые задачи |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                   |                                            |                                    |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
|                                         | тенциалы заряженных тел. Уравнения 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 | Основные уравнения и формулы. Простейшие                                                                                                                                                                                                | 3 | Работа с литературой, сетью Интернет, кон-                        | Рекомендуемая литература. Ресурсы          | Конспект, реферат                  |

|                                         |                                                                                                                                                                |           |                                                                   |                                            |                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| волн (ЭМВ)                              | типы излучателей и создаваемые ими полей                                                                                                                       |           | сультации                                                         | Интернет                                   |                                    |
| 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>48</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.<br>2. Самостоятельная работа. |

**определения, аксиомы и законы**

### 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.<br>2. Самостоятельная работа. | <i>Знать</i> основные определения, аксиомы, теоремы и законы в области физико-математических и (или) естественных наук.<br><i>Уметь</i> применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.                                                                                                                                                                | доклад, домашнее задание, контрольная работа                          | Шкала оценивания доклада, шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания контрольной работы                                             |
|       | Продвинутый | 1. Работа на учебных занятиях.<br>2. Самостоятельная работа. | <i>Знать</i> основные определения, аксиомы, теоремы и законы в области физико-математических и (или) естественных наук.<br><i>Уметь</i> применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.<br><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<br>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              | <b>5</b> |
| средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме | <b>2</b> |
| низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.                       | <b>0</b> |

### 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  $\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mathbf{a}(\mathbf{b}\mathbf{r})^2$ , 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  $\mathcal{E}_0$  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. Абберрация 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 магнитостатического поля в потенциалах.
28. Постоянный электрический ток и его электрическое поле.
29. Магнетики. 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.

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>Баллы</b> | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26-30        | Обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные.                                           |
| 20-25        | Обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «отлично», но допускает одну - две ошибки, которые сам же исправляет, и один - два недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого материала.                                                                        |
| 14-19        | Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: <ul style="list-style-type: none"> <li>- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;</li> <li>- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</li> </ul> |

|      |                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | и привести свои примеры.                                                                                                                                                                          |
| 0-13 | Обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. |

#### **Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.**

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы на промежуточной аттестации.

| <b>Баллы, полученные обучающимися в течение освоения дисциплины</b> | <b>Оценка по дисциплине</b> |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 81 – 100                                                            | отлично                     |
| 61 – 80                                                             | хорошо                      |
| 41 – 60                                                             | удовлетворительно           |
| 0 – 40                                                              | неудовлетворительно         |

## **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.urait.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.urait.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.urait.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.