

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Электродинамика

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы

Фундаментальная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11.02 Электродинамика относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей. Уметь пользоваться законами электродинамики для расчета потенциала, создаваемого заданными источниками. Владеть навыками решения задач по электростатике и магнитостатике.	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ОПК-3: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-3.1: Демонстрация способности использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-3.1: Знать основные принципы работы современных информационных технологий Уметь применять современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности. Владеть навыками применения современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>5</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>48</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>30</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Общий характер построения курса. Исторические справки	16	8	6	14	2
Тема 2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей	18	8	6	14	4
Тема 3. Электростатика	18	8	6	14	4
Тема 4 Постоянные токи в проводящих средах	18	8	6	14	4
Тема 5. Магнитостатика	18	8	6	14	4
Тема 6. Общие способы описания переменных электромагнитных полей	18	8	6	14	4
Тема 7. Электродинамика квазистационарных процессов	18	8	6	14	4
Тема 8. Электромагнитные волны в однородных средах	18	8	6	14	4
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	180	64	48	114	30

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Общий характер построения курса. Исторические справки

Тема 2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей

Тема 3. Электростатика

Тема 4 Постоянные токи в проводящих средах

Тема 5. Магнитостатика

Тема 6. Общие способы описания переменных электромагнитных полей

Тема 7. Электродинамика квазистационарных процессов

Тема 8. Электромагнитные волны в однородных средах

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

а) основная литература:

- 1) И.Е.Тамм. «Основы теории электричества», М., Физматлит, 2003, -616 с. Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/5-9221-0313-X.html>
- 2) Дж. Джексон. «Классическая электродинамика» М., Мир, 1965 -702 с. -31 экз.
- 3) Л.А. Вайнштейн. "Электромагнитные волны", 1957; Радио и Связь, 1988. -440 с. -232 экз.
- 4) Б.З. Каценеленбаум. "Высокочастотная электродинамика", М., Наука, 1966. – 240 с. -16 экз.
- 5) Л.М. Бrehовских. "Волны в слоистых средах", М., Наука, 1973. -343 с. -33 экз.
- 6) В.Б. Гильденбург, М.А. Миллер. «Сборник задач по электродинамике», М., Физматлит, 2001. – 168с. Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101137.html>

б) дополнительная литература:

- а. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. «Теоретическая физика. Теория поля», М., Физматлит, 2006.-536 с. . Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100564.html>
- б. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. «Теоретическая физика. Электродинамика сплошных сред», М., Физматлит, 2005 -656 с. Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101234.html>
- с. В. Пановский, М. Филиппс. «Классическая электродинамика», М., ГИФМЛ, 1963. -432 с. - 8 экз.
- д. В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. «Сборник задач по электродинамике», М., Наука, 1970.- 503 с. -8 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

- 1) Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/electric.htm>

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Задача 1.1 На основании теоремы Гаусса - Остроградского, соображений симметрии и принципа суперпозиции найти скалярный потенциал  $\phi$  и вектор напряженности электрического поля  $E$  следующих систем зарядов в вакууме: 1) точечный заряд  $q$ ; 2) заряд, распределенный с постоянной объемной плотностью  $\rho$ : а) по шару радиуса  $a$ ; б) по бесконечному круговому цилиндру радиуса  $a$ ; 3) бесконечная прямая нить с погонной плотностью заряда  $k$ ; 4) заряд, распределенный с постоянной поверхностной плотностью  $W$ : а) по сферической поверхности радиуса  $a$ ; б) по поверхности бесконечного кругового цилиндра радиуса  $a$ ; в) по бесконечной плоскости; 5) точечный диполь с вектором дипольного момента  $p$ ; 6) двумерный диполь (нить, поляризованная в поперечном направлении с вектором погонной плотности дипольного момента  $pl$ ).

Задача 1.2 Заряд распределен равномерно с постоянной поверхностной плотностью  $W$  по плоскостям  $x = 0$  и  $y = 0$ . Найти создаваемое им электрическое поле. Нарисовать картину силовых линий.

Задача 1.3 Распределение потенциала в пустоте является осесимметричным. Задана функция  $\phi = \phi(z)$  на оси симметрии  $z$ . Найти потенциал  $\phi(r, z)$  при малых смещениях  $r$  от оси.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

#### Задача 2.1

Поверхностный заряд распределен равномерно по площадке прямоугольной формы. Как ведут себя потенциал и напряженность электрического поля при приближении к краю площадки?

#### Задача 2.2

Найти частоту  $\omega$  собственных колебаний вибратора, представляющего собой два металлических шара радиуса  $a$ , соединенных отрезком проволоки длины  $l$  с радиусом поперечного сечения  $b$ . Считать выполненными условия  $b \ll a \ll l \ll c/\omega$ .

#### Задача 2.3

Получить выражение для полей  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  в плоской стоячей волне.

#### Задача 3.1

Найти ускорение свободного падения круглой металлической пластинки в однородном магнитном поле, параллельном поверхности земли. Пластинка ориентирована параллельно магнитному полю и перпендикулярна поверхности земли. Толщина пластинки  $d$  много меньше ее радиуса  $R$ , масса пластинки  $m$ , напряженность магнитного поля  $H$ .

#### Задача 3.2

Исследовать устойчивость возможных положений равновесия маленького шарика с магнитной проницаемостью  $\mu$  в произвольном неоднородном магнитном поле заданных внешних источников. Рассмотреть случаи:  $\mu < 1$ ,  $\mu > 1$ , шарик в состоянии сверхпроводимости.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Задача 1.1 На основании теоремы Гаусса - Остроградского, соображений симметрии и принципа суперпозиции найти скалярный потенциал  $\phi$  и вектор напряженности электрического поля  $E$  следующих систем зарядов в вакууме: 1) точечный заряд  $q$ ; 2) заряд, распределенный с постоянной объемной плотностью  $\rho$ : а) по шару радиуса  $a$ ; б) по бесконечному круговому цилиндру радиуса  $a$ ; 3) бесконечная прямая нить с погонной плотностью заряда  $k$ ; 4) заряд, распределенный с постоянной поверхностной плотностью  $W$ : а) по сферической поверхности радиуса  $a$ ; б) по поверхности бесконечного кругового цилиндра радиуса  $a$ ; в) по бесконечной плоскости; 5) точечный диполь с вектором дипольного момента  $p$ ; б) двумерный диполь (нить, поляризованная в поперечном направлении с вектором погонной плотности дипольного момента  $pl$ ).

Задача 1.2 Заряд распределен равномерно с постоянной поверхностной плотностью  $W$  по плоскостям  $x = 0$  и  $y = 0$ . Найти создаваемое им электрическое поле. Нарисовать картину силовых линий.

Задача 1.3 Распределение потенциала в пустоте является осесимметричным. Задана функция  $\phi = \phi(z)$  на оси симметрии  $z$ . Найти потенциал  $\phi(r, z)$  при малых смещениях  $r$  от оси.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3



### Задача 2.1

Поверхностный заряд распределен равномерно по площадке прямоугольной формы. Как ведут себя потенциал и напряженность электрического поля при приближении к краю площадки?

### Задача 2.2

Найти частоту  $\omega$  собственных колебаний вибратора, представляющего собой два металлических шара радиус  $a$ , соединенных отрезком проволоки длины  $l$  с радиусом поперечного сечения  $b$ . Считать выполненными условия  $b \ll a \ll l \ll \frac{c}{\omega}$ .

### Задача 2.3

Получить выражение для полей  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  в плоской стоячей волне.

### Задача 3.1

Найти ускорение свободного падения круглой металлической пластинки в однородном магнитном поле, параллельном поверхности земли. Пластика ориентирована параллельно магнитному полю и перпендикулярна поверхности земли. Толщина пластинки  $d$  много меньше ее радиуса  $R$ , масса пластинки  $m$ , напряженность магнитного поля  $H$ .

### Задача 3.2

Исследовать устойчивость возможных положений равновесия маленького шарика с магнитной проницаемостью  $\mu$  в произвольном неоднородном магнитном поле заданных внешних источников. Рассмотреть случаи:  $\mu < 1$ ,  $\mu > 1$ , шарик в состоянии сверхпроводимости.

## Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы

Оценка	Критерии оценивания
	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 1) Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
- 2) Граничные условия в макроскопической электродинамике. Поверхностные заряды и токи.
- 3) Уравнение непрерывности для электрического заряда.
- 4) Электрическая и магнитная поляризация среды.
- 5) Материальные уравнения для различных сред.
- 6) Принцип суперпозиции.
- 7) Теорема единственности решения уравнений Максвелла
- 8) Теорема Пойнтинга. Энергия электромагнитного поля. Поток энергии, вектор Пойнтинга.
- 9) Импульс электромагнитного поля, максвелловский тензор натяжений.
- 10) Уравнения электростатического поля. Скалярный потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа.
- 11) Особенности электростатического поля и потенциала вблизи точечных, линейных и поверхностных источников.

- 12) Разложение потенциала по электрическим мультиполям.
- 13) Функции Грина для задач Дирихле и Неймана.
- 14) Теорема взаимности в электростатике.
- 15) Собственная и взаимная энергия электростатических подсистем.
- 16) Энергия системы проводников
- 17) Понятие емкости в системе проводников.
- 18) Разделения переменных для уравнения Лапласа в декартовой и сферической системах координат.
- 19) Уравнения для постоянных токов в проводящей среде.
- 20) Уравнения, описывающие статические магнитные поля.
- 21) Векторный потенциал магнитостатического поля.
- 22) Поле произвольной системы замкнутых токов на больших расстояниях от нее. Магнитный дипольный момент.
- 23) Поля, создаваемые намагниченными телами. Скалярный потенциал магнитного поля.
- 24) Представление энергии в виде интеграла по области источников.
- 25) Теорема взаимности в магнитостатике.
- 26) Энергия системы квазилинейных токов.
- 27) Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции.
- 28) Магнитопроводы.
- 29) Скалярный и векторный потенциалы переменного электромагнитного поля. Калибровка Кулона. Калибровка Лоренца.
- 30) Уравнения для потенциалов электромагнитного поля.
- 31) Комплексная запись уравнений Максвелла.
- 32) Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- 33) Теорема единственности решения уравнений Максвелла для гармонических полей.
- 34) Уравнения квазистатики. Скин-эффект.
- 35) Однородные и неоднородные плоские волны.
- 36) Волны в однородных анизотропных средах. Поляризация нормальных волн

#### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

- 1) Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
- 2) Граничные условия в макроскопической электродинамике. Поверхностные заряды и токи.
- 3) Уравнение непрерывности для электрического заряда.
- 4) Электрическая и магнитная поляризация среды.
- 5) Материальные уравнения для различных сред.
- 6) Принцип суперпозиции.
- 7) Теорема единственности решения уравнений Максвелла
- 8) Теорема Пойнтинга. Энергия электромагнитного поля. Поток энергии, вектор Пойнтинга.
- 9) Импульс электромагнитного поля, максвелловский тензор натяжений.
- 10) Уравнения электростатического поля. Скалярный потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа.
- 11) Особенности электростатического поля и потенциала вблизи точечных, линейных и поверхностных источников.
- 12) Разложение потенциала по электрическим мультиполям.
- 13) Функции Грина для задач Дирихле и Неймана.
- 14) Теорема взаимности в электростатике.
- 15) Собственная и взаимная энергия электростатических подсистем.
- 16) Энергия системы проводников
- 17) Понятие емкости в системе проводников.
- 18) Разделения переменных для уравнения Лапласа в декартовой и сферической системах координат.
- 19) Уравнения для постоянных токов в проводящей среде.
- 20) Уравнения, описывающие статические магнитные поля.
- 21) Векторный потенциал магнитостатического поля.
- 22) Поле произвольной системы замкнутых токов на больших расстояниях от нее. Магнитный дипольный момент.
- 23) Поля, создаваемые намагниченными телами. Скалярный потенциал магнитного поля.

- 24) Представление энергии в виде интеграла по области источников.
- 25) Теорема взаимности в магнитостатике.
- 26) Энергия системы квазилинейных токов.
- 27) Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции.
- 28) Магнитопроводы.
- 29) Скалярный и векторный потенциалы переменного электромагнитного поля. Калибровка Кулона. Калибровка Лоренца.
- 30) Уравнения для потенциалов электромагнитного поля.
- 31) Комплексная запись уравнений Максвелла.
- 32) Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- 33) Теорема единственности решения уравнений Максвелла для гармонических полей.
- 34) Уравнения квазистатики. Скин-эффект.
- 35) Однородные и неоднородные плоские волны.
- 36) Волны в однородных анизотропных средах. Поляризация нормальных волн

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тамм Игорь Евгеньевич. Основы теории электричества : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. - Изд. 11-е, испр. и доп. - М. : Физматлит, 2003. - 616 с. - ISBN 5-9221-0313-X : 272.80., 3 экз.
2. Джексон Джон. Классическая электродинамика / пер. с англ. Г. В. Воскресенского и Л. С. Соловьева ; под ред. Э. Л. Бурштейна. - М. : Мир, 1965. - 702 с. : черт. - 2.95., 23 экз.
3. Вайнштейн Лев Альбертович. Электромагнитные волны. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1988. - 440 с. : ил. - ISBN 5-256-00064-0 (в пер.) : 2.90., 225 экз.
4. Каценеленбаум Борис Захарович. Высокочастотная электродинамика. Основы математического аппарата. - М. : Наука, 1966. - 240 с. : черт. - 0.57., 100 экз.
5. Бреховских Леонид Максимович. Волны в слоистых средах / АН СССР, Акуст. ин-т. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Наука, 1973. - 343 с. - 34.00., 25 экз.
6. Гильденбург Владимир Борисович. Сборник задач по электродинамике : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по физ. направлениям и специальностям. - Изд. 2-е, доп. - М. : Физматлит, 2001. - 168 с. - ISBN 5-9221-0113-7 : 60.00., 229 экз.

Дополнительная литература:

1. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ.

специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 2. Теория поля / под ред. Л. П. Питаевского. - Изд. 8-е, стер. - М. : Физматлит, 2006. - 536 с. - ISBN 5-9221-0056-4 (т. 2) : 323.84., 1 экз.

2. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов] : в 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред / [отв. ред. Л. П. Питаевский]. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1992. - 664 с. : ил. - 1400.00., 9 экз.

3. Пановский В. Классическая электродинамика / пер. с англ. В. П. Быкова ; под ред. С. П. Капицы. - М. : Физматгиз, 1963. - 432 с. : черт. - 1.49., 4 экз.

4. Батыгин Владимир Владимирович. Сборник задач по электродинамике / под ред. М. М. Бредова. - 3-е изд., испр. - М. : Регулярная и хаотическая динамика, 2002. - 640 с. - ISBN 5-93972-155-9 : 209.95., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/electric.htm>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Шалашов Александр Геннадиевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 07.02.2024, протокол № 4.