

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

Программа утверждена решением президиума
Ученого совета ННГУ
протокол от «14» декабря 2021г. № 4.

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная физика

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.11.02 «Электродинамика» относится к обязательной части ООП направления подготовки 03.03.02 Физика.

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	
<i>ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;</i>	<i>Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</i>	<i>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.</i>	<i>Собеседование и задачи (практические задания)</i>
<i>ОПК-3: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.</i>	<i>Демонстрация способности использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</i>	<i>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.</i>	<i>Собеседование и задачи (практические задания)</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная
Общая трудоемкость	5

Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	2
самостоятельная работа	30
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего			
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	
Тема 1. Общий характер построения курса. Исторические справки	16	8	6	0	14	2	
Тема 2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей	18	8	6	0	14	4	
Тема 3. Электростатика	18	8	6	0	14	4	
Тема 4. Постоянные токи в проводящих средах	18	8	6	0	14	4	
Тема 5. Магнитостатика	18	8	6	0	14	4	
Тема 6. Общие способы описания переменных электромагнитных полей	18	8	6	0	14	4	
Тема 7. Электродинамика квазистационарных процессов	18	8	6	0	14	4	
Тема 8. Электромагнитные волны в однородных средах	18	8	6	0	14	4	

Аттестация	36					
КСР	2				2	
Итого	180	64	48	0	114	30

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

Разбор решения задач различной степени сложности, проведение обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в соответствующей области знаний. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 12 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Применение знаний и умений при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности

- компетенций:

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ОПК-3: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: занятий семинарского типа, групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень	Шкала оценивания сформированности компетенций
----------------	--

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 ошибки.	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, без ошибок.	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.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа						
--	--------	--	--	--	--	--	--

Шкала оценки 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
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	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»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
1) Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.	ОПК-1, ОПК-3
2) Граничные условия в макроскопической электродинамике. Поверхностные заряды и токи.	ОПК-1, ОПК-3
3) Уравнение непрерывности для электрического заряда.	ОПК-1, ОПК-3
4) Электрическая и магнитная поляризация среды.	ОПК-1, ОПК-3
5) Материальные уравнения для различных сред.	ОПК-1, ОПК-3
6) Принцип суперпозиции.	ОПК-1, ОПК-3
7) Теорема единственности решения уравнений Максвелла	ОПК-1, ОПК-3
8) Теорема Пойнтинга. Энергия электромагнитного поля. Поток энергии, вектор Пойнтинга.	ОПК-1, ОПК-3
9) Импульс электромагнитного поля, максвелловский тензор натяжений.	ОПК-1, ОПК-3
10) Уравнения электростатического поля. Скалярный	ОПК-1, ОПК-3

потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа.	
11) Особенности электростатического поля и потенциала вблизи точечных, линейных и поверхностных источников.	ОПК-1, ОПК-3
12) Разложение потенциала по электрическим мультиполям.	ОПК-1, ОПК-3
13) Функции Грина для задач Дирихле и Неймана.	ОПК-1, ОПК-3
14) Теорема взаимности в электростатике.	ОПК-1, ОПК-3
15) Собственная и взаимная энергия электростатических подсистем.	ОПК-1, ОПК-3
16) Энергия системы проводников	ОПК-1, ОПК-3
17) Понятие емкости в системе проводников.	ОПК-1, ОПК-3
18) Разделения переменных для уравнения Лапласа в декартовой и сферической системах координат.	ОПК-1, ОПК-3
19) Уравнения для постоянных токов в проводящей среде.	ОПК-1, ОПК-3
20) Уравнения, описывающие статические магнитные поля.	ОПК-1, ОПК-3
21) Векторный потенциал магнитостатического поля.	ОПК-1, ОПК-3
22) Поле произвольной системы замкнутых токов на больших расстояниях от нее. Магнитный дипольный момент.	ОПК-1, ОПК-3
23) Поля, создаваемые намагниченными телами. Скалярный потенциал магнитного поля.	ОПК-1, ОПК-3
24) Представление энергии в виде интеграла по области источников.	ОПК-1, ОПК-3
25) Теорема взаимности в магнитостатике.	ОПК-1, ОПК-3
26) Энергия системы квазилинейных токов.	ОПК-1, ОПК-3
27) Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции.	ОПК-1, ОПК-3
28) Магнитопроводы.	ОПК-1, ОПК-3
29) Скалярный и векторный потенциалы переменного электромагнитного поля. Калибровка Кулона. Калибровка Лоренца.	ОПК-1, ОПК-3
30) Уравнения для потенциалов электромагнитного поля.	ОПК-1, ОПК-3
31) Комплексная запись уравнений Максвелла.	ОПК-1, ОПК-3
32) Комплексная диэлектрическая проницаемость.	ОПК-1, ОПК-3
33) Теорема единственности решения уравнений Максвелла для гармонических полей.	ОПК-1, ОПК-3
34) Уравнения квазистатики. Скин-эффект.	ОПК-1, ОПК-3
35) Однородные и неоднородные плоские волны.	ОПК-1, ОПК-3
36) Волны в однородных анизотропных средах. Поляризация нормальных волн	ОПК-1, ОПК-3

5.2.2 Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Типовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1, ОПК-3:

Задача 1.1 На основании теоремы Гаусса - Остроградского, соображений симметрии и принципа суперпозиции найти скалярный потенциал ϕ и вектор напряженности электрического поля E следующих систем зарядов в вакууме: 1) точечный заряд q ; 2) заряд, распределенный с постоянной объемной плотностью ρ : 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.

Для оценки сформированности компетенции ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин:

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

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 μ в произвольном неоднородном магнитном поле заданных внешних источников. Рассмотреть случаи: $\mu < 1$, $\mu > 1$, шарик в состоянии сверхпроводимости.

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

а) основная литература:

- 1) И.Е.Тамм. «Основы теории электричества», М., Физматлит, 2003, -616 с. Режим дос-тупа: 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. Бреховских. "Волны в слоистых средах", М., Наука, 1973. -343 с. -33 экз.

б) 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. Филипс. «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>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ по направлению 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): А.Г. Шалашов

Заведующий кафедрой:

Программа одобрена на заседании методической комиссии
ВШОПФ от 30.06.2021, протокол № 3.