

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

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ

протокол от
« » 20__ г.

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

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11.02, Электродинамика относится к обязательной части ОПОП 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	
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Знания: ОПК-1.2: Умения: ОПК-1.3: Навыки:	ОПК-1.1: Знать основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей. ОПК-1.2: Уметь пользоваться законами электродинамики для расчета потенциала, создаваемого заданными источниками. ОПК-1.3: Владеть навыками решения задач по электростатике и магнитостатике.	Собеседование и задачи (практические задания)
ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.1: Знания: ОПК-3.2: Умения: ОПК-3.3: Навыки:	ОПК-3.1: Знать основные принципы работы современных информационных технологий ОПК-3.2: Уметь применять современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3: Владеть навыками применения современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.	Собеседование и задачи (практические задания)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	2
самостоятельная работа	26
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	12	4	6	0	10	2	
Тема 2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей	14	4	6	0	10	4	
Тема 3. Электростатика	12	4	6	0	10	2	
Тема 4 Постоянные токи в проводящих средах	14	4	6	0	10	4	
Тема 5. Магнитостатика	12	4	6	0	10	2	
Тема 6. Общие способы описания переменных электромагнитных полей	14	4	6	0	10	4	

Тема 7. Электродинамика квазистационарных процессов	14	4	6	0	10	4
Тема 8. Электромагнитные волны в однородных средах	14	4	6	0	10	4
Аттестация	36					
КСР	2				2	
Итого	144	32	48	0	82	26

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 понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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 сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных 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.	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 незначительными 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 владения материалом . Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающего от ответа	грубые ошибки.	недочетами			недочетов.	
--	----------------------	----------------	------------	--	--	------------	--

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)

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

- 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

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

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 p_l).

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. 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 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 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. 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 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.