

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Физика конденсированного состояния

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 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;	ИД ОПК-1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД ОПК-1: Знает и уверенно применяет методы математического анализа и моделирования при решении физических задач, проверяет выполнение фундаментальных законов теории электричества.	Опрос	Экзамен: Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	7
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	2
самостоятельная работа	102
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 разделов и тем дисциплины	Всего	в том числе
--	-------	-------------

	(часы)	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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
<p>Тема 1. Микроскопическая электродинамика 1. Частицы и поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. 2. Потенциал электрического поля. Напряженность поля. 3. Принцип суперпозиции. 4. Закон сохранения заряда. Уравнение непрерывности. 5. Магнитное поле. Законы Эрстеда и Био-Савара. Сила Ампера. 6. Ток смещения. 7. Закон Фарадея. 8. Уравнения Максвелла. 9. Потенциалы электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. 10. Общие свойства уравнений Максвелла. 11. Закон сохранения энергии в электромагнитном поле. 12. Импульс поля. 13. Электростатическое поле. 14. Методы решения задач электростатики 15. Энергия электростатического поля. 16. Дипольный момент. 17. Квадрупольный момент. 18. Система зарядов во внешнем поле. 19. Диполь-дипольное взаимодействие. 20. Постоянное магнитное поле. 21. Метод векторного потенциала. 22. Магнитное поле на больших расстояниях от системы токов. 23. Магнитный момент. 24. Энергия магнитного поля. 25. Электромагнитные волны. 26. Плоские волны. 27. Вектор Умова-Пойтинга. Поток и плотность энергии в плоской электромагнитной волне. 28. Монохроматические волны. 29. Поляризация волн. 30. Собственные колебания поля. 31. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. 32. Потенциалы Лиенара-Вихерта. 33. Поле равномерно движущегося заряда. 34. Поле системы зарядов на далеких расстояниях. Дипольное излучение.</p>	100	25	21	46	54
<p>Тема 2. Теория относительности 1. Принцип относительности Галилея. 2. Принцип относительности Эйнштейна. 3. Интервал. 4. Собственное время. 5. Преобразования Лоренца. 6. Закон сложения скоростей. 7. Четырехмерные векторы. 8. Релятивистская механика. Лагранжиан. 9. Заряженная частица в электромагнитном поле. 10. Уравнения движения заряженной частицы. 11. Движение в постоянном однородном электрическом поле. 12. Движение в постоянном магнитном поле. 13. Тензор электромагнитного поля. 14. Преобразование Лоренца для полей. 15. Инварианты поля. 16. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в четырехмерной форме.</p>	22	8	2	10	12
<p>Тема 3. Макроскопическая электродинамика 1. Уравнения Максвелла в среде. 2. Материальные уравнения. 3. Граничные условия. 4. Электростатическое поле проводников. 5. Энергия электростатического поля проводников. 6. Теорема взаимности. 7. Коэффициенты емкости и электростатической индукции. 8. Метод изображений. 9. Метод инверсии. 10. Сила, действующая на проводник в поле 11. Электростатическое поле в диэлектриках. 12. Постоянный ток. 13. Линейные проводники. Законы Кирхгофа. 14. Постоянное магнитное поле. Граничные условия. 15. Магнитный поток. Поле контуров с током. Индуктивности. 16. Энергия системы линейных токов. 17. Квазистационарное электромагнитное поле. 18. Квазистационарное приближение в случае линейных проводников. 19. Скин-эффект. Импеданс. 20. Скин-эффект в цилиндрическом проводнике. 21. Электромагнитные волны в средах. Волны в диэлектриках. 22. Волны в проводниках. 23. Частотная дисперсия. 24. Свойства диэлектрической проницаемости: причинность и аналитичность. Соотношения Крамерса-Кронига. 25. Пространственная дисперсия. 26. Уравнения Максвелла в случае изотропных диэлектриков с пространственной дисперсией. 27. Волны в изотропных средах с дисперсией. 28. Волны в анизотропных средах. 29. Отражение и преломление волн (случай нормального падения). 30. Волноводы. 31. Волны в волноводе прямоугольного сечения. 32. Волны в цилиндрическом волноводе. 33. Электродинамика</p>	92	31	25	56	36

сверхпроводников.					
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	252	64	48	114	102

Содержание разделов и тем дисциплины

Микроскопическая электродинамика: электростатика и магнитостатика вакуума, электромагнитные волны в вакууме, дипольное излучение. Электродинамика вещества: электростатика металлов и диэлектриков, магнитостатика вещества, электромагнитные волны в однородных средах, временная и пространственная дисперсия, магнитооптические явления в 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.

Нет.

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 - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Уравнения Максвелла для вакуума.
2. Уравнения Максвелла для вещества.
3. Преобразования Лоренца для потенциалов и напряженностей полей.
4. Свойства тензора квадрупольного момента системы зарядов.
5. Калибровочные преобразования для потенциалов ЭМП.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Дано не менее 60 процентов правильных ответов.
не зачтено	Дано менее 60 процентов правильных ответов.

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	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 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	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

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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	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

1. Рассчитать интенсивность излучения волн антенной в квадрупольном излучении (тензор квадрупольного момента задан).
2. Рассчитать тензор диэлектрической проницаемости газа сильно связанных электронов.
3. Рассчитать эффект Доплера для плоской монохроматической волны, падающей нормально на движущееся в заданном направлении плоское зеркало.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Отличные знания и умения, выходящие за рамки программы курса.
отлично	Отличные знания и умения. Правильные ответы на дополнительные вопросы
очень хорошо	Уверенные знания и умения. Допускаются незначительные неточности в ответе.
хорошо	Уверенные знания и умения. Допускается одна одна незначительная ошибка

Оценка	Критерии оценивания
	расчетного характера.
удовлетворительно	Неуверенные знания по дисциплине, приобретенные скорее благодаря способности ума к заучиванию, нежели к желанию студента постичь науку
неудовлетворительно	Неудовлетворительные знания по дисциплине, множество принципиальных ошибок, отсутствие логического научного мышления.
плохо	Неудовлетворительные знания по предмету, попытка списать материал на экзамене.

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

Основная литература:

1. Теоретическая физика. Теория поля / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. - Москва : Физматлит, 2006., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=634777&idb=0>.
2. Ландау Лев Давыдович. Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов : в 10 т. Т. 8 : Электродинамика сплошных сред / перераб. и доп. Е. М. Лифшицем, Л. П. Питаевским. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. - 624 с. - 60.00., 373 экз.
3. Левич Вениамин Григорьевич. Курс теоретической физики : [для физ.-техн. вузов и фак.]. Т. 1 : Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1969. - 910 с. : с черт. - 4200.00., 109 экз.
4. Батыгин В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности / Батыгин В. В., Топтыгин И. Н. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-0921-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799674&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. 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.
2. Гильденбург Владимир Борисович. Сборник задач по электродинамике : учеб. пособие. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1993. - 123 с. - 210.00., 62 экз.

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

1. Пакеты компьютерных аналитических и графических вычислений для персонального компьютера. Допускается применение сред Wolfram Mathematica, Matlab, MathCAD, Maple или любых иных компьютерных ресурсов аналогичного назначения.
2. Интернет-ресурсы справочной и математической литературы со свободным или условно-свободным доступом www.eqworld.ipmnet.ru , www.twirpx.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Перов Анатолий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Бурдов Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 30.11.2024, протокол № б/н.