

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 27.04.2023 16:31:17

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Электродинамика

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 40

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, старший преподаватель, Галимзянов Тимур Равильевич*

Рабочая программа

**Электродинамика**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра теоретической физики и квантовых технологий**

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор Мухин Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Научить применять основные понятия, законы и методы классической электродинамики для решения задач об излучении и распространении электромагнитных волн, а также о взаимодействии электромагнитного поля с веществом.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Кристаллография
2.1.2	Математическая статистика и анализ данных
2.1.3	Методы математической физики
2.1.4	Теоретическая механика и основы теории упругости.
2.1.5	Физика
2.1.6	Электротехника
2.1.7	Математика
2.1.8	Органическая химия
2.1.9	Информатика
2.1.10	Химия
2.1.11	Инженерная и компьютерная графика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Высшая математика. Спецглавы.
2.2.2	Квантовая механика
2.2.3	Научно-исследовательская работа
2.2.4	Научно-исследовательская работа
2.2.5	Физика поверхности
2.2.6	Введение в физику полупроводников
2.2.7	Введение в физику твердого тела
2.2.8	Квантовая механика. Спецглавы.
2.2.9	Компьютерные методы в физике
2.2.10	Методы физико-химических исследований
2.2.11	Нелинейная физика
2.2.12	Специальный физический практикум
2.2.13	Статистическая физика
2.2.14	Строение некристаллических систем
2.2.15	Теория химической связи
2.2.16	Термодинамика металлических растворов
2.2.17	Физика конденсированного состояния
2.2.18	Физические свойства твердых тел
2.2.19	Квантовые вычисления
2.2.20	Методы вычислительной физики
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.23	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.24	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.25	Статистические расчеты равновесий
2.2.26	Теоретическая нанофотоника
2.2.27	Термодинамика неравновесных процессов
2.2.28	Термодинамика сложных систем
2.2.29	Физика низкоразмерных систем
2.2.30	Фотоника

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ОПК-1:** Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

**Знать:**

ОПК-1-31 основные понятия электродинамики, законы и модели электродинамики

**Уметь:**

ОПК-1-У1 пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики

**Владеть:**

ОПК-1-В1 владения методами обработки и анализа экспериментальной физической информации

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Уравнения Максвелла</b>							
1.1	Специальная теория относительности /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Решение задач по теме "специальная теория относительности" /Пр/	5	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.3	Поле. 4-потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. Уравнения движения заряда в ЭМ поле. /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.4	Семинар по теме: 4-потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. /Пр/	5	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.5	Первая пара уравнений Максвелла. Тензор ЭМ поля. Постоянное электрическое поле. Движение в электрическом поле. /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			
1.6	Решение задач по темам: тензор ЭМ поля; Движение в электрическом поле. /Пр/	5	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.7	Самостоятельная работа по анализу уравнений максвелла /Ср/	5	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			
1.8	Действие ЭМ поля. Вторая пара уравнений. 4-ток. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.9	Решение задач по теме: вторая пара уравнений. 4-ток. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	<b>Раздел 2. Постоянное и переменное электромагнитные поля</b>							

2.1	Плотность и поток энергии. Закон Кулона. Энергия системы зарядов. /Лек/	5	2	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
2.2	Решение задач по теме: закон Кулона. Энергия системы зарядов. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
2.3	Разложение по мультиполям. Дипольный и квадрупольный моменты. Энергия системы зарядов во внешнем поле. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
2.4	Решение задач по теме: разложение по мультиполям; дипольный и квадрупольный моменты; энергия системы зарядов во внешнем поле. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
2.5	Постоянное и переменные лектромагнитные поля /Ср/	5	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Магнетостатика. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
2.7	Решение задач по теме магнетостатика. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
	<b>Раздел 3. Электромагнитные волны. Распространение, излучение, поглощение.</b>							
3.1	Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Монохроматическая волна. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.2	Электромагнитные волны. Волновое уравнение. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.3	Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара—Вихерта. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.4	Решение задач по темам: запаздывающие потенциалы; потенциалы Лиенара—Вихерта. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.5	Излучение электромагнитных волн. Поле системы движущихся зарядов. Дипольное излучение. /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.6	Излучение электромагнитного поля. Торможение излучением. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.7	Излучение электромагнитного поля /Ср/	5	6	ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.8	Рассеяние свободными зарядами. Рассеяние связанными зарядами. Цвет в природе. /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
3.9	Рассеяние свободными зарядами. Рассеяние связанными зарядами. Цвет в природе. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			

3.10	Рассеяние электромагнитного поля зарядами /Ср/	5	16	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
<b>Раздел 4. Макроскопическая электродинамика в веществе</b>								
4.1	Макроскопическая электродинамика в веществе. Диэлектрическая проницаемость. /Лек/	5	3	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
4.2	Макроскопическая электродинамика в веществе. Диэлектрическая проницаемость. /Пр/	5	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
4.3	Распространение ЭМ волн в веществе. Геометрическая оптика. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
4.4	Решение задач по темам: распространение ЭМ волн в веществе; геометрическая оптика. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
4.5	Метаматериалы. Отрицательное преломление. /Лек/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
4.6	Макроскопическая электродинамика в веществе /Ср/	5	6	ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
<b>Раздел 5. Контрольная</b>								
5.1	Контрольная /Пр/	5	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
<b>Раздел 6. Коллоквиум</b>								
6.1	Коллоквиум /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Коллоквиум	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специальная теория относительности. Интервал. Преобразование Лоренца. 4-вектор. Принцип наименьшего действия.</li> <li>2. Поле. 4-потенциал поля. Релятивистски инвариантное действие системы зарядов в электромагнитном поле.</li> <li>3. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. Движение в однородном электрическом, магнитном и в скрещенных электрическом и магнитных полях. Калибровочная инвариантность.</li> <li>4. Первая пара уравнений Максвелла, вывод. Тензор электромагнитного поля. 4-ток.</li> <li>5. Вторая пара уравнений Максвелла, вывод. Действие чистого поля. Плотность и поток энергии.</li> <li>6. Закон Кулона (вывод). Энергия системы зарядов. Энергия системы зарядов во внешнем поле.</li> <li>7. Системы зарядов. Дипольный момент. Квадрупольный момент.</li> <li>8. Магнетостатика. Магнитный момент.</li> <li>9. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Общий ход решения. Вектор Поинтинга.</li> <li>10. Решение волнового уравнения. Монохроматическая волна. Поляризация.</li> <li>11. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара—Вихерта.</li> <li>12. Поле системы движущихся зарядов. Дипольное излучение. Магнитно-дипольное излучения.</li> <li>13. Торможение излучением. Рассеяние свободными зарядами.</li> <li>14. Рассеяние связанными зарядами. Цвет в природе.</li> <li>15. Макроскопическая электродинамика в веществе. Диэлектрическая проницаемость.</li> <li>16. Постоянное магнитное поле в веществе.</li> <li>17. Уравнения для переменного тока в веществе.</li> <li>18. Отражение и преломление волн.</li> <li>19. Фазовая и групповая скорости. Распространение волны в волноводе.</li> </ol>
-----	------------	----------------------------	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Контрольная работа	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<p>Пример билета контрольной работы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мобильный телефон имеет 2000 мАч. Рабочее напряжение аккумулятора равно 4В. Рабочая частота – 2000 МГц. Пусть вся энергия при разговоре тратится на излучение. Найти время, за которое полностью разрядится аккумулятор при постоянном разговоре. Предположить, что всё излучение генерируется периодическим током в антенне длиной в четверть длины волны излучения.</li> <li>2. Дан равномерно заряженный шаровой сектор радиуса R с углом раскрытия <math>\alpha</math>, и центрально симметрично от него расположенный такой же сектор, но с обратным знаком заряда. Найти дипольный момент данной фигуры. Плотность заряда известна и равна <math>\rho</math>.</li> </ol>

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзамен не предусмотрен

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Левич В. Г.	Курс теоретической физики	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1969
Л1.2	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т. 2: Теория поля	Библиотека МИСиС	, 1973

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Тамм И. Е.	Основы теории электричества: учеб. пособие для студ. физ. фак. ун-тов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1976

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И., Муковский Я. М., Векилов Ю. Х.	Курс теоретической физики в задачах и упражнениях: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение и терм. обраб. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Курсы по теоретической физике, онлайн доступ к лекциям.	<a href="https://mipt.ru/online/teorphys/">https://mipt.ru/online/teorphys/</a>
----	---	---

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Python

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.6	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.7	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------



Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-504	Лаборатория	характериограф TR-4805; вольтметр В7-138; компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.); междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+; плата "Аналоговая электроника"(4 шт.); ПК; комплект учебной мебели

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. При самостоятельной работе можно использовать электронную версию конспекта.

Освоение каждого раздела курса необходимо начинать с изучения лекционного материала: конспекта лекции, рекомендуемой литературы. Критерием успешного освоения лекционного материала для каждого студента могут служить результаты самоконтроля. Если студент оказывается способным справиться с большинством предлагаемых в каждом разделе дисциплины контрольных вопросов, тестов и задач, значит, процесс освоения материала идет успешно.