

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ (ЭЛЕКТРОДИНАМИКА)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.01 Приборостроение

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	4	144	32	32	0		35	0	Э
6	3	108	30	30	0		12	0	Э
Итого	7	252	62	62	0	0	47	0	

АННОТАЦИЯ

Данный курс разработан для формирования представлений о свойствах электромагнитного поля в вакууме и веществе на основе решения уравнений в частных производных и углублении полученных в курсах общей физики знаний, формирование целостной картины физических процессов и явлений в рамках классической теории электромагнитного поля. Студент должен иметь представление о современных тенденциях развития науки и техники в области электродинамики и математическом аппарате, применяемом при решении электродинамических задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются получение и закрепление теоретико-практических знаний по вопросам:

- природа электрослабого взаимодействия;
- электродинамика движущихся тел;
- типы и характеристики электромагнитных волн;
- дисперсионные аспекты распространения электромагнитного поля.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина соотносится с курсом ускорители заряженных частиц. Для её освоения необходимы знания по высшей математике и общей физике в объёме курсов, читаемых в течение первых двух лет обучения в университете. В частности, математический анализ, аналитическая геометрия, высшая алгебра, механика, оптика и электромагнетизм.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	З-ОПК-1 [1] – знать методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения. У-ОПК-1 [1] – уметь применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения. В-ОПК-1 [1] – владеть навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний

	естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности.
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и

		неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

Используются аудиторные занятия (лекции и семинары).

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		25	к.р-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1,

							У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Второй раздел	9-16	16/16/0		25	КИ-16	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	15/15/0		25	к.р-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Второй раздел	9-15	15/15/0		25	КИ-15	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Первый раздел	16	16	0
1 - 2	Тема 1 Введение. Элементы векторного анализа. Система уравнений Максвелла.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Тема 2 Макроскопические свойства материи, электрическая и магнитная поляризация. Классификация материальных сред.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 3 Электромагнитный 4-потенциал. Калибровка Лоренца.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Тема 4 Векторы Герца. Граничные условия.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Тема 5 Уравнения Максвелла в обобщенных ортогональных координатах.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Тема 6 Основы специальной теории относительности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Тема 7 Эффект Допплера в электромагнетизме.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	16	16	0
8 - 9	Тема 8 Преобразование векторов поля к движущейся системе координат.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

9 - 10	Тема 9 Электромагнитные силы, действующие на источники поля, сила Лоренца. Эффект Холла.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Тема 10 Эквивалентность массы и энергии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Тема 11 Импульс и инварианты электромагнитного поля. Поток электромагнитной энергии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Тема 12 Теорема Умова-Пойтинга и её различные формы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Тема 13 Вектор Умова-Пойтинга. Принцип суперпозиции.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Тема 14 Плоские волны в неограниченной изотропной среде. Уравнение одномерного поля и его решение.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Тема 15 Плоские волны, гармонические во времени. Фазовая скорость.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Первый раздел	15	15	0
1 - 2	Тема 1 Особенности распространения плоских волн в идеальной диэлектрической среде и среде с конечной проводимостью.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Тема 2 Плоские волны, гармонические в пространстве. Поляризация плоской волны, поток энергии, импеданс.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 3 Понятие дисперсии. Дисперсия в диэлектриках, средах со свободными зарядами, в металлах.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Тема 4 Групповая скорость и ее связь с фазовой.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 7	Тема 5 Распространение электромагнитной волны (ЭМВ) в ионизированной атмосфере, дисперсионное уравнение и проявление анизотропии.	Всего аудиторных часов		
		3	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

7 - 8	Тема 6 Цилиндрические волны, уравнения цилиндрического поля	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
9-15	Второй раздел	0	0	0
		15	15	0
		Онлайн		
8 - 9	Тема 7 Импедансы гармонических цилиндрических полей.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
9 - 10	Тема 8 Электромагнитное излучение. Излучение движущихся зарядов.	0	0	0
		4	2	0
		Онлайн		
10 - 11	Тема 9 Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта.	0	0	0
		4	4	0
		Онлайн		
11 - 12	Тема 10 Напряженность электрического и магнитного полей движущегося заряда.	0	0	0
		1	4	0
		Онлайн		
12 - 13	Тема 11 Мощность излучения движущегося заряда.	0	0	0
		1	2	0
		Онлайн		
13 - 15	Тема 12 Спектральное и угловое распределение энергии, излучение зарядом.	0	0	0
		4	2	0
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По данной дисциплине читается курс лекций.

В рамках предусмотренных программой семинаров рассматриваются стандартные задачи из учебной литературы.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	Э, к.р-8, КИ-16	Э, к.р-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

	«неудовлетворительно»		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	-----------------------	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 537 В58 Макроскопическая электродинамика : Учеб. пособие для вузов, Власов А.А., М.: Гос.изд-во техн.-теор.лит., 1955
2. ЭИ К 17 Общая физика. Электромагнетизм. Практикум : , Семенова Т. А., Калашников Н. П., Федоров В. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Т 17 Основы теории электричества : учебное пособие, Тамм И. Е., Москва: Физматлит, 2003
4. 53 Я22 Основы физики Т.2 Электродинамика; Колебания и волны; Основы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел; Физика ядра и элементарных частиц, , Москва: Наука, 1972
5. 537 Б28 Сборник задач по электродинамике : Учеб. пособие для вузов, Топтыгин И.Н., Батыгин В.В., М.: Физматлит, 1962
6. 53 Л 22 Теоретическая физика Т.4 Теория поля , Ландау Л., Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948
7. 537 Б42 Теория электричества Т.2 Электронная теория, , Л.;М.: Техн.-теор.лит., 1941
8. 53 Ф36 Фейнмановские лекции по физике Вып.6 Электродинамика, Фейнман Р., Москва: Мир, 1966
9. 53 П50 Электродинамика движущихся тел : , Поливанов К.М., Москва: Энергоиздат, 1982
10. 537 Н64 Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие для вузов, Никольская Т.И., Никольский В.В., М.: Наука, 1989
11. 530 Л22 Электродинамика сплошных сред : , Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д., М.: Гостехиздат, 1957
12. 53 Л22 Электродинамика сплошных сред : , Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д., М.: Физматгиз, 1959

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции самостоятельно повторить основные положения пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (со стороны преподавателя возможен выборочный контроль ваших знаний).

Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Ознакомиться с учебным планом.
2. Подготовить материалы для очередной лекции.
3. Сформулировать цель и желаемый конечный результат.
4. Проанализировать лекционный контент на предмет единства требований, целесообразности и доступности.

При проведении практических занятий

1. Подготовить вопросы и задачи
2. Подготовить решения к задачам предыдущего и текущего занятий
3. При решении задач активно вовлекать слушателей к обсуждению способов и подходов к решению задач
4. Выдать несколько задач по текущей теме для самостоятельного решения

5. Выделить время для вопросов от слушателей

Автор(ы):

Дюбков Вячеслав Сергеевич, к.ф.-м.н.