

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

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (ЭЛЕКТРОДИНАМИКА)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

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
6	3	108	30	30	0		12	0	Э
Итого	3	108	30	30	0	0	12	0	

АННОТАЦИЯ

Цель настоящего курса - расширение и углубление представлений о свойствах электромагнитного поля в вакууме и веществе, полученных в курсах общей и теоретической физики, 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. С этой целью в курсе освещаются такие актуальные направления как релятивистская астрофизика и электродинамика ускорителей заряженных частиц.

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;
- электромагнитное излучение;
- основные характеристики физической плазмы;
- основные свойства сверхпроводников.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин основной образовательной программы подготовки, в первую очередь – высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, теория функции комплексного переменного, тензорный анализ, теория вероятностей, линейная алгебра и аналитическая геометрия), физика (механика, электромагнетизм, оптика, колебания и звук), химия (органическая и неорганическая, физическая химия).

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых	математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра и частиц.	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;;

исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок			В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
--	--	--	--

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.
--	--	--

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>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	к.р-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Часть 2	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-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	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-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>6 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Тема 1 Введение. Элементы векторного анализа. Система уравнений Максвелла. Макроскопические свойства материи, электрическая и магнитная поляризация. Классификация материальных сред.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Электромагнитный 4-потенциал. Калибровка Лоренца. Векторы Герца. Граничные условия. Уравнения Максвелла в обобщенных ортогональных координатах.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Основы специальной теории относительности. Эффект Доплера.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Преобразование векторов поля к движущейся системе координат. Электромагнитные силы, действующие на источники поля, сила Лоренца. Эффект Холла. Эквивалентность массы и энергии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Импульс и инварианты электромагнитного поля. Поток электромагнитной энергии. Теорема Умова-Пойтинга и её различные формы. Вектор Умова-Пойтинга. Принцип суперпозиции.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Плоские волны в неограниченной изотропной среде. Уравнение одномерного поля и его решение. Поперечный характер плоских волн. Плоские волны, гармонические во времени. Фазовая скорость.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Особенности распространения плоских волн в идеальной диэлектрической среде и среде с конечной проводимостью. Плоские волны, гармонические в пространстве. Поляризация плоской волны, поток энергии, импеданс.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Понятие дисперсии. Дисперсия в диэлектриках, средах со	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	свободными зарядами, в металлах. Групповая скорость и ее связь с фазовой.	Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	14	14	0
9	Тема 1 Распространение электромагнитной волны (ЭМВ) в ионизированной атмосфере, дисперсионное уравнение и проявление анизотропии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 2 Цилиндрические волны, уравнения цилиндрического поля. Импедансы гармонических цилиндрических полей. Скин-эффект.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 3 Электромагнитное излучение. Излучение движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Напряженность электрического и магнитного полей движущегося заряда.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 4 Мощность излучения движущегося заряда. Спектральное и угловое распределение энергии, излучение зарядом.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 5 Основные понятия и свойства плазмы. Уравнения динамики плазмы. Модели плазмы. Плазменные колебания.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Тема 6 Электромагнитные свойства неравновесной плазмы. Проводимость полностью ионизированной плазмы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 7 Общие понятия, параметры и история развития сверхпроводимости. Уравнения Лондонов. Основы теории Гинзбурга-Ландау.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 3	1

	Основы классической электродинамики
4 - 5	2 Электродинамика движущихся сред
6 - 8	3 Электромагнитные волны
9 - 12	4 Электромагнитное излучение
13 - 15	5 Основы электродинамики плазмы
16	6 Основы электродинамики сверхпроводников

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторные занятия, проводимые в форме лекций, практические занятия. Самостоятельная работа студентов предполагает изучение и повторение пройденных тем, выполнение домашних заданий с привлечением рекомендованной и дополнительной 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)
ПК-2	З-ПК-2	Э, к.р-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, к.р-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, к.р-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	Э, к.р-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, к.р-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, к.р-8, КИ-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, к.р-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	Э, к.р-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	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 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «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. 517 Н62 Лекции по уравнениям и методам математической физики : , Никифоров А.Ф., Долгопрудный: Интеллект, 2009
2. ЭИ Г 83 Электродинамика и микроволновая техника : учебник, Григорьев А. Д., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 Г12 Оборудование для работы с ускоренными пучками : учебное пособие, Сомов С.В., Гаврилов Н.М., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. ЭИ Г12 Оборудование для работы с ускоренными пучками : учебное пособие для вузов, Сомов С.В., Гаврилов Н.М., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

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

Методические рекомендации для студентов

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

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. Не смущайтесь, если вопросы вам кажутся простыми.

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.

2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

При проведении вычислений придерживайтесь следующего формата:

(Обозначение искомой величины) = (буквенная формула расчёта) = (подстановка численных значений величин, входящих в формулу, с указанием их размерностей) = (результат вычислений с указанием его размерности).

Это поможет вам избежать некоторых ошибок, либо выявить их и исправить.

По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы (если вы не прояснили их ранее).

3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

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

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций.

Перед очередной лекцией подготовить материал соответствующий теме лекции (краткий-конспект). Подготовить "про запас" несколько вопросов, касающихся тем предыдущих лекций.

Определить цель, заранее запланированный конечный результат (чего надо достичь), для данной лекции.

Произвести анализ лекции на предмет единства требований, доступности и оптимальности, доступности и оптимальности, целесообразности.

2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Подготовить вопросы и задачи соответствующие теме лекционного материала.

Подготовить решения к задачам предыдущего и текущего практического занятия.

При решении задач активно вовлекать слушателей в обсуждении с преподавателем идей, способов и подходов к решению рассматриваемых задач.

Выдать не менее двух задач по теме практического занятия для самостоятельного решения студентами.

В конце практического занятия при необходимости выясните у слушателей, что, возможно, осталось неясным.

Автор(ы):

Дюбков Вячеслав Сергеевич, к.ф.-м.н.