

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

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 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
3	2	72	32	0	0		40	0	3
Итого	2	72	32	0	0	0	40	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Рассматриваются: основы теории влияния электрических и магнитных полей линий высокого напряжения, грозовых разрядов и магнитных бурь на цепи воздушных и кабельных линий связи; теории электромагнитного экранирования функциональных блоков оптоэлектронных устройств и систем; воздействий электромагнитного импульса (ЭМИ) молниевых разрядов и атомных и термоядерных взрывов на электротехнические системы и электронную аппаратуру; теории оптоэлектронных систем передачи данных и элементов теории электромагнитного экранирования для решения проблем ЭМС элементов теории работы линейных стационарных систем (коаксиальные кабели, фильтры и т.п.).

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель изучения учебной дисциплины - дать достаточное теоретическое представление:

о способности радиоэлектронных средств одновременно функционировать в реальных условиях их эксплуатации при воздействии непреднамеренных радиопомех и не создавать недопустимых радиопомех другим средствам;

о параметрах радиоизлучений и приёма, влияющих на ЭМС РЭС (далее «параметры ЭМС РЭС»), и дать начальные сведения о ГОСТ 23872, согласно которому радиоизлучения передающих устройств подразделяются на основные, нежелательные и излучения помимо антенны.;

о воздействии разрядов атмосферного электричества (молниевые разряды) и электромагнитного импульса (ЭМИ) атомных и термоядерных взрывов на электротехнические системы и электронную аппаратуру; определяющий ещё одну цель её изучения;

о необходимости использования оптоэлектроники и стекловолоконной технологии в цепях помехозащищённой передачи информации.

Об измерении и уменьшении уровня электромагнитных помех (ЭМП).

Задачи дисциплины:

- Изучение единиц электрических и магнитных величин в СИ и СГС;
- дать понятие дальней зоны излучения и пояснить её роль в обеспечении электромагнитной совместимости;
- изучение свойств и принципов построения оптических систем связи;
- изучение принципов электромагнитного экранирования;

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль ФГОСЗ "М2 Профессиональный цикл" образовательной программы "Электронные измерительные системы физических установок" по направлению подготовки ВПО «Ядерные физика и технологии».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям студента:

- естественно-научные знания в объёме средней школы;
- знание физики и высшей математики;
- знание основ электротехники, электроники и теории цепей;
- знание информатики;
- умение работать с литературой и персональным компьютером;
- умение составлять алгоритмы и писать программы;

- готовность к анализу и разработке информационных систем;
- готовность к анализу электронных схем.

Освоение данной дисциплины необходимо при прохождении производственной практики, выполнении дипломного проектирования, а также при практической работе выпускников по специальности.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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
проектный			
Участие в модернизации существующих, разработке и внедрении новых методов контроля качества материалов, производственнотехнологических процессов и готовой продукции в сфере высоких и наукоемких технологий; квалифицированное использование исходных данных, материалов, оборудования, методов математического и физического моделирования производственно-технологических процессов и характеристик наукоемких технических устройств и объектов, включая использование алгоритмов и программ расчета их параметров	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	3-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть

			стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/0/0		25	КИ-8	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Второй раздел	9-16	16/0/0		25	КИ-15	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/0/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5

\* – 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
З	Зачет

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	0	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	0	0
	<b>Тема 1</b>	Всего аудиторных часов		

	<p>Единицы измерения мощности, напряжения и тока ЭМП в электрических цепях (в проводах). Ближнее и дальнее поле излучения. Малые размеры излучателя. Единицы измерения электрического и магнитного полей.</p> <p>Переходные процессы как источники ЭМП. Узкополосные и широкополосные излучения и их определение.</p> <p>Когерентные и некогерентные широкополосные излучения. Функции детектора измерительного приемника. Пиковое детектирование. Детектирование с компенсацией. Квазипиковое детектирование.</p> <p>Детектирование среднего значения огибающей. Детектирование среднего квадратического значения.</p> <p>Распределение вероятностей амплитуд.</p>	4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<p><b>Тема 2</b></p> <p>Конкретная электромагнитная обстановка (ЭМО) в точке приема. Основные сведения о параметрах ЭМО и ЭМС и об их нормировании.</p> <p>Основные сведения об излучающих и приемных антеннах. Источники ЭМП и их характеристики. Электромагнитный импульс (ЭМИ) ядерного взрыва (ЯВ), грозовые разряды, атмосферное электричество, трехфазные высоковольтные линии (ВЛ) переменного тока, высоковольтные линии постоянного тока, блуждающие токи в земле и их источники.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
	<p><b>Тема 3</b></p> <p>Последствия влияния ЭМП на провода, кабели, электронные элементы, электронные и электротехнические приборы.</p> <p>Основные методы и средства защиты электронных приборов и систем передачи сообщений от влияния ЭМП: оказание влияния на источник ЭМП в тех случаях, когда это возможно;</p> <p>применение электромагнитного экранирования;</p> <p>применение стекловолоконной техники;</p> <p>применение фильтров.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
1 - 8	<p><b>Тема 4</b></p> <p>Введение. Задачи курса. Значение и место теории «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем». Основные понятия теории электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств. Элементарные сведения из техники измерения и уменьшения уровня электромагнитных помех (ЭМП). Основные понятия о напряжениях и токах ЭМП, распространяющихся в проводах. Об электрическом и магнитном полях ЭМП. О полном сопротивлении передачи токов с емкостных и об антенных факторах. Антенный фактор измерительной приемной антенны. Антенный фактор передающей антенны.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
		Всего аудиторных часов		
		8	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	Онлайн		
		Всего аудиторных часов		
		8	0	0
	<p><b>Тема 5</b></p> <p>Источники оптического излучения. Фотоприёмники. Оптические волокна и кабели. Разъёмные соединители.</p>	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		

	Аналоговая широкополосная волоконно-оптическая система передачи данных. Выбор рабочей точки пары «излучатель-фотоприёмник». Метрологические характеристики системы.	0	0	0
9 - 16	<b>Тема 6</b> Электромагнитное экранирование. Сферический однослойный электромагнитный экран в квазистационарном однородном магнитном и электрическом полях. Сферический однослойный электромагнитный экран в поле плоской электромагнитной волны. Соотношение между экранирующими способностями сферического, цилиндрического и плоского экранов при условии равенства экранируемых объёмов. Дефекты экранов. Многослойные сферические экраны.	Всего аудиторных часов		
		8	0	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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор реальных ситуаций).

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного и раздаточного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовки к лабораторным работам и тестам, а так же выполнение домашнего задания.

Предусмотрена возможность встречи с представителями российских и зарубежных компаний, экспертами и специалистами.

## 6. 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
-------------	---------------------	----------------------------

		<b>(КП 1)</b>
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	З, КИ-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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89			B
75-84			C
70-74			D
65-69			E
60-64	4 – «хорошо»	«Не зачтено»	F
Ниже 60	3 – «удовлетворительно»		
	2 – «неудовлетворительно»		

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Важные моменты при изучении материала курса, на которые необходимо обратить внимание:

Тема 1. «Элементы теории электромагнетизма и ТОЭ»; система уравнений Максвелла.; ближнее и дальнее поля;

тема 2. «Электромагнитная наводка, созданная ЭМИ, и электромагнитные экраны»; малый квазистатический виток; квазистационарные однослойные экраны;

тема 3. «Коаксиальные радиотехнические и оптические кабели»; магнитное поле коаксиального кабеля; многомодовые и одномодовые волокна.

Подготовка к практическим занятиям (семинарам) проводится в следующем порядке:

изучение теоретического материала;

решение задач.

Подготовка к коллоквиуму проводится в следующем порядке:

изучение теоретического материала;

2. решение задач;

3. самопроверка по контрольным вопросам.

Подготовка к зачету проводится в следующем порядке:

повторение теоретического материала;

решение задач;

самопроверка по контрольным вопросам.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

1. Чтение лекций.



Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу.

Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов.

При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов.

Принятая преподавателем система обозначений должна чётко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций

В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему.

На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачёт.

## 2. Указания для проведения практических занятий.

Тема практического занятия и его цели должны быть чётко обозначены.

В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой.

В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения.

Рекомендуется отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя. Передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости.

В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Дмитриев Максим Сергеевич, к.т.н.