

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

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, экс./зач./КР/КП
8	3	108	17	17	0		74	0	3
Итого	3	108	17	17	0	17	74	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

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
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 исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов	математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, ядерно-физических установок.	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией

исследований и разработок			
	проектный		
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-конструкторских работ	ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, радиационные технологии в медицине	ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; ; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-	ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, радиационные технологии в медицине	ПК-5.2 [1] - Способен проектировать различные системы ускорителей заряженных частиц <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-5.2[1] - знать современные пакеты САПР при проектировании ускорителей заряженных частиц; У-ПК-5.2[1] - уметь проводить проектирование перспективных систем ускорителей заряженных частиц; В-ПК-5.2[1] - владеть способностью разрабатывать и оформлять проектную документацию,

конструкторских работ			эффективно взаимодействовать со специалистами смежных профилей
-----------------------	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	9/9/0		35	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2
2	Часть 2	9-12	8/8/0		15	КИ-12	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3,

							3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		17/17/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2

* – 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>8 Семестр</i>	17	17	0
1-8	Часть 1	9	9	0
1	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 токосъемников и об антенных факторах. Антенный фактор измерительной приемной антенны. Антенный фактор передающей антенны.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	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. Переходные процессы как источники ЭМП. Узкополосные и широкополосные излучения и их определение. Когерентные и некогерентные широкополосные излучения. Функции детектора измерительного приемника. Пиковое детектирование. Детектирование с компенсацией. Квазипиковое детектирование. Детектирование среднего значения огибающей. Детектирование среднего квадратического значения. Распределение вероятностей амплитуд.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Конкретная электромагнитная обстановка (ЭМО) в точке приема. Основные сведения о параметрах ЭМО и ЭМС и об их нормировании. 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.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Последствия влияния ЭМП на провода, кабели, электронные элементы, электронные и электротехнические приборы. 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; применение электромагнитного экранирования; применение стекловолоконной техники; применение фильтров.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Электромагнитное экранирование. Сферический однослойный электромагнитный экран в квазистационарном однородном магнитном и электрическом полях. Сферический однослойный электромагнитный экран в	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	поле плоской электромагнитной волны. Соотношение между экранирующими способностями сферического, цилиндрического и плоского экранов при условии равенства экранируемых объемов. Дефекты экранов. Многослойные сферические экраны.			
9-12	Часть 2	8	8	0
9 - 12	Источники оптического излучения. Фотоприёмники. Оптические волокна и кабели. Разъёмные соединители. Аналоговая широкополосная волоконно-оптическая система передачи данных. Выбор рабочей точки пары «излучатель-фотоприёмник». Метрологические характеристики системы.	Всего аудиторных часов		
		8	8	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>8 Семестр</i>
1 - 2	Оценка экранирующей способности однослойного магнитного экрана. Дефекты экрана.
3 - 4	Оценка экранирующей способности однослойного электрического экрана. Дефекты экрана.
5 - 6	Многослойные электромагнитные экраны.
7 - 8	Расчет передающей схемы оптоэлектронной системы передачи данных.
9 - 10	Расчет приемной схемы оптоэлектронной системы передачи данных.
11 - 12	Расчет схемы заградительного фильтра.

6. 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.

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-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-12
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-12
ПК-5.2	З-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-12

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»	А	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»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает
75-84		С	

70-74		D	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
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. 537 И83 Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие для вузов, : Бином. Лаборатория знаний, 2015
2. ЭИ Э45 Электромагнитная совместимость : учебно-практическое пособие к проведению практических занятий по курсу "Электромагнитная совместимость в электроэнергетике", Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 621.3 Э45 Электромагнитная совместимость : учебно-практическое пособие к проведению практических занятий по курсу "Электромагнитная совместимость в электроэнергетике", Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 К65 Контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам за счет побочных электромагнитных излучений и наводок. Аттестационные испытания по требованиям безопасности информации : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 621.39 С34 Цепи. Сигналы. Системы Ч.1. , , М.: Мир, 1988
3. 621.39 С34 Цепи. Сигналы. Системы Ч.2. , , М.: Мир, 1988

4. 621.39 ПЗ0 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : Учеб. пособие для вузов, В.И. Петровский, Ю.Е. Седельников, М.: Радио и связь, 1986
5. 621.3 ТЗ3 Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие, Г. И. Атабеков [и др.], Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
6. 621.3 Ш23 Электромагнитное экранирование : , Д. Н. Шапиро, Долгопрудный: Интеллект, 2010
7. 681.5 И13 Электромагнитная совместимость и помехоустойчивость информационных систем : , Ибатуллин Э.А., Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1989
8. 621.39 В67 Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре : , М.Л. Волин, М.: Радио и связь, 1981
9. 621.39 Э45 Электромагнитная совместимость систем спутниковой связи : , ред. : Л. Я. Кантор, В. В. Ноздрин, Москва: ФГУП НИИР, 2009
10. 621.39 У67 Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем : , ред. : М. А. Быховский, Москва: ЭКО-Трендз, 2006

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

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.

11. 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 четко 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 четко 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.