

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:51:55

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



И.Г. Игнатова

2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитные поля и волны»

Направление подготовки – 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) – «Сети и устройства инфокоммуникаций»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих профессиональных компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК- 7 «Способен к составлению аналитических отчетов на основе сбора, аналитического и численного исследования и построения прогнозов по продажам инфокоммуникационных систем и/или их составляющих» сформулирована на основе следующих профессиональных стандартов:

06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»

Обобщенная трудовая функция: Разработка проектной и рабочей документации по оснащению объектов системами связи, телекоммуникационными системами и системами подвижной радиосвязи.

Трудовые функции: В/01.6 Разработка схемы организации связи объекта, телекоммуникационной системы

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-7.ЭМПВ «Способен анализировать перспективность инфокоммуникационных систем, основываясь на технических характеристиках этих систем, полученных в результате исследования соответствующих физико-математических моделей»	- проведение экспериментов по заданной методике, анализ результатов и составление рекомендаций по улучшению технико-экономических показателей инфокоммуникационного оборудования; - проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; - математическое моделирование инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;	Знания: - физического смысла уравнений Максвелла, характеристик электромагнитного поля: вектора Пойтинга, плотности энергии, электромагнитных потенциалов, потенциалов Герца; - законов распространения электромагнитных волн в волноводах и кабелях, структуры электромагнитного поля в ближней и дальней зонах излучения антенн; Умения: - решать уравнения Максвелла для электромагнитных волн в вакууме, в волноводах, в кабелях, уметь вычислять характеристики излучения антенн, вычислять параметры электромагнитного излучения в волновой зоне, в лабораторных условиях измерять параметры электромагнитной волны в кабеле и плазме; Опыт деятельности: - опыт практического применения законов электродинамики для исследования электромагнитных полей и волн в конкрет-

		ных условиях распространения сигналов в телекоммуникационных системах;
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Математический анализ; Физика. Электричество и магнетизм; Физика.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	3	108	16	16	16	24	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основные законы и соотношения электромагнитного поля	4	4	4	6	Контрольная работа №1
					Подготовка, выполнение и защита лабораторной работы №1
					Выполнение и контроль практико-ориентированного задания
2. Распространение и излучение электромагнитных волн.	4	4	4	6	Контрольная работа №2
					Подготовка, выполнение и защита лабораторной работы №2
					Выполнение и контроль практико-ориентированного задания
3. Электромагнитные волны в металлических волново-	4	4	4	6	Контрольная работа №3
					Подготовка, выполнение и защита лабораторной работы №3

дах					Выполнение и контроль практико-ориентированного задания
					Тест
4. Электромагнитные волны в длинных двухпроводных линиях	4	4	4	6	Контрольная работа №4
					Подготовка, выполнение и защита лабораторной работы №4
					Выполнение и контроль практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Источники электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Безвихревые, потенциальные и соленоидальные поля. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в системе единиц Гаусса и СИ. Закон сохранения электрического заряда
	2	2	Уравнение баланса энергии электромагнитного поля. Скалярный и векторный электромагнитные потенциалы. Градиентная инвариантность электромагнитного поля. Векторные потенциалы Герца. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в веществе.
2	3	2	Плоская монохроматическая волна. Электрический импульс. Поляризация плоской монохроматической электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга монохроматического поля. Вектор Пойнтинга плоской монохроматической волны. Плотность энергии плоской монохроматической волны.
	4	2	Запаздывающие потенциалы. Поле излучения в волновой зоне. Электромагнитное поле произвольной системы источников. Ближняя и дальняя зоны излучения. Излучение линейных антенн. Коэффициент направленного действия антенны. Излучение элементарного диполя. Диаграмма направленности излучения антенны. Линейная антенна в режиме стоячей волны. Линейная антенна в режиме бегущей волны.
3	5	2	Граничные условия на поверхности идеального проводника. Монохроматическая электромагнитная волна в металлическом волноводе. Волноводные моды TE и TM поляризаций. TM – волноводные моды металлического планарного волновода. TE – волноводные моды металлического планарного волновода
	6	2	Нахождение волноводных мод с помощью потенциалов Герца. Металлический волновод прямоугольного сечения. Металлический волновод круглого сечения

4	7	2	Структура электромагнитного поля в двухпроводной линии. Нахождение электромагнитного поля двухпроводной линии через потенциалы Герца. Вектор Пойнтинга электромагнитного поля двухпроводной линии. Электромагнитное поле в коаксиальном кабеле. Поток энергии в коаксиальном кабеле. Погонная емкость коаксиального кабеля. Плотность энергии электромагнитного поля в коаксиальном кабеле. Погонная индуктивность коаксиального кабеля. Распространение импульса вдоль коаксиального кабеля
	8	2	Телеграфные уравнения идеальной длинной линии. Телеграфные уравнения длинной линии с потерями. Решение телеграфных уравнений для коаксиального кабеля

4.3. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятий
1	1	2	Элементы векторного анализа, уравнения Максвелла.
	2	2	Законы сохранения, электромагнитные потенциалы.
2	3	2	Плоская монохроматическая волна, вектор Пойнтинга.
	4	2	Излучение диполя, излучение линейных антенн.
3	5	2	Электромагнитное поле в металлическом волноводе, планарный металлический волновод.
	6	2	Волновод прямоугольного сечения, круглого сечения.
4	7	2	Структура электромагнитного поля в кабеле.
	8	2	Решение телеграфных уравнений.

4.2. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Бесконтактный метод определения удельного сопротивления
2	2	4	Образование и пространственное распределение стоячих волн в передающих линиях.
3	3	4	Распространение импульсного сигнала в длинных двухпроводных линиях
4	4	4	Прохождение СВЧ - радиоволн по волноводу и через низкотемпературную плазму газового разряда

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Работа с конспектом лекций модуля 1.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №1: чтение теоретического материала, написание краткого конспекта основных теоретических сведений.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №1: изучение схемы экспериментальной установки, изучение методики выполнения работы
	0.5	Обработка экспериментальных результатов лабораторной работы №1. Подготовка ответов на поставленные преподавателем вопросы.
	0.5	Написание отчёта о проделанной лабораторной работе №1. Подготовка к защите лабораторной работы.
	2	Выполнение практико-ориентированного задания
2	2	Работа с конспектом лекций модуля 2.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №2: чтение теоретического материала, написание краткого конспекта основных теоретических сведений.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №2: изучение схемы экспериментальной установки, изучение методики выполнения работы
	0.5	Обработка экспериментальных результатов лабораторной работы №2. Подготовка ответов на поставленные преподавателем вопросы.
	0.5	Написание отчёта о проделанной лабораторной работе №2. Подготовка к защите лабораторной работы.
	2	Выполнение практико-ориентированного задания
3	2	Работа с конспектом лекций модуля 3.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №3: чтение теоретического материала, написание краткого конспекта основных теоретических сведений.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №3: изучение схемы экспериментальной установки, изучение методики выполнения работы
	0.5	Обработка экспериментальных результатов лабораторной работы №3. Подготовка ответов на поставленные преподавателем вопросы.
	0.5	Написание отчёта о проделанной лабораторной работе №3. Подготовка к защите лабораторной работы.
	2	Выполнение практико-ориентированного задания
4	2	Работа с конспектом лекций модуля 4.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №4: чтение теоретического материала, написание краткого конспекта основных теоретических сведений.
	0.5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №4: изучение схемы экс-

		периментальной установки, изучение методики выполнения работы
	0.5	Обработка экспериментальных результатов лабораторной работы №4. Подготовка ответов на поставленные преподавателем вопросы.
	0.5	Написание отчёта о проделанной лабораторной работе №4. Подготовка к защите лабораторной работы.
	2	Выполнение практико-ориентированного задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовых работ (проектов) не предусмотрено

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1

1. Теоретический материал по тематике лекций и семинарских занятий.
2. Методические указания студентам.
3. Описание лабораторной работы №1.
4. Список контрольных вопросов к лабораторной работе №1.
5. Список учебной литературы.

Модуль 2

1. Теоретический материал по тематике лекций и семинарских занятий.
2. Методические указания студентам.
3. Описание лабораторной работы №2
4. Список контрольных вопросов к лабораторной работе №2.
5. Список учебной литературы.

Модуль 3

1. Теоретический материал по тематике лекций и семинарских занятий.
2. Методические указания студентам.
3. Список задач для контрольной работы №3
4. Описание лабораторной работы №3
5. Список контрольных вопросов к лабораторной работе №3.
6. Список учебной литературы.

Модуль 4

1. Теоретический материал по тематике лекций и семинарских занятий.
2. Методические указания студентам.
3. Описание лабораторной работы №4
4. Список контрольных вопросов к лабораторной работе №4.
5. Список учебной литературы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература:

1. Журавлев М.Н. Теоретическая механика и теория поля [Текст] : Учеб. пособие / М. Н. Журавлев, А. Г. Фокин ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 96 с. - Имеется электронная версия издания.
2. Батыгин В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Текст] : Учеб. пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. - 4-е изд., перераб. - СПб. : Лань, 2010. - 480 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Ничуговский Д.К. Учебное пособие по физике: вводный курс [Текст] . Ч. 2 : Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Элементы квантовой оптики и физики атома / Д. К. Ничуговский ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 128 с. - Имеется электронная версия издания.
4. Корнеев В.И. Электромагнитные поля и волны: Учеб. пособие. Ч. 1 / В. И. Корнеев, Б. М. Корнеева ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2009. - 144 с. - Имеется электронная версия издания.
5. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике: Учеб. пособие / А. И. Алексеев. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 488 с.
6. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы [Текст] : Учеб. пособие / И. Е. Иродов. - 7-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 319 с. - (Технический университет). - Доступ к электронной версии книги открыт на сайте <http://e.lanbook.com/>.
7. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : Учеб. пособие / С. И. Баскаков. - 2-е изд. - М. : URSS. ЛИБРОКОМ, 2012. - 416 с. - (Классика инженерной мысли: радиотехника).
8. Бабенко А.Н. Электромагнитные поля и волны: Учеб. пособие / А. Н. Бабенко, А. Н. Громыко. - 2-е изд., испр. и доп. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. - 371 с.
9. Бурзин С.Б. Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Электромагнитные поля и волны" / С. Б. Бурзин, В. И. Корнеев, Б. Г. Налбандов ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 76 л.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Реферативная база данных научной литературы Scopus: крупнейшая база данных, содержащая краткое описание и сведения о цитировании рецензируемой литературы: научных журналов, книг и материалов конференций [Электронный ресурс] URL: <https://www.scopus.com> (дата обращения: 25.11.2020).
2. Реферативная база данных научных статей Web of Science: крупнейший в мире независимый от издательств указатель цитирования и интеллектуальная платформа для исследований [Электронный ресурс] URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).
3. Международный союз электросвязи (МСЭ): специализированное учреждение Организации Объединенных Наций в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и база данных по разработкам в области телекоммуникационных систем [Электронный ресурс] URL: <https://www.itu.int/ru/about/Pages/default.aspx> (дата обращения: 27.11.2020).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются технологии смешанного обучения.

Применяется модель смешанного обучения «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с помощью дискуссий и решения практических задач. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса) - аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, решение практических задач с опорой на результаты самостоятельной работы) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, zoom-консультации.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в системе ОРИОКС

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория физики конденсированного состояния (ауд. 4130)	Источник питания Agilent E3634A. Вольтметр Agilent 34411A. Вольтметр Agilent 34405A. Источник питания Agilent E6545A. Источник питания Agilent E6545A. Осциллограф четырехканальный цифр.запом. Agilent DSO6054A.	Не требуется
Помещение для самостоятельной ра-	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Ин-	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и

боты обучающихся	тернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
------------------	---	---

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-7.ЭМПВ «Способен анализировать перспективность инфокоммуникационных систем, основываясь на технических характеристиках этих систем, полученных в результате исследования соответствующих физико-математических моделей».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и семинаров обязательно. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся преподавателем и лектором по договорённости со студентами.

Цель семинаров – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему лекции, которая читалась на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсуждаются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

На семинарах, проводимых в диалоговом режиме, студенты получают специальные знания для закрепления предмета посредством разбора и решения модельных задач. Каждая задача представляет собой миниатюрную исследовательскую проблему, а процесс её решения моделирует научно-исследовательскую работу. Как показывает практика, наибольшую трудность при решении представляет формализация условия, т. е. перевод информации с русского языка на язык математических законов, формул и отношений. В данном случае, для облегчения поиска ответа необходимо научить студентов отбрасывать несущественные детали условия, пользоваться упрощенными моделями и схемами, опираться на известные физические законы.

Практико-ориентированные задания представляют из себя комплект задач на тематику соответствующего учебного модуля. Контроль решения задач из практико-ориентированных заданий осуществляется на семинарах, а также дистанционно (формат

видео-конференции, сервис ДЗ ОРИОКС) в соответствии с графиком контрольных мероприятий в ОРИОКС.

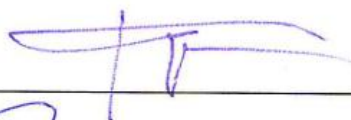
11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (суммарно 84 баллов), сдача экзамена (16 баллов). Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент каф. КФН, к. ф.-м. н.



/Корнеев В. И. /

Ст. преподаватель



/Широков А. Е./

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитные поля и волны» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленно-сти (профилю) «Сети и устройства инфокоммуникаций» разработана на кафедре квантовой физики и наноэлектроники (КФН) и утверждена на заседании кафедры 17 декабря 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН



/А. А. Горбачевич/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ТКС

Заведующий кафедрой ТКС



/ А. А.Бахтин/

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/ И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/ Т.П.Филиппова /