

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:55:01

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76d09ca82680601

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Распространение радиоволн»

Направление подготовки - 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы
связи»

Направленность (профиль) – «Сети и устройства инфокоммуникаций»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.006** «Специалист по радиосвязи и телекоммуникациям»

Обобщенная трудовая функция С Эксплуатация и развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы

Трудовая функция С/02.6 Развитие транспортных сетей и сетей передачи данных,

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.РРВ Способен учитывать особенности распространения радиоволн при развитии сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	Планирование каналов беспроводных транспортных сетей и сетей передачи данных. Подготовка предложений по оптимальному формированию путей прохождения спутниковых каналов и трактов с целью рационального использования ресурсов магистральной транспортной сети и повышения ее надежности.	Знания: законодательства Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи; особенности распространения радиоволн различных частотных диапазонов. Умения: использовать корректные математические модели для расчета ослабления радиосигналов в различных условиях и выполнять расчеты, в т.ч. с использованием универсальных и специализированных прикладных программ. Опыт деятельности: по подготовке предложений по планированию каналов беспроводных транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине:

Дисциплина основывается на знаниях, умениях, компетенциях, которые должны быть сформированы у обучающегося при изучении дисциплин (модулей):

«Физика. Электричество и магнетизм. Волновая оптика», «Общая теория связи», «Электромагнитные поля и волны», «Проектирование в Matlab».

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)		
3	5	4	144	-	16	32	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Распространение радиоволн в открытом пространстве	-	8	24	40	Защита лабораторных работ 1-2
					Рубежный контроль 1
2. Распространение радиоволн в городских условиях	-	4	4	10	Защита лабораторной работы 3
					Рубежный контроль 2
3. Распространение радиоволн в помещениях	-	4	4	10	Защита лабораторной работы 4
					Рубежный контроль 3
					Комплексное задание

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1, 2	2	Тема 1. Общие вопросы распространения радиоволн
	2	2	Тема 1. Общие вопросы распространения радиоволн
	3	2	Тема 2. Влияние Земли на распространение радиоволн
	4	2	Тема 2. Влияние Земли на распространение радиоволн
	5	2	Тема 2. Влияние Земли на распространение радиоволн
	6	2	Тема 2. Влияние Земли на распространение радиоволн
	7	2	Тема 3. Влияние тропосферы Земли на распространение радиоволн
	8	2	Тема 3. Влияние тропосферы Земли на распространение радиоволн
	9	2	Тема 3. Влияние тропосферы Земли на распространение радиоволн
	10	2	Тема 4. Влияние ионосферы Земли на распространение радиоволн
	11	2	Тема 5. Распространение радиоволн в радиолиниях различного назначения
	12	2	Тема 5. Распространение радиоволн в радиолиниях различного назначения
2	13	2	Тема 6. Распространение радиоволн в городских условиях
	14	2	Тема 6. Распространение радиоволн в городских условиях
3	15	2	Тема 7. Модели распространения радиоволн внутри помещений
	16	2	Учебный проект

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование компьютерной модели распространения

			радиоволн в свободном пространстве
	2	4	Исследование компьютерной модели ослабления радиосигнала в спутниковой радиолинии
2	3	4	Исследование компьютерных моделей распространения радиоволн в городских, сельских условиях и пригороде
3	4	4	Исследование компьютерной модели затухания радиосигнала в многоэтажных зданиях

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	14	Подготовка к практическим занятиям 1-12
	10	Изучение учебной литературы
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 1-2
	4	Подготовка к рубежному контролю 1
2	4	Подготовка к практическим занятиям 13,14
	2	Подготовка к защите лабораторной работы 3
	2	Подготовка к рубежному контролю 2
3	4	Подготовка к практическому занятию 15
	2	Подготовка к защите лабораторной работы 4
	2	Подготовка к рубежному контролю 3
1-3	12	Подготовка к выполнению комплексного задания с использованием электронных компонентов обучения

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

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

✓ Для подготовки к практическим занятиям 1-12: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ 1-2: методическое пособие по лабораторным работам по курсу: «Распространение радиоволн» в электронном виде (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту) 1: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации к практическим занятиям.

Модуль 2

✓ Для подготовки к практическим занятиям 13-14: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторной работы 3: методическое пособие по лабораторным работам по курсу: «Распространение радиоволн» в электронном виде (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту) 2: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации к практическим занятиям.

Модуль 3:

✓ Для подготовки к практическим занятиям 15-16: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторной работы 4: методическое пособие по лабораторным работам по курсу: «Распространение радиоволн» в электронном виде (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту) 3: учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации к практическим занятиям.

✓ Для выполнения комплексного задания: описание задания, включая ссылки на электронные компоненты и требования к форме представления результатов; методические указания к выполнению комплексного задания, рекомендации Международного союза электросвязи, учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации к практическим занятиям, периодические издания по рекомендации преподавателя, ресурсы сети «Интернет», приведенные в разделе 7.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин [и др.]. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2014. - 448 с. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/50680> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-8114-1637-0
2. Чернов, Ю. А. Специальные вопросы распространения радиоволн в сетях связи и радиовещания / Ю. А. Чернов. — Москва : Техносфера, 2018. — 688 с. — ISBN 978-5-94836-503-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110951> (дата обращения: 21.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Галкин, В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие / В. А. Галкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-9912-0185-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111041> (дата обращения: 21.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сомов, А. М. Электродинамика: учебное пособие / А. М. Сомов, В. В. Старостин, С. Д. Бенеславский ; под редакцией А. М. Сомова. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. — 198 с. — ISBN 978-5-9912-0155-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111103> (дата обращения: 21.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Нормативная литература

1. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 N 126-ФЗ - URL: <http://docs.cntd.ru/document/901867280> (дата обращения: 21.12.2020)
2. ГОСТ 30338-95 Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Устройства радиопередающие всех категорий и назначений народнохозяйственного применения. Требования к допустимым отклонениям частоты. Методы измерений и контроля : Межгосударственный стандарт: Введен 01.07.1997. – Москва: Издательство стандартов, 2001. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016682> (дата обращения: 21.12.2020)
3. Нормы 19-13 Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107670> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: заказ демонстрации документа

Периодические издания

1. РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА / РАН. - Москва : ИКЦ Академкнига, 1956 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7980> (дата обращения: 21.12.2020). — Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
2. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОНИКА: научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - Москва : МИЭТ, 1996 - . - ISSN: 1561-5405.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 21.12.2020).
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Электронно-библиотечная система Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. Международный союз электросвязи: специализированное учреждение ООН: сайт. – URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.
5. IEEE Antennas and Propagation Society: сайт. - URL: http://www.ieeeaps.org/archives_featureart.html (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный
6. International Journal of Antennas and Propagation: сайт. - URL:
7. <http://www.hindawi.com/journals/ijap/> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный
8. Электронный курс MIT 6.661 Receivers, Antennas, and Signals. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-661-receivers->

antennas-and-signals-spring-2003/ (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный

9. Электронный курс MIT 2.062JWavePropagation. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-062j-wave-propagation-spring-2017/> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный

10. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore: Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 -. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"

11. 3GPP: Партнерский проект 3-го поколения: сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 21.12.2020)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Применяются следующие **модели обучения**: перевернутый класс, ротация лабораторий, гибкая модель.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются **сервисы обратной связи**: раздел ОРИОКС «Домашние задания», форум Moodle, электронная почта, WhatsApp чат, беседа ВК.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах дополнительного теоретического материала, тестирования в MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

- i. внешних онлайн-курсов:
 - Электронный курс «Электродинамика», разработанный в Уральском федеральном университете (УрФУ) и размещенный на платформе Открытое образование (<https://openedu.ru/course/urfu/ELECD>).
 - Электронный курс «6.661 Receivers, Antennas, and Signals», разработанный Массачусетским технологическим институтом (Massachusetts Institute of Technology, MIT), размещенный в сети Интернет <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-661-receivers-antennas-and-signals-spring-2003/index.htm>.
- ii. электронных компонентов сервисов: сервисы youtube.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Помещение для лабораторных работ (ауд. 4231а)	Мультимедиа-проектор NEC V230X – 1 шт., экран настенный для мультимедиа-проектора – 1 шт. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС: моноблок Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7Ghz/4096Mb/1000Gb/23.8) с беспроводной клавиатурой и мышью – 20 шт. Портативный анализатор спектра FSH6 с цветным ЖК дисплеем – 1шт. Генератор сигнала Rohde & Schwarz SML03 – 1 шт. Анализатор спектра Rohde & Schwarz FSQ26 – 3 шт.	Matlab.
Помещение для практических занятий – мультимедийный класс (ауд. 4231а)	Мультимедиа-проектор NEC V230X – 1 шт., экран настенный для мультимедиа-проектора – 1 шт. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС: моноблок Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7Ghz/4096Mb/1000Gb/23.8) с беспроводной клавиатурой и мышью – 20 шт. Портативный анализатор спектра FSH6 с цветным ЖК дисплеем – 1шт. Генератор сигнала Rohde & Schwarz SML03 – 1 шт.	Matlab.

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	Анализатор спектра Rohde & Schwarz FSQ26 – 3 шт.	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и 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-1.РРВ** «Способен учитывать особенности распространения радиоволн при развитии сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены 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 практических занятий и лабораторных работ является обязательным.

При подготовке к практическим занятиям студенты должны ознакомиться с методическими указаниями студентам для самостоятельной подготовки к практическим занятиям, самостоятельно изучить литературу и интернет-ресурсы для подготовки, использовать материалы презентаций к практическим занятиям. Основное внимание необходимо уделять освоению терминологии дисциплины и взаимосвязи теоретических основ с особенностями рассматриваемых на практических занятиях задач. В ОРИОКС в составе УМК дисциплины размещен глоссарий, дополняемый преподавателем по мере освоения дисциплины. Также при подготовке к семинарам студентам следует формировать список проблем, наиболее трудных для освоения, на основании которого необходимо сформулировать вопросы для обсуждения в ходе проведения занятий с использованием интерактивных методов обучения.

При подготовке к выполнению и защите лабораторных работ студенты должны руководствоваться знаниями, полученными в ходе проведения практических занятий, и методическими указаниями лабораторного практикума.

В рамках самостоятельной внеаудиторной работы студентов, желающих восполнить пробелы в знаниях по курсу «Физика. Электричество и магнетизм. Волновая оптика», «Электромагнитные поля и волны», используется онлайн-модуль «Электродинамика», разработанный в Уральском федеральном университете (УрФУ) и размещенный на платформе Открытое образование <https://openedu.ru/course/urfu/ELECD>. Освоение электронного курса «Электродинамика» может оцениваться как бонусное мероприятие (в зависимости от освоенного объема курса, глубины проработки и успеваемости по курсу). Трудоемкость не регламентируется, т.к. может варьироваться в зависимости от самостоятельно определенных студентом учебных целей. Электронный курс «Электродинамика» используется для самостоятельной работы студентов при изучении теоретической части курса и обеспечивает:

- повторное рассмотрение (изучение) отдельных разделов неограниченное число раз до полного их усвоения – при необходимости;
- углубленный уровень понимания физических процессов, происходящих при распространении радиоволн различных диапазонов;
- устранение необходимости в выравнивающих курсах для студентов, не изучавших раздел «Электродинамика» (например, переведенных из других вузов или

направлений подготовки и обучающихся по индивидуальному учебному плану).

В рамках самостоятельной внеаудиторной работы студентов, желающих освоить дисциплину на углубленном уровне, используется онлайн-модуль «6.661 Receivers, Antennas, and Signals», разработанный Массачусетским технологическим институтом (Massachusetts Institute of Technology, MIT), размещенный в сети Интернет <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-661-receivers-antennas-and-signals-spring-2003/index.htm>. Отдельные элементы курса (отдельные Readings, Lecture Notes, Assignments) используются при изучении тем модуля 1. В ходе выполнения домашних заданий (Assignments) у студентов формируется умение производить расчет бюджета канала связи с учетом потерь при распространении в различных условиях, в т.ч. с использованием универсального и специализированного программного обеспечения. Трудоемкость не регламентируется, т.к. может варьироваться в зависимости от самостоятельно определенных студентом учебных целей.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (максимум 70 баллов) и сдача экзамена (30 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Ст. преподаватель кафедры ТКС  /Е.В. Омелянчук/

Рабочая программа дисциплины «Распространение радиоволн» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленности (профилю) «Сети и устройства инфокоммуникаций» разработана на кафедре ТКС и утверждена на заседании УС кафедры 25.12 2020 года, протокол № 6.

Заведующий кафедрой ТКС



_____/А.А. Бахтин /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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 /