

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 01.09.2023 14:31:53

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

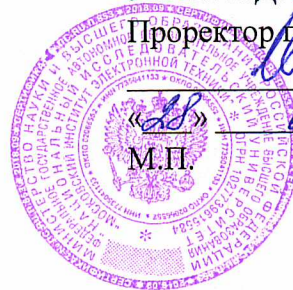
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d7bc818bca82b8d802

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

06 2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»

Направление подготовки — 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) — «Сети и системы инфокоммуникаций»

Направленность (профиль) — «Сети и устройства инфокоммуникаций»

Москва 2021

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

<b>Компетенции ОП</b>	<b>Подкомпетенции, формируемые в дисциплине</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.ОПИСИС Способен применять системный подход при создании проектов телекоммуникационных систем	Знания: структурных и функциональных схем телекоммуникационных сетей; методов энергетического расчета радиолиний; методов обеспечения помехозащищенности телекоммуникационных систем; используемых в современных системах используемых радиосигналов; организации множественного доступа в системах мобильной и спутниковой связи; выбор и обоснование способов организации многоканальной передачи информации; Умения: расчета характеристик сигналов в дискретных каналах радиосвязи; выбора формы дискретных сигналов; Опыт деятельности: эскизного проектирования систем радиосвязи по заданному набору характеристик.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.ОПИСИС Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, сетей и систем и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знания: принципов работы современных инфокоммуникационных технологий; протоколов передачи данных Умения: выбора необходимых для решения профессиональных задач технологий и протоколов; Опыт деятельности: применения информационных технологий и протоколов для решения профессиональных задач.

ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	-	Знания: основных телекоммуникационных устройств, алгоритмов работы телекоммуникационных устройств Умения: разработки алгоритмов работы телекоммуникационных устройств и их отдельных компонентов; Опыт деятельности: разработки компьютерных программ на основе алгоритмов работы телекоммуникационных устройств и их отдельных компонентов.
--	---	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине:

Изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах: Введение в специальность, Электроника, Дискретная математика, Электромагнитные поля и волны, Основы информационной безопасности и Цифровая обработка сигналов.

## 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	5	180	32	32	-	80	Экз (36)

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1.«Физические основы телекоммуникационных систем»	16	20	-	25	Защита лабораторных работ №1-5 Устный опрос
2.«Построение телекоммуникационных систем»	10	8	-	24	Защита лабораторных работ №6-7; Контрольная работа Устный опрос
3.«Телекоммуникационные сети»	6	4	-	30	Защита лабораторной работы №8; Защита профессионально-ориентированных заданий Устный опрос

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Телекоммуникации и связь. Основные понятия. Разновидности сетей. Телекоммуникационные сети. Классификация сигналов. Их параметры. Многоканальные телекоммуникационные системы. Глазковая диаграмма и ее параметры. Динамический диапазон, пик-фактор и другие параметры сигналов
	2	2	Помехи в каналах связи. Потери в каналах связи. Канал с АБГШ, ДСК. Релеевский и райсовский каналы. Эффективность использования мощности и полосы пропускания при модуляции

№ модуля	дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание	
		3	2	Комплексная огибающая. Виды цифровой модуляции. Когерентный и некогерентный прием. Оптимальный приемник. Квадратурные сигналы. Многопозиционные модуляции. Сравнение характеристик. АИМ и ИКМ	
		4	2	Межсимвольные искажения. Согласованная фильтрация. ZF- и MMSE-эквалайзеры. Адаптивные эквалайзеры	
		5	2	Модель распространения в свободном пространстве. Двухлучевая модель. Модель Окамуры-Хата. Статистические характеристики каналов. Методы приема сигнала на фоне помех	
		6	2	Ортогональное мультиплексирование. Формирование и прием, назначение и влияние префикса, особенности спектра. FBMC	
		7	2	Пространственное разнесение. Стратегии комбинирования (EGC, MRC, SC). Разнесение на передаче. Схема Аломути. Алгоритмы декодирования пространственно-временных кодов. Коды BLAST, Golden, Silver	
		8	2	Прямое расширение спектра. ППРЧ. Чирпы. Расширяющие коды: Коды Баркера, m-последовательности, коды Голда, Уолша, Касами, полифазные последовательности. Достоинства систем с расширением спектра. Множественный доступ на основе кодового разделения. Абонентская емкость соты с CDMA	
		2	9	2	Взаимоувязанная сеть связи РФ. Телефонные сети связи. Принципы и аппаратура телефонной передачи. Аппаратура системы радиосвязи. Интерфейс открытых систем
			10	2	Методы коммутации. Кодеки и модемы. Коммутаторы, концентраторы, мосты и маршрутизаторы
11	2		Фазовая, символьная и кадровая синхронизация. Преимущества и недостатки коммутации пакетов		
12	2		Радиорелейные системы связи. Разновидности спутниковых систем связи. Спутниковые системы навигации. GPS. Спутниковые системы персональной и мобильной связи. Сотовые системы связи		
13	2		Беспроводные персональные и локальные сети. Bluetooth. Сети IEEE 802.11. Сети WAN, LAN, PAN		
3	14	2	Проблемы защиты в беспроводных сетях. Шифрование. Криптозащита. Модель угроз		
	15	2	Сети Internet и протокол TCP/IP. Аппаратура и компоненты ВОЛС. Территориальные сети связи		
	16	2	Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях. Приоритетное планирование и резервирование ресурсов. SDN		

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование моделей канала. Исследование цифровой модуляции.
	2	4	Межсимвольные искажения. Согласованная фильтрация. Эквалайзеры.
	3	4	Модели распространения радиосигнала. Энергетический бюджет радиолинии.
	4	4	Ортогональное мультиплексирование (OFDM).
	5	4	Пространственное разнесение, MIMO.
2	6	4	Исследование способов доступа к среде.
	7	4	Планирование радиопокрытия соты сотовой системы связи.
3	8	4	Исследование QoS в телекоммуникационной сети

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Подготовка к выполнению лабораторных работ №1-5
	10	Подготовка к защите лабораторных работ №1-5
	4	Подготовка к лекционным занятиям №1-8
	1	Подготовка к устному опросу
2	12	Подготовка к контрольной работе №1
	4	Подготовка к выполнению лабораторных работ №6-7
	4	Подготовка к защите лабораторных работ №6-7
	3	Подготовка к лекционным занятиям №9-13
	1	Подготовка к устному опросу
3	25	Выполнение профессионально-ориентированных заданий
	2	Подготовка к выполнению лабораторной работы №8
	2	Подготовка к защите лабораторной работы №8
	1	Подготовка к лекционным занятиям №14-16
	1	Подготовка к устному опросу

#### 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 «Физические основы телекоммуникационных систем»:**

✓ Материалы для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ №1-5: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ Материалы для самостоятельного изучения темы при подготовке к лекционным занятиям: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;

#### **Модуль 2 «Построение телекоммуникационных систем»:**

✓ Материалы для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ №6-7: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ Материалы для подготовки к контрольной работе №1: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине;

✓ Материалы для самостоятельного изучения темы при подготовке к лекционным занятиям: тексты лекций, учебная литература по дисциплине;

#### **Модуль 3 «Телекоммуникационные сети»:**

✓ Материалы для подготовки к выполнению и защите лабораторной работы №8: методические пособие по лабораторным работам курса, презентации лекций, материалы практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ Материалы для самостоятельного изучения темы при подготовке к лекционным занятиям: тексты лекций, учебная литература по дисциплине

✓ Материалы для выполнения профессионально-ориентированного задания.

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Галкин В.А. Системы связи с подвижными объектами в среде системного моделирования System Vue Лабораторный практикум / В.А. Галкин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2016. - 108 с.

2. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учеб. пособие / В.А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 584 с. - URL: [https://e.lanbook.com/book/5143#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5143#book_name) (дата обращения: 02.04.2021). - ISBN 978-5-9912-0185-8

3. Орешкин В.И. Основы цифровой радиосвязи: Учеб. пособие / В.И. Орешкин, Ж.В. Чиркунова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2014. - 120 с. - ISBN 978-5-7256-0753-6

4. Иверсен В.Б. Разработка телетрафика и планирование сетей / В.Б. Иверсен. - 2-е изд. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2016. - 616 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100473> (дата обращения: дата обращения: 02.04.2021)
5. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: Учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - 4-е изд. - СПб: Питер, 2011. - 944 с. - ISBN 978-5-459-00920-09.
6. Технологии разработки и создания компьютерных сетей на базе аппаратуры D-LINK: Учеб. пособие / В.В. Баринов [и др.]. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013. - 216 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/11826> (дата обращения: 02.04.2021). - ISBN 978-5-9912-0287-9.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ФГУП ВНИИФТРИ: научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений: сайт. – URL: <http://www.vniiftri.ru> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: свободный.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. ЭБС Юрайт: [biblio-online.ru](http://biblio-online.ru): образовательная платформа. – Москва, 2013. – URL: <http://biblio-online.ru/> (дата обращения: 02.04.2021).
4. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 02.04.2021).
5. IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore: Электронная библиотека. - USA; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"
6. Международный союз электросвязи: специализированное учреждение ООН: сайт. – URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: свободный.
7. 3GPP: Партнерский проект 3-го поколения: сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: свободный.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

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

Применяются следующие **модели обучения**:

- «Расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания в мини-группах и индивидуально. Работа проводится по следующей схеме: аудиторная работа (обсуждение с отработкой типового задания с последующим обсуждением) - СРС (онлайновая работа с использованием онлайн-



ресурсов, в т.ч. для организации обратной связи с обсуждением, консультированием, рецензированием с последующей доработкой и подведением итогов);

- «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. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием дополнительных материалов курса) - аудиторная работа (обсуждение с представлением презентаций с применением на практическом примере изученного материала) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Важную роль в процессе обучения играют лабораторные занятия, предназначенные не только для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях, и при выполнении самостоятельной работы, но и для получения навыков исследовательской и практической работы на лабораторном оборудовании. Лабораторные работы, как правило, проводятся в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

По тематике лекционных занятий разработано практическое задание, выполняемое в отведенное для этого время СРС с предоставлением и оценкой отчетов по выполненной работе с обоснованными выводами.

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных работ, методических разработок по тематике курса и др.

Дисциплина может быть реализована в дистанционном формате. При дистанционном обучении проводятся *online* лекции и лабораторные занятия в среде Zoom. Вся информация доступна для студентов через среду ОРИОКС.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ПО для отображения презентаций и текста (LibreOffice), браузер

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийный проектор. Телевизор. Доска мобильная маркерная. Моноблоки Dell Inspiron 3227(Intel Core i3-713U 2.7GHz/4096Mb/1000Gb/23.8). ПК(ПЭВМ) с монитором LED	ОС Ubuntu, Azure Dev Tools for Teaching (Microsoft), Microsoft Office Professional Plus, Matlab, Xilinx ISE, Xilinx Vivado, 7-Zip, Acrobat Reader DC, Anaconda, Python, Octave, Mininet, Net-simulator, GNS3, Oracle VM
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС.	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 **УК-1.ОПИСИС** «Способен применять системный подход при создании проектов телекоммуникационных систем»

ФОС по подкомпетенции **ОПК-4.ОПИСИС** «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, сетей и систем и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

ФОС по компетенции **ОПК-5** «Способен разрабатывать алгоритмы работы инфокоммуникационных устройств и систем и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

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**

Организация изучения дисциплины включает:

1. Посещение аудиторных занятий и консультаций преподавателя;
2. Работу по лекционному материалу с подготовкой к устным опросам;
3. Выполнение в полном объеме лабораторных работ и защиты результатов;

4. Самостоятельную работу, предполагающую изучение рекомендуемой литературы.

Лекционные занятия проводятся в традиционной форме с использованием мультимедийных презентаций. На каждой лекции студенты должны составить краткий конспект по демонстрационным материалам. При изучении теоретических материалов необходимо обратить внимание на основные моменты и замечания, внимательно разобрать приведенные примеры.

Подготовка к лабораторной работе включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач, поставленных в лабораторной работе; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на лабораторном занятии.

Во время подготовки к лабораторным занятиям студенты должны подготовить конспекты, где должны быть четко прописаны цели и задачи выполняемой работы, основные методы и алгоритмы проведения исследования, должна быть проанализирована планируемая к использованию аппаратура и программное обеспечение. Должен быть прописан план выполнения работы с перечислением всех анализируемых характеристики. Допускается использовать один конспект на подгруппу студентов, определенных заранее.

Защита лабораторных работ направлена на систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся. Самостоятельная работа по подготовке к защите лабораторной работы включает в себя:

- изучение конспектов лекций и лабораторной работы, раскрывающих материал, закрепляемый на лабораторной работе;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к лабораторной работе и во время её выполнения;
- анализ проведенных при выполнении лабораторной работы действий и полученных результатов.

Для подготовки к устному опросу студент осуществляет закрепление и расширение знаний общей специфической тематикой. Рекомендуется проводить подготовку по одному либо нескольким источникам и формировать краткий конспект по обозреваемой теме.

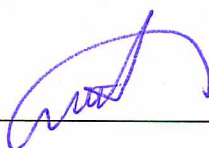
## **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: посещаемость и активность на лекциях и практических занятиях, выполнение контрольных мероприятий в течение семестра, прохождение рубежного контроля и сдача зачета. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены в таблице (см. журнал успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры ТКС, к.т.н.



/А.С. Волков/

Рабочая программа дисциплины «Основы построения телекоммуникационных систем» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», для направленностей (профилей) – «Сети и системы инфокоммуникаций» и «Сети и устройства инфокоммуникаций» разработана на кафедре ТКС и утверждена на заседании кафедры 31.05 2021 года, протокол № 9

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 /