

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 14:27:33  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f756d76c6f8bca882b8d602

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

«15» 12 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии и системы связи 5G»

11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) — «Эксплуатация и испытания радиоинформационных систем»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-1 «Способность выполнять моделирование, расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков»**

**Обобщенная трудовая функция В Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков и СФ-блока**

**Трудовая функция В/04.6 Анализ и верификация результатов моделирования аналогового СФ-блока, выработка решения об изменении технического задания**

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ТСС Способность выполнять моделирование узлов и устройств современных систем связи	Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования узлов и устройств радиоинформационных систем	Знания: характеристики систем связи, технологии современных систем связи, состав устройств и узлов систем связи; Умения: Проводить моделирование узлов и устройств радиоинформационных систем Опыт деятельности в построении моделей радиоинформационных систем

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока ФТД «Факультативы» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – обучающийся должен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации.

### 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	6	3	108	32	16	16	44	За

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Стандарты систем связи	6	-	2	8	Контрольная работа №1
					Устный опрос
2. Технологии физического уровня	18	16	10	28	Защита лабораторных работ
					Терминологический диктант
					Контрольная работа №2
3 Технологии других уровней	8	-	4	8	Защита профессионально-ориентированных заданий
					Контрольная работа №3

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение. История развития современных систем связи от Попова до 5G

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	2	2	Стандарты систем связи. Состав документации
	3	2	Распространение радиоволн и его влияние на содержание стандарта
2	4	2	Технологии физического уровня. Структура
	5	2	Технологии физического уровня. Формирование сигнала: модуляция
	6	2	Технологии физического уровня. Формирование сигнала: OFDM
	7	2	Технологии физического уровня. Синхронизация
	8	2	Технологии физического уровня. Помехоустойчивое кодирование
	9	2	Технологии физического уровня. MIMO
	10	2	Технологии физического уровня. Massive MIMO
	11	2	Технологии физического уровня. Приёмопередающие устройства
	12	2	Технологии физического уровня. Предыскажения.
3	13	2	Технологии MAC уровня. Метод доступа.
	14	2	Технологии сетевого уровня. SDN, RAN.
	15	2	Агрегация каналов, уменьшение задержек, NB-IoT.
	16	2	Тенденции развития систем связи. На пути к 6G

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Энергетический потенциал радиолинии. Расположение базовых станций.
2	2	2	Ресурсы, необходимых для передачи данных
	3	2	Требования к системе синхронизации
	4	2	Параметры канала передачи данных: вероятность ошибки, пространственное разнесение
	5	2	Блок принятия решения
	6	2	Приёмопередатчик и предыскажающее устройство
3	7	2	Вероятность выхода абонента в эфир
	8	2	Нагрузка на сеть и агрегация каналов

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Формирование модулированного сигнала
	2	4	Синхронизация по несущей частоте
	3	4	Антенны и ММО
	4	4	Обработка сигнала

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям
	2	Подготовка к контрольной работе №1
	2	Подготовка к устному опросу
	2	Выполнение профессионально-ориентированных заданий
2	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям
	8	Подготовка к выполнению лабораторных работ №1-4
	8	Подготовка к защите лабораторных работ №1-4
	5	Выполнение профессионально-ориентированных заданий
	1	Подготовка к терминологическому диктанту
	2	Подготовка к контрольной работе №2
2	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям
	2	Выполнение профессионально-ориентированных заданий
	2	Подготовка к контрольной работе №3

### 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// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

✓ Методические указания студентам

**Модуль 1 «Стандарты систем связи»**

- ✓ материалы для подготовки к контрольной работе №1: тексты лекций, презентации лекций,
- ✓ учебная литература по дисциплине для подготовки к устному опросу,
- ✓ материалы для выполнения профессионально-ориентированного задания

#### **Модуль 2 «Технологии физического уровня»**

- ✓ материалы для подготовки к контрольной работе №2: тексты лекций, презентации лекций,
- ✓ материалы для подготовки к лабораторным работам №1-4: методические пособия по лабораторным работам курса,
- ✓ учебная литература по дисциплине для подготовки к терминологическому диктанту,
- ✓ материалы для выполнения профессионально-ориентированного задания.

#### **Модуль 3 «Технологии других уровней»**

- ✓ материалы для подготовки к контрольной работе №3: тексты лекций, презентации лекций,
- ✓ материалы для выполнения профессионально-ориентированного задания.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Галкин В.А. Приемопередающие устройства : Учеб. пособие. Ч. 2 : Нелинейные устройства / В.А. Галкин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2020. - 224 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0938-7
2. Берлин А.Н. Телекоммуникационные сети и устройства / А.Н. Берлин. - 2-е изд. - М. : ИНТУИТ, 2016. - 395 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100525> (дата обращения: 02.12.2020). - ISBN 978-5-94774-896-3
3. Хамадулин, Э.Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учебное пособие для вузов / Э. Ф. Хамадулин. - Москва : Юрайт, 2020. - 365 с. - (Высшее образование). - <https://urait.ru/bcode/449706> (дата обращения: 03.12.2020)
4. Моделирование и прототипирование систем связи с шумоподобными сигналами : Учеб. пособие / В.С. Кузнецов, М.В. Мисюто, А.С. Волков [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2020. - 204 с.
5. Корнеев В.И. Теория излучения и распространения электромагнитных волн : Учеб. пособие / В.И. Корнеев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 268 с.
6. Травин Г.А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа : Учеб. пособие / Г.А. Травин, Д.С. Травин. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2019. - 52 с.

### **Периодические издания**

1. ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ : научный журнал / ЦНИИ Электроника. - Москва : ЦНИИ Электроника, 1959 - . - Выходит в сериях: Общетехническая (ОТ); Радиолокационная техника (РЛТ); Системы и средства отображения информации и управления спецтехникой (СОИУ); Электронно-вычислительная техника (ЭВТ); URL:

<https://vre.instel.ru/jour> (дата обращения: 08.12.2020). - Режим доступа: свободный. - ISSN 2218-5453 (Print); 2686-7680 (Online)

2. ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ: Научно-технический журнал / Региональное Содружество в области связи; Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова; Международная академия связи; ООО "ИНФО-ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ". - М. : ИНФО-ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ, 1933 - .URL: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8294](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8294)  
Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ

## 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: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.

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. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013 - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 21.12.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

4. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 21.12.2020).

5. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = 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".

6. Международный союз электросвязи: специализированное учреждение ООН: сайт. – URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.

7. 3GPP: Партнерский проект 3-го поколения: сайт. – URL: <https://www.3gpp.org/> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

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

Применяются следующие **модели обучения**: гибкая модель.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: разделы ОРИОКС: «Новости», «Домашние задания», «Обратная связь» и «Учебное портфолио», электронная почта, социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах видеолекций, внутренних онлайн-курсов (в среде Moodle), тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: инструкций по применению систем синхронизации. <https://www.meinbergglobal.com/english/info/time-synchronization-telecom-networks.htm>, Материалы открытого курса «Electronic Feedback Systems» <https://ocw.mit.edu/resources/res-6-010-electronic-feedback-systems-spring-2013/>, материалы курса «Беспроводные телекоммуникационные системы» <https://openedu.ru/course/urfu/TELECOM/>.

## 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	Мультимедиа-проектор Epson EMP-TW520 - 1 шт. Электронная печатная доска Panasonic UB-5815 - 1 шт. Телевизор LG65UM7300PLB - 2 шт. Моноблок#2 Dell OptiPlex 7470 15 - 30 шт.	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше или Linux, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Учебная аудитория	Мультимедиа-проектор Epson EMP-TW520 - 1 шт. Электронная печатная доска Panasonic UB-5815 - 1 шт. Телевизор LG65UM7300PLB - 2 шт. Моноблок#2 Dell OptiPlex 7470 15 - 30 шт.	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше или Linux, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC Matlab
Помещение для самостоятельной работы	Мультимедиа-проектор Epson EMP-TW520 - 1 шт. Электронная печатная доска Panasonic UB-5815 - 1 шт. Телевизор LG65UM7300PLB - 2	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше или Linux, Microsoft Office Professional Plus или Op

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	шт. Моноблок#2 Dell OptiPlex 7470 15 - 30 шт.	en Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC Matlab

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

1. ФОС по подкомпетенции **ПК- 1.ТСС** «Способность выполнять моделирование узлов и устройств современных систем связи».

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**

Дисциплина «Технологии и системы связи 5G» посвящена описанию типовых методов формирования и обработки сигналов в современных телекоммуникационных системах.

По дисциплине подготовлены краткие конспекты лекций в виде презентационного материала и подготовлена рекомендуемая литература, указанная в разделе 6.

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.

Для подготовки к лекционным и практическим занятиям студентам необходимо готовить конспект. Подготовка конспекта способствует грамотному изложению теории и практических вопросов в письменной форме в виде конспекта. Конспект — письменный текст, систематически, кратко, логично и связно передающий содержание основного источника информации (статьи, книги, лекции и др.).

Защита лабораторных работ направлена на систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся.

Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых ответов или решенных задач.

Для подготовки к терминологическому диктанту студент осуществляет сбор и систематизацию понятий или терминов, объединенных общей специфической тематикой, по одному либо нескольким источникам.

Индивидуальное задание направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятие решений в условиях недостаточной информации. Задание формулируется на основе индивидуальной подготовки студентов.

Профессионально ориентированное задание требует от студента умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятие решений в условиях недостаточной информации. Задание формулируется на основе практических проблемных ситуаций — кейсов, связанных с конкретными профессиональными действиями.

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

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 70 баллов), выполнение профессионально-ориентированного задания (в сумме 20 баллов) и сдача зачёта (10 баллов).

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

### **РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент кафедры ТКС, к.т.н.



/А.Г. Тимошенко/

Рабочая программа дисциплины «Технологии и системы связи 5G» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Эксплуатация и испытания радиоинформационных систем» разработана на кафедре ТКС и утверждена на заседании кафедры 25.12 2020 года, протокол № 6

Заведующий кафедрой ТКС  /А.А. Бахтин/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Институтом МПСУ

Заместитель директора Института МПСУ по ОД  /К.С. Лялин/

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/