

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор ФИЦТ  
Дата подписания: 01.09.2023 14:33:01  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c818bea882080602

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

«Приемопередающие устройства 1»

Направление подготовки –11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) — «Сети и системы инфокоммуникаций»

Направленность (профиль) — «Сети и устройства инфокоммуникаций»

Москва 2020

## 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.ППУ1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в области разработки приемопередающих устройств телекоммуникаций	Знания: профессиональной терминологии в области разработки приемопередающих устройств телекоммуникаций Умения: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для конструирования приемопередающих устройств с использованием современной электронной компонентной базы и анализировать результаты моделирования Опыт деятельности: проектирования ППУ с заданными параметрами

## 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 базируется на материале ранее изученных дисциплин: «Физика. Электричество и магнетизм. Волновая оптика», «Основы инфокоммуникационных систем и сетей», «Электроника», «Распространение радиоволн», «Общая теория связи».

### 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	4	144	32	32	-	80	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование Модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Общие принципы построения радиосистем связи (РСС)	4	8	-	4	Устный опрос
					Защита лабораторных работ
2. Радиорелейные линии связи (РРЛС) прямой видимости	4	4	-	7	Рубежный контроль 1
					Защита лабораторных работ
3. Тропосферные РРЛС	2	-	-	15	Защита доклада
4. Спутниковые системы связи и радиовещания	10	4	-	12	Защита лабораторных работ
					Рубежный контроль 2
					Устный опрос
5. Наземные системы сотовой радиосвязи	4	4	-	6	Защита лабораторных работ
					Рубежный контроль 3
6. Наземные системы радиовещания и профессиональной связи	2	4	-	12	Защита индивидуального задания
7. Широкополосные системы радиосвязи и синхронизации	2	8	-	4	Защита лабораторных работ
8. Оптические линии связи	2	-	-	7	Контроль выполнения

					профессионально-ориентированных заданий
9. Перспективные направления развития систем связи и радиовещания	2	-	-	13	Защита профессионально-ориентированных заданий

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Классификация радиосистем связи (РСС). Параметры гипотетической эталонной цифровой линии РСС. Влияние трафика на архитектуру РСС.
	2	2	Способы уплотнения и разделения каналов в многоканальных РСС. Диапазоны несущих частот, используемых в РСС. Энергетический потенциал и шумы приёмных систем в РСС.
2	3	2	Принципы построения РРЛС. Частотные планы. Функциональная схема РРЛС.
	4	2	Особенности распространения радиоволн. Критерий устойчивости связи. Влияние шума линейных и нелинейных искажений на устойчивость связи. Особенности антенных устройств, используемых в РРЛС.
3	5	2	Основные характеристики сигналов. Оптимальные диапазоны частот в тропосферной связи. Влияние медленных и быстрых замираний сигналов на устойчивость связи. Функциональные схемы. Принципы разнесения сигнала по частоте и пространству. Эффект потери усиления антенн в тропосферной связи. Особенности антенных систем.
4	6	2	Общие принципы построения систем связи с использованием искусственных спутников земли (ИСЗ). Диапазоны частот, используемые в системах связи с ИСЗ. Орбиты и зоны видимости ИСЗ. Системы связи через стационарные ИСЗ.
	7	2	Особенности распространения радиоволн в системах связи с ИСЗ. Методы многостанционного доступа в системах связи с ИСЗ. Отношение сигнал/шум в составной радиолинии с ИСЗ. Использование спутников на геостационарных, средневысотных и на низких орбитах для связи с мобильными наземными персональными терминалами.
	8	2	Структурные схемы бортового ретранслятора и земной станции. Электромагнитная совместимость радиорелейных и спутниковых

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			систем связи.
	9	2	Принципы синхронизации спутниковых систем связи. Всемирная спутниковая служба единого времени и частоты. Понятие глобальной синхронизации. Характеристики типовых стандартов частоты. Виды синхронизирующих сигналов, возможные источники ошибок синхронизации. Функциональная схема измерения дальности от земной станции до спутника. Системы автоматической подстройки времени.
	10	2	Системы космической связи. Особенности распространения радиоволн в космической среде, выбор диапазонов частот. Влияние относительного движения приёмных и передающих устройств на точность синхронизации. Учёт релятивистских эффектов. Выбор места расположения антенн земных станций.
5	11	2	Три поколения сотовых систем мобильной персональной радиосвязи. Принципы построения сотовых систем связи (СС), выбор размена сот. Распространение радиоволн в сотовых СС. Методы борьбы с быстрыми замираниями сигнала.
	12	2	Потери в усилении антенн базовых станций, принципы выбора антенных систем. Сети радиодоступа третьего поколения мобильной персональной радиосвязи, особенности стандартов LTE и WIMAX. Уменьшения влияния межсимвольной интерференции в наземных системах радиосвязи.
6	13	2	Принцип построения наземной сети телевидения (ТВ). Принципы построения УКВ радиовещания. Наземные системы профессиональной радиосвязи в УКВ и КВ диапазонах.
7	14	2	Назначение, общие принципы построения и основные структурные схемы широкополосных систем. Особенности и основные параметры систем скрытной передачи информации. Методы фиксации скрытной передачи информации. Широкополосные системы навигации.
8	15	2	Сигналы и шумы в оптических линиях связи, квантовый шум. Оптоволоконные линии связи. Лазерные линии связи. Атмосферные оптические линии связи.
9	16	2	Новые направления и разработки способов связи с удаленными наземными и космическими объектами.

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование компьютерной модели системы с частотным разделением каналов
	2	4	Исследование компьютерной модели системы с временным разделением каналов
2	3	4	Исследование компьютерной модели системы с кодовым разделением каналов
4	4	4	Исследование синтезатора частоты на основе схемы ФАПЧ
5	5	4	Исследование принципов построения системы связи на основе модуляции OFDM
6	6	4	Исследование помехозащищенности УКВ системы радиовещания
7	7	4	Исследование системы связи с расширением спектра методом скачкообразной перестройки частоты
	8	4	Исследование широкополосной системы связи с прямым расширением спектра

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля Дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	1	Подготовка к устному опросу
	3	Подготовка к лабораторной работе №1
2	2	Подготовка к рубежному контролю РК1
	2	Подготовка к лабораторной работе №2
	3	Подготовка к защите лабораторной работы №2
3	15	Подготовка доклада
4	3	Подготовка к лабораторной работе №3
	2	Подготовка к к рубежному контролю РК2
	3	Подготовка к лабораторной работе №4
	1	Подготовка к устному опросу
	3	Подготовка к лабораторной работе №5
5	2	Подготовка к рубежному контролю РК3
	4	Подготовка к лабораторной работы №6
6	12	Выполнение индивидуального задания в форме эссе

№ модуля Дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
7	4	Подготовка к лабораторной работе №7
8	7	Выполнение профессионально-ориентированных заданий
9	3	Подготовка к лабораторной работе №8
	10	Выполнение профессионально-ориентированных заданий

#### 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/>):

#### Модуль 1 «Общие принципы построения радиосистем связи (РСС)»

- ✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.
- ✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>

#### Модуль 2 «Радиорелейные линии связи (РРЛС) прямой видимости»

- ✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.
- ✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>
- ✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту): учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

#### Модуль 3 «Тропосферные РРЛС»

- ✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.
- ✓ Для подготовки доклада на заданную тему: учебная литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя, ресурсы сети Internet, приведенные в разделе 7.

#### Модуль 4 «Спутниковые системы связи и радиовещания»

- ✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.
- ✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>

✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту): учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

#### **Модуль 5 «Наземные системы сотовой радиосвязи»**

✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>

✓ Для подготовки к рубежному контролю (тесту): учебная литература, приведенная в разделе 6, презентации и конспекты лекций.

#### **Модуль 6 «Наземные системы радиовещания и профессиональной связи»**

✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>

✓ Для подготовки эссе на заданную тему: учебная литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя, ресурсы сети Internet, приведенные в разделе 7.

#### **Модуль 7 «Широкополосные системы радиосвязи и синхронизации»**

✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.

✓ Для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ: методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Приёмопередающие устройства 1» размещенное в ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>

#### **Модуль 8 «Оптические линии связи»**

✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.

#### **Модуль 9 «Перспективные направления развития систем связи и радиовещания»**

✓ Для подготовки к лекциям: литература, приведенная в разделе 6, периодические издания по рекомендации преподавателя.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Основная литература**

1. Зырянов Ю.Т. Основы радиотехнических систем : Учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Лань, 2015. - 192 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/67469> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-8114-1903-6.
2. Сомов А.М. Спутниковые системы связи : Учеб. пособие / А.М. Сомов, С.Ф. Корнев; Под ред. А.М.Сомова. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 244 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5198> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-9912-0225-1.
3. Галкин В. А.. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. - 584 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5143> (дата обращения: 21.12.2020). - ISBN 978-5-9912-0185-8



## 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)
2. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 21.12.2020).
3. 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
4. IEEE/IEET ElectronicLibrary (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"
5. Международный союз электросвязи: специализированное учреждение ООН: сайт. – URL: <https://www.itu.int/ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2020). - Режим доступа: свободный.
6. 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», электронная почта.

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:

1. 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>.

2. Электронных компонентов сервисов: сервисы YouTube.

## 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.	ПО для отображения презентаций и текста (LibreOffice), браузер.
Учебная аудитория	Компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет». Специализированные лабораторные установки.	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC, MATLAB.
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 **УК-1.ППУ1** «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в области разработки приемопередающих устройств телекоммуникаций».

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 лабораторных работ является обязательным. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором, согласно расписанию, размещенному на информационном стенде кафедры и в ОРИОКС.

При освоении дисциплины предусмотрена самостоятельная проработка учебного материала для выступления с докладом во время лекционных занятий. На первом занятии лектор выдаёт студентам задания на подготовку докладов (темы) и определяет даты выступления. Доклад представляет собой развернутое сообщение по теме лекции, проводимое в аудиторное время, то есть в присутствии студентов. Доклад должен содержать следующие разделы: вступление, основная часть и заключение. Рекомендуются делать презентацию для лучшего восприятия материала доклада.

Подготовка доклада требует от студента самостоятельной работы, которая включает следующие этапы:

- изучение научных работ по данной теме, перечень которых даёт лектор;
- анализ изученного материала, выделение более значимых фактов, отдельных научных положений;
- обобщение и логическое построение материала в форме развернутого плана;
- подготовка презентации в PowerPoint и написание текста доклада с соблюдением требований научного стиля. Оформление доклада выполняется по ГОСТ 7.32-2017;

Дополнительной формой обучения, является написание эссе на заданную тему. Работа над эссе требует от студента:

- анализ изученного материала по заданной теме;
- подготовка сообщения небольшого объёма, освещающего заданную тему и не претендующее на полноту и исчерпывающую трактовку предмета.

Дополнительной формой проверки знаний студентов является рубежный контроль (РК). Рубежный контроль проводится в форме тестов и решения задач по пройденным темам. РК1 базируется на материале ранее изученных дисциплин.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение лабораторных работ в семестре (в сумме 32 балла), выполнение тестов рубежного контроля в семестре (в сумме 15 баллов), устный опрос (8 баллов), выполнение доклада (в сумме 10 баллов), выполнение эссе (в сумме 10 баллов), активность в семестре (в сумме 5 баллов), сдача зачёта (20 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  /А.В. Тихомиров/

Зав. кафедрой ТКС, к.т.н.  /А.А. Бахтин/

Рабочая программа дисциплины «Приемопередающие устройства 1» 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 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 /