

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2020 14:27:51

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73d16c166e281b0c01

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

«07» сентября 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Приемопередающие устройства»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

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

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1 «Способен 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 [А] Разработка принципиальных электрических схем отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ-блока**

**Трудовая функция А/01.6 Определение возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока**

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ППУ - Способен применять теорию приемопередающих устройств при расчете и проектировании узлов радиотехнических систем	Расчет параметров и проектирование узлов и элементов приемопередающих устройств радиотехнических систем, разработка принципиальных электрических схем приемопередающих устройств в соответствии с техническим заданием	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математические модели описания работы линейных и нелинейных элементов</li> <li>- основные принципы работы приемопередающих устройств, назначение приемников и передатчиков в составе радиоканала, влияние шумов на прием радиосигнала</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет принципиальных электрических схем с использованием нелинейных элементов</li> </ul> <p><b>Опыт деятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектирование усилителей мощности на базе транзисторов</li> <li>- проектирование преобразователей частоты на базе транзисторов и диодов</li> <li>- проектирование автогенераторов в различных режимах работы</li> </ul>

## 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 - необходимо владеть компетенциями, методами расчетов и представлениями, сформированными в дисциплинах математического и естественнонаучного цикла: Физика; Физика. Спецглавы; Алгебра и геометрия; Математический анализ; Спецразделы математического анализа; Основы математического анализа; Численные методы; Электротехника; Электродинамика и распространение радиоволн

## 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	0	32	44	ЗаО

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Структуры передатчиков и приемников. Линейные и нелинейные элементы приемопередатчиков	6	0	8	4	Тест
					Опрос

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2. Усилители	10	0	8	20	Тест Опрос
3. Умножители частоты	6	0	6	8	Тест
4. Автогенераторы	10	0	10	12	Контрольная работа, проверка рефератов

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение. Схема связной радиостанции. Назначение радиопередатчиков и радиоприемников. Процессы в передатчиках и приемниках. Функциональные схемы и параметров передатчиков и приемников. Основные устройства приемопередатчиков. Супергетеродинный приемник. Выбор промежуточной частоты.
	2	2	Линейные и нелинейные элементы радиоустройств. Основные и вспомогательные характеристики, параметры элементов. Работа нелинейных элементов цепи в режимах малой и большой амплитуд колебаний. Диоды как нелинейное сопротивление и как нелинейная емкость.
	3	2	Биполярный транзистор (БТ) в каскадах примопередатчиков. Эквивалентная схема, описание элементов эквивалентной схемы, ВАХи транзистора. Граничные частоты транзистора.
2	4	2	Усилитель мощности. Состав усилителя. Схема. Параметры и характеристики усилителя. Режим работы транзистора по постоянному току. Линейный и нелинейные режимы работы транзистора. Мощность и КПД усилителя в линейном режиме..
	5	2	Нелинейный усилитель мощности. Аппроксимация ВАХ. Вывод выражения для мгновенного коллекторного тока, амплитуд 0-й и 1-й его гармоник. Угол отсечки. Коэффициенты гармоник. Напряженность режима. Особенности недонапряженного, граничного и

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			перенапряженного режимов работы транзистора...
	6	2	Коэффициент напряженности граничного режима. Оптимальные сопротивления нагрузки транзистора в УМ. Согласующие цепи УМ. Г-образные согласующие цепочки. Цепи питания и смещения в УМ. Зависимость коэффициента усиления мощности от частоты в схеме БТ с ОЭ.
	7	2	УМ СВЧ. Полевой транзистор с барьером Шотки, структура, эквивалентная схема, описание нелинейных элементов. НЕМТ- и НВТ-транзисторы. Цепи питания и смещения СВЧ, согласующие цепи СВЧ. Топология усилителя СВЧ.
	8	2	Способы увеличения выходной мощности, коэффициента усиления и КПД усилителей. Двухтактный усилитель Шумы в ППУ: резистора, колебательного контура, согласованного резистора, усилителя, каскадного соединения усилителей, транзистора, пассивного черного ящика, шумы усилителя, приведенные к входу. Малошумящий усилитель.
3	9	2	Умножители частоты. Принцип умножения частоты. Транзисторные умножители частоты.
	10	2	Умножители частоты большой кратности. Варактор. Вольт-кулонная характеристика варактора, ее аппроксимация. Простой анализ режимов работы варактора в умножителе.
	11	2	Анализ режимов работы варактора с учетом n-й гармоники заряда. Вывод выражений для входного и выходного импедансов варактора. Учет потерь мощности. Режим работы по постоянному току. Связь амплитуд гармоник заряда. Топология ВУЧ. Основы обратной связи в усилителях.
4	12	2	Автогенераторы. Состав. Механизм работы. Квазилинейная теория стационарного режима работы, негatronная модель автогенератора
	13	2	Устойчивость стационарного режима. Годографы проводимостей негatronа и резонатора. Обобщенные годографы. Графическое определение стационарного режима работы автогенератора. Условия возбуждения и устойчивого существования стационарного режима работы автогенератора
	14	2	Долговременная стабильность частоты автогенератора. Факторы, определяющие стабильность частоты. Требования к автогенератору, необходимые для получения высокой долговременной стабильности частоты.
	15	2	Шумы автогенераторов. Фазовый и амплитудный шум. Спектр шумящего автогенератора.
	16	2	Физические величины, определяющие уровень фазового шума автогенератора. Формула Лисона. Способы уменьшения фазового шума автогенератора.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Дальность действия радиоканала
	2	2	Шумы радиоприемника
	3	2	Расчет чувствительности радиоприемника
	4	2	Нелинейные элементы в режимах малой и большой амплитуд колебаний
2	5	2	Определение параметров биполярного транзистора.
	6	2	Режимы работы усилителей мощности
	7	2	Цепи связи и согласования
	8	2	Расчет усилителя мощности.
3	9	2	Принцип умножения частоты.
	10	2	Расчет умножителя частоты на транзисторе.
	11	2	Варакторный умножитель частоты
4	12	2	Стационарный режим работы автогенератора
	13	2	Определение частоты и амплитуды колебаний в транзисторном автогенераторе
	14	2	Исследование стабильности частоты автогенератора
	15	2	Расчет фазовых шумов автогенератора
	16	2	Расчет автогенератора

#### 4.3. Лабораторные занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к практическим занятиям.
1	6	ЭМИРС. Тема 1. Линейные и нелинейные устройства.
2	4	Подготовка к практическим занятиям.
3	4	Подготовка к практическим занятиям.
2,3	6	ЭМИРС. Тема 2. Усилители и автогенераторы.
4	4	Подготовка к практическим занятиям.
1 - 4	24	Написание рефератов
1 - 4	8	Подготовка к сдаче зачета

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Усилители мощности на полевых транзисторах MESFET и HEMT.
2. Малошумящие усилители СВЧ.
3. Автогенераторы СВЧ, стабилизированные по частоте высокочастотными резонаторами.
4. Монолитные интегральные схемы генераторов, управляемых напряжением.
5. Микросхемы синтезаторов частот.
6. Импульсные модуляторы.
6. Виды модуляции дискретными видеосигналами.
7. Диодные смесители частот.
8. Смесители частот на транзисторах.
9. Смесители частот на субгармонике гетеродина.
10. Преобразователи частоты с подавлением зеркального канала.

#### 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/>):

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Радиоприемные устройства : Учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Фомина. - 3-е стер. изд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 520 с.
2. Романюк В.А. Приемопередающие устройства : Учеб. пособие / В.А. Романюк; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 128 с.
3. Радиопередающие устройства : Учеб. для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1990. - 432 с.

### Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений. Электроника: научно-технический журнал. – Москва, 1996. – ISSN 1561 – 5405, eISSN 2587-9960, DOI: 10.24151/1561-5405

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

1. IEEE Xplore: [электронная библиотека]: сайт. – URL: [www.ieeeexplore.ieee.org](http://www.ieeeexplore.ieee.org) (дата обращения: 20.03.2020)
2. Scopus: [крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных]: сайт. – URL: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (дата обращения: 20.03.2020)
3. Web of Science: [наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций]: сайт. – URL: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com) (дата обращения: 20.03.2020)
4. Лань: [электронно-библиотечная система]: сайт. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <http://www.e.lanbook.com/> (дата обращения: 20.03.2020)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видеолекции, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

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

## 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	Компьютер с мультимедийным оборудованием.	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.

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

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-3.ППУ «Способен применять теорию приемопередающих устройств при расчете и проектировании узлов радиотехнических систем».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды:

ПК-1.ППУ ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Материал курса разбит на 4 модуля, объединенных общей тематикой. Каждый модуль содержит от 3 до 5 занятий. Весь курс рассчитан на 108 часов. Из них 64 часов –

аудиторные занятия и 44 часа отводится на самостоятельную работу. В течение всего семестра студенты выполняют практические занятия, в ходе которых каждый студент на каждом из занятий получает оценки за ответы на вопросы и выполнение заданий в ходе занятия. В процессе обучения на основе контроля текущей успеваемости и учета систематичности работы (посещаемости занятий и своевременности выполнения заданий) формируется интегральная оценка уровня подготовленности студента по данному предмету – рейтинг. Для допуска к сдаче экзамена по предмету студент должен отработать все контрольные мероприятия, а также заработать минимальное количество баллов за работу во время занятий.

При подготовке к практическому занятию необходимо прежде всего изучить методическую разработку по данному занятию, лекционный материал, рекомендованную основную и дополнительную литературу.

В случае пропуска практического занятия возможно его выполнение (отработка) и выставление оценки преподавателем в зачетную неделю.

Результаты работы студента в семестре учитываются при определении оценки за зачет.

Советы по подготовке к зачету

При подготовке к экзамену особое внимание следует обратить на следующие моменты:

Преподавателем при подготовке к экзамену выдается список конкретных вопросов. При недостаточно полном ответе на вопрос преподаватель может дать дополнительный (необязательно прямо относящийся к вопросам билета).

Теоретические вопросы охватывают теоретическую часть курса, как аудиторные (лекционные) занятия, так и самостоятельную работу студентов по изучению учебного материала.

Практические вопросы представляют собой задачи, из числа отработываемых на практических занятиях с измененными исходными данными.

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

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: работа на практических занятиях 2-3 (ПЗ), активность/посещаемость занятий 0 - 5 баллов (А/П), рубежный контроль 3 – 12, контрольная работа 6-16 (КР). Общая сумма баллов 50 - 100.

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

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (57-30 баллов), активность в семестре (15-0 баллов) и сдача экзамена (28-20 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 17 (17-я неделя зачетная).

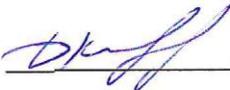
## **РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент института МПСУ

 /В. А. Романюк/

Рабочая программа дисциплины «Приемопередающие устройства» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Эксплуатация и испытания радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30.09 2020 года, протокол № 1

Зам.директора Института МПСУ по ОД

 /Д.В. Калеев/

### 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 /