

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.09.2026 12:57:06
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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

А.Г.Балашов

«30» марта 2026 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Приемопередающие устройства»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 009BD2B5B7DC0794F9C207D6C8F586BD59
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 16.06.2026 по 09.09.2027

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций».

Обобщенная трудовая функция С «Разработка электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения».

Трудовая функция С/01.6 «Разработка электрических схем радиоэлектронных средств и их составных частей».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.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	Знания: - математические модели описания работы линейных и нелинейных элементов - основные принципы работы приемопередающих устройств, назначение приемников и передатчиков в составе радиоканала, влияние шумов на прием радиосигнала Умения: - расчет принципиальных электрических схем с использованием нелинейных элементов Опыт деятельности: - проектирование усилителей мощности на базе транзисторов - проектирование преобразователей частоты на базе транзисторов и диодов - проектирование автогенераторов в различных режимах работы

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.

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	Опрос
2. Усилители	10	0	8	20	Контрольная работа 1
					Опрос
3. Умножители частоты	6	0	6	8	Рубежный контроль

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4. Автогенераторы	10	0	10	12	Контрольная работа 2
					Сдача результатов проектной задачи

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 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.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	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 п-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 работы

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.
3	2	Рубежный контроль
2,3	6	ЭМИРС. Тема 2. Усилители и автогенераторы.
4	4	Подготовка к практическим занятиям.
1 - 4	24	Решение проектной задачи
1 - 4	8	Подготовка к сдаче зачета

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/>)

ЭМИРС. Тема 1. Линейные и нелинейные устройства.

ЭМИРС. Тема 2. Усилители и автогенераторы

Дополнительные материалы для самостоятельного изучения по теме «Цифровая модуляция»

Материалы для самостоятельного изучения по теме «Аналоговые устройства приемопередатчиков»

Материалы для выполнения проектных задач

Конспект лекций

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романюк, В. А. Аналоговые устройства приемопередатчиков: учебное пособие / В. А. Романюк. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2018. - 144 с. - ISBN 978-5-91359-323-8: 319-00, 100 экз. - Текст: непосредственный.
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. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0722-2: б.ц., 200 экз.

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОНИКА : научно-технический журнал / ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ». – Москва : МИЭТ, 1996 -. –ISSN 1561-5405 (Print); 2587-9960 (Online)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ЭБС «Лань» - электронно-библиотечная система Издательства Лань. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения 02.03.2026).

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 MOODLe и ЭМИРС.

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; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

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

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды:

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Материал курса разбит на 4 модуля, объединенных общей тематикой. В течение всего семестра студенты выполняют задачи на практических занятиях. Каждый студент на каждом из занятий получает оценки за ответы на вопросы и выполнение заданий в ходе занятия.

Также каждый студент получает индивидуальную проектную задачу, посвященную одной из изученных в семестре тем, в том числе, проектированию СВЧ-усилителей, малошумящих усилителей, преобразователей частоты или автогенераторов. При выполнении проектной задачи студент должен предоставить преподавателю письменный отчет, в котором описаны все необходимые этапы проектирования.

Во время двух лекций проводятся две контрольные работы, показывающие срез накопленных знаний студентов. Длительность контрольных работ не более 15 минут в последней части соответствующих лекций.

Рубежный контроль проводится удаленно.

Для допуска к зачету необходимо выполнить и сдать все задачи, полученные на практических занятиях, проектную задачу, обе контрольные работы, а также успешно пройти рубежный контроль.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по списку вопросов.

Во время зачета студент должен дать письменный ответ на заданные два вопроса. При недостаточно полном ответе на вопросы преподаватель может дать дополнительный (необязательно прямо относящийся к вопросам билета).

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

Практические вопросы представляют собой задачи, схожие с выполненными на практических занятиях с измененными исходными данными.

11.2. Система контроля и оценивания

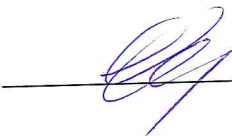
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: работа на практических занятиях 2-3 (ПЗ), активность/посещаемость занятий 0 - 5 баллов (А/П), рубежный контроль 3 - 12, контрольные работы 6-16 (КР), зачет – 20 баллов. 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/>.

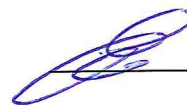
РАЗРАБОТЧИК:

Доцент института МПСУ, к.т.н.

 /В.К. Цветков /

Рабочая программа дисциплины «Приемопередающие устройства» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 25.03 2026 года, протокол № 6

Зам.директора Института МПСУ по ОД



/Ю.М. Мелёшин/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/И.М.Никulina /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/Т.П.Филиппова /