

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» сентября 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные главы приемопередающих устройств»

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 образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.034 «Специалист по проектированию антенно-фидерных устройств космических аппаратов»

Обобщенная трудовая функция [В] Проектирование и разработка АФУ КА

Трудовая функция В/02.6 Проведение и анализ измерений электрических характеристик на соответствие требованиям технического задания в процессе лабораторно-отработочных испытаний элементов АФУ КА

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2. СпецППУ Способен реализовывать экспериментальные исследования приемопередающих узлов и устройств	- Проведение и анализ измерений электромагнитных характеристик элементов приемопередающих устройств радиотехнических систем на соответствие требованиям технического задания при помощи измерительного оборудования	Знания: - физические принципы работы приемопередающих устройств и узлов Умения: - экспериментальное исследование приемопередающих устройств при помощи измерительного оборудования Опыт деятельности: - эксплуатация измерительного оборудования для экспериментального исследования характеристик приемопередающих узлов и устройств

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.СпецППУ - Способен применять специальные разделы теории 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, расчет преобразования частот в приемном и передающих каналах	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, принципы модуляции и синтеза частот Умения: - расчет принципиальных электрических схем с использованием нелинейных элементов Опыт деятельности: - проектирование смесителей и модуляторов на базе транзисторов и диодов - проектирование автогенераторов в различных режимах работы, расчет петли ФАПЧ в составе синтезаторов частот

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, а также начальные знания в области приемопередающих устройств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
4	7	8	180	32	32	16	64	Экз. (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Стабильные и управляемые генераторы	10	8	4	16	Тестирование
					Опрос
					Защита лабораторных работ
2. Синтезаторы частот.	6	8	4	16	Тестирование
					Опрос
					Защита лабораторных работ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
3. Модуляторы	8	8	4	16	Опрос
					Защита лабораторных работ
4. Преобразователи частоты и автоматические настройки	8	8	4	16	Опрос
					Защита лабораторных работ
					Защита практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Кварцевые резонаторы, резонансные частоты, механические гармоники. Эквивалентная схема, влияние емкости кварцедержателя. Зависимость стабильности частоты от номера механической гармоники.
	2	2	Кварцевые автогенераторы. Схема «кварц в контуре». Схемы с включением кварцевого резонатора в цепь обратной связи. Схема Батлера. Особенности построения схем кварцевых автогенераторов в зависимости от механизма ограничения амплитуды колебаний при их возбуждении.
	3	2	Генераторы, управляемые напряжением (ГУН). Механизм работы ГУНа. Связь относительного изменения частоты генерации с изменением емкости варикапа. Схемы включения варикапа в состав резонатора. Влияние схемы включения варикапа на уровень фазового шума автогенератора. Максимальный диапазон перестройки частоты ГУНа.
	4	2	Автогенераторы СВЧ. Звездообразные автогенераторы на транзисторах. Условия возбуждения, существования и устойчивости колебаний в звездообразном автогенераторе.
	5	2	Диодные автогенераторы СВЧ. Генераторные диоды: лавиннопролетные (ЛПД) и диоды Ганна. Механизм работы

			автогенератора на диоде Ганна. Автогенератор на ЛПД. . Схемы и конструкции диодных автогенераторов.
2	6	2	Фазовая автоматическая подстройка частоты автогенератора. Механизм работы системы ФАПЧ . Математическое описание системы ФАПЧ. Структурная схема системы. Операторный коэффициент передачи системы ФАПЧ без фильтра..
	7	2	АЧХ систем ФАПЧ различных порядков. Влияние на шумовой спектр выходных колебаний фазовых шумов эталонного автогенератора, собственных шумов ГУНа и шумов фазового детектора. Полоса пропускания системы ФАПЧ различных порядков. Устойчивость систем ФАПЧ автогенераторов.
	8	2	Синтезаторы частот: аналоговые, цифровые, синтезаторы частот на базе автогенераторов, охваченных цепью ФАПЧ. Установление шага перестройки. Выходной спектр мощности синтезатора частот.
3	9	2	Модуляция в радиопередатчиках. Амплитудная модуляция (АМ) аналоговым сигналом. Способы осуществления АМ непрерывным сигналом. Основные параметры колебаний, модулированных по амплитуде. Характеристики амплитудных модуляторов. Схемы амплитудных модуляторов.
	10	2	Амплитудная модуляция импульсным сигналом. Накопители энергии. Схемы импульсных модуляторов.
	11	2	Частотная модуляция аналоговым сигналом. Спектр напряжения колебаний, модулированных по частоте простой гармоникой. Техническая ширина спектра частотно-модулированных колебаний. Способы осуществления частотной модуляции аналоговым сигналом.
	12	2	Модуляция дискретными сигналами. Виды частотной и фазовой манипуляции. Спектр мощности колебаний, модулированных дискретными сигналами. Основные проблемы при построении частотных и фазовых манипуляторов. Фильтры обкатки. Квадратурная модуляция.
4	13	2	Преобразователи частоты в приемопередающих устройствах. Механизм работы преобразователя частоты. Схема преобразователя частоты. Смесители частот на диодах. Балансные и кольцевые смесители частот.
	14	2	Смесители частот на транзисторах. Схемы смесителей частот. Смесители частот на ячейках Гильберта. Схемы подавления зеркального канала.
	15	2	Демодуляторы колебаний. Амплитудный и частотный детекторы колебаний модулированных аналоговым сигналом. Демодуляция колебаний, модулированных дискретным сигналом. Квадратурный демодулятор.
	16	2	Автоматические регулировки в радиоприемниках. Автоматическая регулировка усиления (АРУ). Автоматическая подстройка частоты (АПЧ) гетеродина.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Кварцевые автогенераторы
	2	2	Расчет автогенератора СВЧ
2	3	2	Расчет фильтра системы ФАПЧ автогенератора
	4	2	Расчет АЧХ системы ФАПЧ
3	5	2	Частотный модулятор аналоговым сигналом
	6	2	Цифровые демодуляторы
4	7	2	Кольцевой смеситель на диодах
	8	2	Транзисторный смеситель СВЧ

4.3. Лабораторные работы

Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	4	Измерение амплитудно-частотной характеристики передающего модуля
	2	4	Измерение амплитудной характеристики усилителя СВЧ
2	3	4	Синтезатор СВЧ
	4	4	Смеситель СВЧ
3	5	4	Изучение параметров модулированных колебаний
	6	4	Измерение амплитудно-частотной характеристики приемного модуля АФАР
4	7	4	Измерение фазо-частотной характеристик приемного модуля АФАР
	8	4	Супергетеродинный радиоприемник

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	9	Подготовка к практическим занятиям.
	6	Подготовка к лабораторным работам.
	1	Прохождение тестирования
2	9	Подготовка к практическим занятиям.
	6	Подготовка к лабораторным работам
	1	Прохождение тестирования
3	10	Подготовка к практическим занятиям.
	6	Подготовка к лабораторным работам
4	5	Подготовка к практическим занятиям.
	6	Подготовка к лабораторным работам
	5	Выполнение практико-ориентированного задания

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/>):

- Лабораторный практикум по приемопередающим устройствам, электронная рукопись;
- Подборка материалов для самостоятельного изучения по теме «Аналоговые устройства приемопередатчиков»;
- Подборка материалов для самостоятельного изучения по теме «Частотная модуляция в радиотехнике»;
- Подборка материалов для самостоятельного изучения по теме «Фазовая манипуляция в радиотехнике»;
- Подборка материалов для самостоятельного изучения по теме «Сигналы цифрового радио»;
- Видеозапись «Измерение коэффициента шума и усиления МШУ».

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. 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 ОРИОКС и MOODLe, записанные видеозаписи по работе на измерительном оборудовании.

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.
Лаборатория приема-передающих устройств	Персональный компьютер – 10 шт. D-Link DGS-1024A – 1 шт. Анализатор сигнал Agilent – Technologies N9000A – 5 шт. Генератор сигнала Agilent Technologies N5171B – 4 шт. Генератор качающей частоты P4-11 – 1 шт. Источник питания Б5-45 – 1 шт. Источник питания Б5-46 – 1 шт. МШУ – 1 шт. Приемный модуль АФАР – 1 шт. Измеритель комплексного – коэффициента передачи P4-11 – 1 шт. Источник питания Agilent – Technologies U8032A – 1 шт. Источник питания Gwinstek CPS-3303 – 3 шт. Источник шума Agilent Technologies N4000A – 2 шт. Источник питания Б5-47 – 1 шт. Измеритель мощности Agilent Technologies N1913A – 1 шт. Осциллограф Tektronix TDS	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
	2022С – 2 шт. Генератор высокой частоты Г4-81 – 1 шт. Блок ваттметра измерительный Я2М-66 – 1 шт. Индикатор КСВН и ослабления Я2Р-67 – 1 шт. Генератор качающей частоты 61 – 1 шт. Ваттметр универсальный В7-26 – 1 шт.	
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-2.СППУ «Способен реализовывать экспериментальные исследования приемопередающих узлов и устройств».
2. ФОС по подкомпетенции ПК-3.СППУ «Способен применять специальные разделы теории 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 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. 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, а также выполняет лабораторные работы и получает оценки за защиту лабораторной работы.

Также студенты выполняют практико-ориентированное задание. В течение семестра студенты выполняли лабораторные работы по курсу и оформляли отчеты. Отчеты сдавались преподавателю в печатном виде. Студенту индивидуально в случайном порядке выдается один из отчетов другого студента. Необходимо повторить часть, относящуюся к обработке результатов и их анализа. Также нужно составить блок-схему измерительного стенда, использованного в отчете.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами во время семестра оцениваются: работа на практических занятиях – 2-3 балла (ПЗ), защита лабораторных работ – 3-6 баллов, экзамен – 20-40 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 «Специальные главы приемопередающих устройств» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 25 марта 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.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

 /Т.П.Филиппова /