

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 14:27:30
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d78c8f8bca802b80602

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
И.Г. Игнатова

«07» декабря 2020
«07» декабря 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные главы приемопередающих устройств»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

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

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 25.034 «Специалист по проектированию антенно-фидерных устройств космических аппаратов»

**Обобщенная трудовая функция [В] Проектирование и разработка АФУ КА
Трудовая функция В/01.6 Разработка эскизных проектов АФУ КА в соответствии с техническим заданием**

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.СпецППУ - Способен применять специальные разделы теории приемапередающих устройств при расчете и проектировании узлов радиотехнических систем	Расчет параметров и проектирование узлов и элементов приемапередающих устройств радиотехнических систем, разработка принципиальных электрических схем приемапередающих 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 приемапередающих 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

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать методики и проводить испытания узлов и устройств радиоэлектронных средств в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией» 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

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; приемопередающие устройства.

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)		
4	7	4	108	32	16	32	28	Э(36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Стабильные и управляемые генераторы	10	4	8	7	Тест
					Опрос
					Защита лабораторной работы
2. Синтезаторы частот.	6	4	8	7	Тест
					Опрос
					Защита лабораторной работы
3. Модуляторы	8	4	8	7	Опрос
					Защита лабораторной работы

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4.Преобразователи частоты и автоматические настройки	8	4	8	7	Опрос
					Защита лабораторной работы

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Содержание раздела
1	1	Кварцевые резонаторы, резонансные частоты, механические гармоники. Эквивалентная схема, влияние емкости кварцедержателя. Зависимость стабильности частоты от номера механической гармоники.
	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	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	Автогенераторы СВЧ. Звездообразные автогенераторы на транзисторах. Условия возбуждения, существования и устойчивости колебаний в звездообразном автогенераторе.
	5	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	Фазовая автоматическая подстройка частоты автогенератора. Механизм работы системы ФАПЧ. Математическое описание системы ФАПЧ. Структурная схема системы. Операторный коэффициент передачи системы ФАПЧ без фильтра..
	7	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	Синтезаторы частот: аналоговые, цифровые, синтезаторы частот на базе автогенераторов, охваченных цепью ФАПЧ. Установление шага перестройки. Выходной спектр мощности синтезатора частот.
3	9	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	Амплитудная модуляция импульсным сигналом. Накопители энергии. Схемы импульсных модуляторов.
	11	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	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	Преобразователи частоты в приемопередающих устройствах. Механизм работы преобразователя частоты. Схема преобразователя частоты. Смесители частот на диодах. Балансные и кольцевые смесители частот.
	14	Смесители частот на транзисторах. Схемы смесителей частот. Смесители частот на ячейках Гильберта. Схемы подавления зеркального канала.
	15	Демодуляторы колебаний. Амплитудный и частотный детекторы колебаний модулированных аналоговым сигналом. Демодуляция колебаний, модулированных дискретным сигналом. Квадратурный демодулятор.
	16	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

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	6	2	Цифровые демодуляторы
4	7	2	Кольцевой смеситель на диодах
	8	2	Транзисторный смеситель СВЧ

4.3. Лабораторные занятия

№ 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	3	Подготовка к практическим занятиям.
	4	Подготовка к лабораторным работам.
2	3	Подготовка к практическим занятиям.
	4	Подготовка к лабораторным работам
3	3	Подготовка к практическим занятиям.

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
	4	Подготовка к лабораторным работам
4	3	Подготовка к практическим занятиям.
	4	Подготовка к лабораторным работам

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/>):

1. Дмитриев С.Д. Лабораторный практикум по курсу "Приемопередающие устройства" / С.Д. Дмитриев, В.Т. Комаров, В.А. Романюк. - М. : МИЭТ, 2006. - 88 с.
2. Гарматюк, С. С. Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов : учебное пособие для вузов / С. С. Гарматюк. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 672 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4146> (дата обращения: 08.04.2020).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Романюк В.А. Приемопередающие устройства : Учеб. пособие / В.А. Романюк; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 128 с.
2. Романюк В.А. Основы радиосвязи : Учеб. пособие / В.А. Романюк. - М. : Юрайт : Высшее образование, 2009. - 288 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.
4. Радиоприемные устройства : Учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Фомина. - 3-е стер. изд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 520 с.
5. Романюк В.А. Синтезаторы частот на основе автогенераторов с ФАПЧ : Учеб. пособие / В.А. Романюк. - М. : МИЭТ, 2005. - 100 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 (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 (дата обращения: 20.03.2020)
3. Web of Science: [наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций]: сайт. – URL: 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.
Лаборатория приемопередающих 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 10; 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 ОРИОКС	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-1.СППУ «Способен применять специальные разделы теории приемопередающих устройств при расчете и проектировании узлов радиотехнических систем».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-2.СППУ «Способен реализовывать экспериментальные исследования приемопередающих узлов и устройств».

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

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

ПК-2.СпецППУ 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 9 до 11 занятий. Весь курс рассчитан на 108 часов. Из них 32 часа –

лекционные занятия, 16 часа – лабораторные работы, 32 часа – аудиторные занятия и 28 часов 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, а также выполняет лабораторные работы и получает оценки за защиту лабораторной работы. 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 практическим и лабораторным работам 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 экзамену:

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 отрабатываемых на практических занятиях с измененными исходными данными.

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/>.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (30-60 баллов) и сдача экзамена (20-40 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 «Специальные главы приемопередающих устройств» 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

 /Г.П.Филиппова /