

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:16:28

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736f0c3e87b1801

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 2025 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы конструирования радиоэлектронных средств»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

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 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно функциональных блоков».**

Обобщенная трудовая функция А – «Разработка принципиальных электрических схем отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ-блока».

Трудовая функция А/02.6 – «Проведение оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и аналогового СФ-блока в целом».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.ОКРЭС. Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Расчет и проектирование узлов и устройств радиоинформационных систем общего назначения	Знание требований, предъявляемых к РЭС, условий эксплуатации РЭС и классификации РЭС; элементной базы РЭС, иерархии конструкций и соединений РЭС, особенностей конструирования РЭС СВЧ-диапазона и способов обеспечения надежности РЭС. Умение рассчитывать показатели качества РЭС, проводить механические и тепловые расчеты конструкций РЭС, оценивать эффективность экранов простейших конфигураций. Опыт деятельности в проведении моделирования устройств РЭС с учетом разброса параметров схемы и ЭМС, проектировании топологии узлов РЭС в программе Microwave Office.

Компетенция ПК-4. «Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам» **сформулирована на основе профессионального стандарта 25.027 «Специалист по разработке аппаратуры бортовых космических систем».**

Обобщенная трудовая функция В – «Модернизация и техническое сопровождение разработки БА КА)».

Трудовая функция В/01.6 – «Разработка технической документации для БА КА на основе модернизируемых технических решений)».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.ОКРЭС. Способен контролировать выпускаемую КД стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Знание видов, комплектности, стадий разработки технической документации, правил оформления электрических схем и чертежей на печатную плату, правил записи сведений об ЭРК в НТД. Умение рассчитывать параметры РЭС в соответствии с ТЗ. Опыт деятельности в расчете показателей надежности РЭС в программе АСОНИКА.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Модули (дисциплины)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции, сформированные в дисциплинах «Физика», «Теория вероятности и статистика», «Дифференциальные уравнения», «Математический анализ», «Теоретические основы электротехники», «Электроника». «Инженерная и компьютерная графика»

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	144	32	16	16	44	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
Модуль 1. Разработка радиоэлектронных средств.	8	4	4	8	Тест
					Опрос
					Защита лабораторной работы
					Контрольная работа
Модуль 2. Конструкции и соединения в РЭС	10	4	4	18	Тест
					Опрос
					Защита лабораторной работы
					Контрольная работа
Модуль 3. Обеспечение надежности РЭС	14	8	8	18	Сдача реферата
					Опрос
					Защита лабораторных работ
					Контрольная работа
					Сдача доклада

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Задачи курса «Основы конструирования РЭС». Эволюция РЭС. Условия эксплуатации РЭС. Классификация РЭС. Требования, предъявляемые к РЭС и конструкциям РЭС. Жизненный цикл РЭС. Показатели конструкции РЭС. Конструктивные особенности РЭС СВЧ диапазона.
	2	2	Системный подход в проектировании РЭС. РЭС как большая техническая система. Виды комплексных проектных исследований РЭС: анализ, синтез, оптимизация. Классификация моделей РЭС.
	3	2	Нормативно-технические документы. Категории стандартов: ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД. Комплекс стандартов ЕСКД. Виды конструкторских документов. Электрические схемы. Правила выполнения электрических схем. Требования к выполнению КД. Технические условия. Комплектность конструкторских документов. Эксплуатационные документы.

	4	2	Стадии разработки КД. Техническое предложение. Эскизный проект. Технический проект. Рабочая КД. Техническое задание. Современные САПР при проектировании РЭС.
2	5	2	Иерархия конструкций и соединений РЭС. Элементная база РЭС. Пассивные ЭРК. Зарубежные компоненты для поверхностного монтажа. Особенности использования ЭРК в диапазоне СВЧ. Диоды, транзисторы, интегральные схемы. Обозначения ЭРК в нормативных документах. Корпуса микросхем. Микросборки. Ячейки и модули первого уровня. Компоновочные схемы блоков и модулей второго уровня. Шкафы, стойки и модули третьего уровня
	6	2	Линии передачи. Типы линий передачи. Пленочные и печатные проводники. Монтажные провода. Витая пара. Коаксиальный кабель. Оптический кабель. Конструирование плат, микросборок и блоков СВЧ диапазона. Особенности конструирования АФАР.
	7	2	Печатные платы. Типы печатных плат. Конструктивные параметры печатных плат и класс точности. Материалы плат. Электрические параметры ПП. Правила трассировки проводников и выполнения чертежей ПП.
	8	2	Рубежный контроль. Тестирование по модулям 1 и 2.
	9	2	Элементная база СВЧ электроники. Ролевая игра. Интегральные схемы СВЧ диапазона.
3	10	2	Основы теории надежности РЭС: основные понятия и показатели надежности. Способы улучшения надежности РЭС.
	11	2	Основы обеспечения тепловых режимов РЭС. Механизмы теплообмена и средства обеспечения тепловых режимов РЭС. Защита РЭС от воздействия влажности.
	12	2	Анализ динамических состояний РЭС различной конструкции. Способы защиты РЭС от вибраций и ударов.
	13	2	Источники помех в РЭС. Паразитные связи в РЭС и методы их подавления. Экранирование. Принципы действия и конструкции электромагнитных экранов
	14	2	Основы защиты РЭС от воздействия ионизирующего излучения.
	15	2	Контроль и испытания РЭС.
	16	2	Ролевая игра. Расчет радиатора.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Расчет массы РЭС разного уровня сложности
	2	2	Климатическое исполнение РЭС. Контрольная работа №1

2	3	2	Расчет параметров ЭРК. Запись ЭРК в нормативных документах.
	4	2	Расчет параметров и размеров печатных плат. Контрольная работа №2
3	5	2	Оценка параметров надежности РЭС
	6	2	Электротепловая аналогия
	7	2	Механические расчеты конструкций РЭС.
	8	2	Расчет эффективности экранирования Контрольная работа №3

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Исследование АЧХ фильтра в зависимости от разброса параметров фильтра.
2	2	4	Создание топологии согласующей цепи
3	3	4	Изучение влияния «земли» на характеристики усилителя СВЧ.
	4	4	Расчет надежности радиоэлектронного функционального узла РЭС.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	1	Подготовка к лабораторной работе №1
	2	Подготовка к практическим занятиям №1,2
	1	Подготовка к контрольной работе №1
	4	Подготовка к рубежному контролю
	1	Подготовка к лабораторной работе №2
2	2	Подготовка к практическим занятиям №3,4
	1	Подготовка к контрольной работе №2
	4	Подготовка к рубежному контролю
	10	ЭМИРС 1. Интегральные схемы СВЧ диапазона Изучение методического материала, подготовка реферата, презентации и

		доклада к ролевой игре
	2	Подготовка к лабораторным работам №3,4
	4	Подготовка к практическим занятиям №5-7
3	2	Подготовка к контрольной работе №3
	10	ЭМИРС 2. Методы контроля. Изучение методического материала, подготовка реферата, презентации и доклада к ролевой игре
	1	Подготовка к лабораторной работе №1
	2	Подготовка к практическим занятиям №1,2
	1	Подготовка к контрольной работе №1

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, <http://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Методические студентам указания по дисциплине
- ✓ ЭМИРС 1. Интегральные схемы СВЧ диапазона
- ✓ ЭМИРС 2. Методы контроля

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахвалова С.А. Основы конструирования РЭС : Учеб. пособие. Ч. 1 / С.А. Бахвалова. - М. : МИЭТ, 2007. - 152 с. - ISBN 978-5-7256-0463-4

2. Бахвалова С.А. Основы конструирования РЭС : Учеб. пособие. Ч. 2 / С.А. Бахвалова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 156 с. - ISBN 978-5-7256-0671-3

3. Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов, И.В. Тюрин, Р.Ю. Курносов - СПб.: Лань, 2019. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-3529-6 - Текст: электронный // Лань: ЭБС - URL:[https:// e.lanbook.com/book/113384](https://e.lanbook.com/book/113384) (дата обращения: 01.02.2020). - Режим доступа для авторизованных пользователей.

4. Надежность радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Муромцев Д.Ю., Белоусов О.А., Тюрин И.В., Курносов Р.Ю. - СПб.: Лань, 2019. - 88 с. - ISBN 978-5-8114-3718-4 - Текст: электронный // Лань: ЭБС - URL:[https:// e.lanbook.com/book/116368](https://e.lanbook.com/book/116368) (дата обращения: 01.02.2020). - Режим доступа для авторизованных пользователей.

5. Бахвалова С.А. Основы моделирования устройств в Microwave Office : Лабораторный практикум / С.А. Бахвалова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 180 с.

6. Бахвалова С.А. Основы моделирования и проектирования радиотехнических устройств в Microwave Office : Учеб. пособие / С. А. Бахвалова, В. А. Романюк; Мини-

стерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : СОЛОН-Пресс, 2016. - 152 с. - ISBN 978-5-91359-206-4

7. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Под ред. В.А. Шахнова. - М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана. 2002. - 528 с.

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ РОССИИ. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА : научно-практический рецензируемый журнал / ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова". - Санкт-Петербург : СПбГЭТУ ЛЭТИ, 1998 - . - URL: <https://re.eltech.ru/jour> (дата обращения: 01.02.2020). - ISSN 1993-8985.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: по подписке

2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. - URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

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 видео лекции, 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.

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.
Компьютерная аудитория	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС;	Пакет программ Microsoft Office; Программное обеспечение Microwave Office; Асоника-К, Асоника-ТМ Keysight W2130UU Cadence AWR MWO
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 ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-3.ОКРЭС «Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования»
2. ФОС по подкомпетенции ПК-4.ОКРЭС «Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

Фонды оценочных средств размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>):

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Материал курса «Основы конструирования радиоэлектронных средств» представлен тремя модулями.

В первом модуле рассматриваются условия эксплуатации РЭС, классификация РЭС, требования, предъявляемые к РЭС и конструкциям РЭС, жизненный цикл РЭС, показатели конструкции РЭС, конструктивные особенности РЭС СВЧ диапазона, системный подход в методологии проектирования и изготовления РЭС, виды комплексных проектных исследований РЭС, классификация моделей РЭС, категории стандартов: ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, стадии разработки КД.

Во втором модуле изучаются элементная база РЭС и правила записи ЭРК в технической документации, иерархия конструкций РЭС и соединений, виды стандартизации при разработке и производстве РЭС, микросборки, ячейки и модули первого уровня, компоновочные схемы блоков и модулей второго уровня, шкафы, стойки и модули третьего уровня, конструирование блоков и модулей СВЧ диапазона, особенности конструирования АФАР; рассматриваются типы линий передачи: монтажные провода, витая пара, коаксиальный кабель, оптический кабель, пленочные и печатные проводники, типы печатных плат, конструктивные параметры и электрические параметры ПП, материалы ПП, правила трассировки проводников и выполнения чертежей ПП, конструкции и характеристики полосковых линий передачи, элементы МПЛ.

В третьем модуле изучаются основы теории надежности РЭС, даются формулы для расчета показателей надежности РЭС, рассматриваются основы обеспечения тепловых режимов РЭС, механизмы теплообмена и средства обеспечения тепловых режимов РЭС, дается методика расчета радиаторов; рассматриваются анализ динамических состояний РЭС различной конструкции, способы защиты РЭС от вибраций и ударов, основы защиты РЭС от воздействия ионизирующего излучения, паразитные связи в РЭС и методы их подавления, принципы действия и конструкции электромагнитных экранов; изучаются категории и типы испытаний.

Полученные знания на лекциях, практических занятиях, а также на лабораторных работах, проходящих в активной форме обучения, используются студентами при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении самостоятельных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

При подготовке к практическому занятию необходимо, прежде всего, изучить методическую разработку по данному занятию, лекционный материал, рекомендованную литературу. В обязательном порядке следует разобрать на практическом занятии приведенные примеры решения типовых задач и дома самостоятельно решить предлагаемые задачи. После изучения теоретических основ каждого из модулей и выполнения заданий к практическим занятиям и мероприятий самостоятельной подготовки студентам должны выполнить тесты и контрольные работы на практических занятиях модуля.

При подготовке к лабораторному занятию студенту необходимо изучить методическую разработку по данному занятию и ответить на контрольные вопросы, прилагаемые к лабораторной работе. Студент обязан получить допуск к каждой лабораторной работе, выполнить работу по варианту, выданному преподавателем и защитить ее. Результаты

боты должны быть оформлены в виде отчета с выводами по проделанной работе. При защите лабораторной работы студент должен предъявить отчет и продемонстрировать на компьютере результаты выполненной работы, а также ответить на вопросы преподавателя.

В случае пропуска лабораторного занятия выполнение работы проводится самостоятельно с последующей ее защитой на консультации.

Самостоятельные работы по модулям ЭМИРС1 и ЭМИРС2 выполняются малой группой в виде ролевой игры. Роли в малой группе студенты распределяют самостоятельно.

При выполнении самостоятельной работы по ЭМИРС1 студент должен изучить материал по теме «Интегральные схемы СВЧ диапазона», провести поиск в сети Интернет ИС с заданными характеристиками, сделать перевод технического описания на ИС, оформить результаты в виде реферата и подготовить презентацию. При выполнении самостоятельной работы по ЭМИРС2 студент должен изучить материал по теме «Расчет радиатора для транзистора», провести расчет радиатора, оформить результаты в виде реферата и подготовить презентацию. При защите самостоятельной работы студенты малой группы должны предъявить реферат, сделать доклад, а также ответить на вопросы преподавателя и руководителей малых групп.

Рубежный контроль представляет собой мини-экзамен и проводится в виде тестирования по модулям 1 и 2.

Результаты работы студента в семестре учитываются при определении итоговой оценки.

Экзамен проводится в письменной форме и состоит из двух теоретических вопросов и задачи.

11.2. Система контроля и оценивания

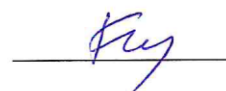
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита четырех лабораторных работ в семестре (в сумме 20-12 баллов), выполнение трех контрольных работ в семестре (в сумме 15-9 баллов), выполнение рубежного контроля 10-5 баллов, выполнение двух самостоятельных работ (в сумме 20-10 баллов) и сдача экзамена (30-15 баллов). За активную работу в семестре и своевременное выполнение контрольных мероприятий добавляется максимальное количество баллов – 5. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Выполнение всего комплекта оценочных средств оценивается максимальным суммарным баллом - 100 (сто).

Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.



/С.А. Бахвалова/

Рабочая программа дисциплины «Основы конструирования радиоэлектронных средств» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профиля) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании ученого совета Института МПСУ 30.09 2020 года, протокол № 1

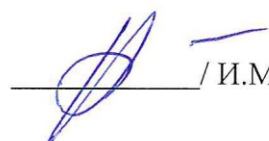
Зам.директора института МПСУ по ОД

 /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 /