

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 14:27:50  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73616c9f81a81b81601

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



« 02 » сентября 2023 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы конструирования радиоэлектронных средств»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль)– «Эксплуатация и испытание 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 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».

<b>Подкомпетенции, формируемые в дисциплине</b>	<b>Задачи профессиональной деятельности</b>	<b>Индикаторы достижения подкомпетенций</b>
<b>ПК-1.ОКРЭС.</b> Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	<b>Знание</b> 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. <b>Умение</b> рассчитывать показатели качества РЭС, проводить механические и тепловые расчеты конструкций РЭС, оценивать эффективность экранов простейших конфигураций. <b>Опыт деятельности</b> в проведении моделирования устройств РЭС с учетом разброса параметров схемы и ЭМС, проектировании топологии узлов РЭС в программе Microwave Office.

## 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
Сдача реферата					
Модуль 3. Обеспече-	14	8	8	18	Опрос

ние надежности РЭС					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.
		10	2	Основы теории надежности РЭС: основные понятия и показатели надежности. Способы улучшения надежности РЭС.

3	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. Методы контроля.

#### 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. Механические расчеты конструкций РЭС. Механические расчеты конструкций РЭС.
	7	2	Нормативно техническая документация при разработке методов контроля.
	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
2	1	Подготовка к лабораторной работе №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
3	2	Подготовка к лабораторным работам №3,4
	4	Подготовка к практическим занятиям №5-7
	2	Подготовка к контрольной работе №3
	10	ЭМИРС 2. Методы контроля. Изучение методического материала, подготовка реферата, презентации и доклада к ролевой игре

#### 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; Министерство 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/ИЕТ 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/](http://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-1.ОКРЭС «Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования»

Фонд 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 работы 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 «Методы контроля», нормативно техническую документацию, написать раздел ТУ, посвященный методам контроля, в соответствии с требованиями ТЗ, оформить результаты в виде реферата и подготовить презентацию.

При защите самостоятельной работы студенты малой группы должны 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) «Эксплуатация и испытание радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании ученого совета Института МПСУ 30.04 2020 года, протокол № 1

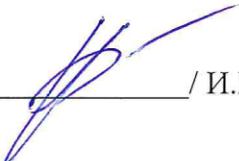
Зам.директора института МПСУ по ОД

 /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 /