

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА**  
**РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.28
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	7 семестр - 32 часа;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сазонова Л.Т.
	Идентификатор	R4da3b64f-SazonovaLT-25bbf4c4

Л.Т. Сазонова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение студентами базовых принципов проектирования конструкций электронных приборов, выбора оптимальных компонентов конструкций, обеспечения надежности конструкций, элементов технологии изготовления узлов и блоков

### Задачи дисциплины

- освоение основных методов конструирования электронных средств (ЭС) на основе базового принципа конструирования;
- изучение методов многокритериального выбора материалов, компонентов и конструктивов, применяемых при разработке ЭС;
- изучение учета влияния дестабилизирующих факторов на выходные характеристики конструкций, оценки параметрической надежности ЭС и путей минимизации ошибок выходных параметров;
- освоение методов испытаний ЭС на параметрическую надежность;
- обучение методам расчета надежности работы ЭС по внезапным отказам;
- изучение технологических процессов при производстве печатных и коммутационных плат радиоэлектронных устройств.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических устройств	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знать: - теорию и методы автоматизированного выбора компонентов конструкций; - основы многокритериального выбора компонентов конструкций ЭС; - основы анализа надежности и испытаний ЭС; - основные термины и понятия, базовые элементы формирования технического задания в конструировании и технологии ЭС.
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> Разрабатывает проектную и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями	уметь: - применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при разработке ЭС; - рассчитывать надежность по внезапным отказам ЭС (для невосстанавливаемых систем); - выбирать оптимальные варианты компонентов и рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций ЭС; - проводить многовариантное многокритериальное проектирование пассивных резистивных микросборок.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот	24	7	4	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 10-25	
1.1	Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот	24		4	8	-	-	-	-	-	-	-	12		-
2	Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории	44		6	16	-	-	-	-	-	-	-	22		-

	параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости												так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости" материалу.
2.1	Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости	44	6	16	-	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 28-46
3	Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС" материалу.
3.1	Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 90-113
4	Методы автоматизированного монтажа	22	2	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции.

	многослойных печатных плат																		
4.1	Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат	22	2	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-						Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: "Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 180-227
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	-	0.5	-	33.5						
	Всего за семестр	144.0	16	32	-	-	2	-	-	-	0.5	60	33.5						
	Итого за семестр	144.0	16	32	-	-	2	-	-	-	0.5	60	33.5						

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот

1.1. Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот

Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Классификация конструкций по условиям эксплуатации. Базовый принцип конструирования ЭС. Стандартизация, ЕСКД и ЕСПД.

#### 2. Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости

2.1. Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости

Формализованная постановка задачи выбора элементной базы по допустимости и критериальным требованиям. Условия, ограничения и показатели качества. Критерии условные и безусловные, их связь с показателями качества. Теория многокритериального выбора и принятия решения. Систематические и случайные ошибки параметров конструкций ЭС. Методы максимального отклонения, метод моментов и метод Монте-Карло, как методы анализа точности ЭС. Методы достижения заданной точности: компенсация, подгонка, регулировка, введение отрицательной обратной связи, метод вариации коэффициентов влияния.

#### 3. Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС

3.1. Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС

Основные характеристики надежности РЭС по внезапным отказам для невосстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее время исправной работы. Объемный и печатный монтаж. Основные DIP- и SMD-компоненты ЭС (резисторы, электролитические конденсаторы, индуктивности, кристаллы, транзисторы, ИМС). Технология монтажа и технология производства коммутационных плат. Методы получения рисунков при производстве печатных плат (ПП). Метод химического травления и электрохимического осаждения для формирования проводников ПП. Метод мультивайер. Сварка и пайка при монтаже компонентов на ПП.

#### 4. Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат

4.1. Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат

Подготовка МПП к установке компонентов. Автоматизированный монтаж DIP и SMD-компонентов на МПП. Описание автоматизированных установок для установки компонентов.

### **3.3. Темы практических занятий** не предусмотрено



### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций;
2. Граничные испытания блоков ЭС;
3. Анализ надежности аппаратуры методом Монте-Карло и методом моментов.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные термины и понятия, базовые элементы формирования технического задания в конструировании и технологии ЭС	ИД-2опк-1	+				Лабораторная работа/Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций
основы анализа надежности и испытаний ЭС	ИД-2опк-1			+		Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло
основы многокритериального выбора компонентов конструкций ЭС	ИД-2опк-1		+			Расчетно-графическая работа/Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки
теорию и методы автоматизированного выбора компонентов конструкций	ИД-2опк-1	+				Лабораторная работа/Граничные испытания блоков ЭС
<b>Уметь:</b>						
проводить многовариантное многокритериальное проектирование пассивных резистивных микросборок	ИД-3опк-4				+	Расчетно-графическая работа/Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки
выбирать оптимальные варианты компонентов и рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций ЭС	ИД-3опк-4		+			Лабораторная работа/Граничные испытания блоков ЭС
рассчитывать надежность по внезапным отказам ЭС (для невосстанавливаемых систем)	ИД-3опк-4				+	Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло
применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при разработке ЭС	ИД-3опк-4		+			Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа)
2. Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа)
3. Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей и составляющей промежуточной аттестации

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кандырин, Ю. В. Основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов по направлениям "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии" / Ю. В. Кандырин, В. Г. Крылов, Ф. Н. Покровский ; общ. ред. Ю. В. Кандырин ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 312 с. - ISBN 978-5-7046-1628-3 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7506>;

2. А. В. Зорин, М. А. Федоткин- "Методы Монте-Карло для параллельных вычислений", Издательство: "Московский Государственный Университет", Москва, 2013 - (193 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595708>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Micro-Cap.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор
Помещения для самостоятельной работы	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-420/7, Лаборатория М-видео	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС	стеллаж

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций (Лабораторная работа)
- КМ-2 Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа)
- КМ-3 Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа)
- КМ-4 Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот					
1.1	Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот		+	+		
2	Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости					
2.1	Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости			+	+	+
3	Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС					
3.1	Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС				+	
4	Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат					
4.1	Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

