

**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 Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жабин А.С.
	Идентификатор	Rfa2851cb-ZhabinAS-587868f0

А.С. Жабин

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулибаба А.Я.
	Идентификатор	R1aaa907f-KulibabaAY-8f71bb89

А.Я. Кулибаба

**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 конструирования РЭС.

### Задачи дисциплины

- изучение основных терминов и понятий из области конструирования РЭС;
- изучение основной электронной компонентной базы РЭС;
- изучение основ стандартизации РЭС;
- изучение основ параметрической надежности РЭС;
- изучение основ надежности РЭС по внезапным отказам;
- изучение основ технологии изготовления печатных плат;
- изучение основ конструирования печатных плат;
- изучение основ монтажа РЭС;
- приобретение умений конструирования печатных плат в САПР.

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: - основы параметрической надежности и надежности РЭС по внезапным отказам; - основные термины и понятия, электронную компонентную базу, основы стандартизации конструирования РЭС.  уметь: - проводить расчет надежности РЭС.
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	знать: - основы технологии изготовления, конструирования печатных плат и монтажа РЭС.  уметь: - оформлять конструкторскую документацию на печатные платы; - разрабатывать электрические принципиальные схемы и выполнять трассировку печатных плат в САПР; - создавать библиотеки условных графических обозначений и посадочных мест электронных компонентов в САПР печатных плат.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы электроники, высшей математики, инженерной графики.

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 в конструирование (термины, ЭКБ, ЕСКД)	18	7	6	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение в конструирование (термины, ЭКБ, ЕСКД)"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 1-312 [2], 4-110 [3], 12-83</p>	
1.1	Основные сведения	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
1.2	Электронная компонентная база РЭС	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
1.3	Стандартизация РЭС	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Надежность РЭС	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Надежность РЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 1-312 [2], 246-269</p>
2.1	Параметрическая надежность	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.2	Надежность по внезапным отказам	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
3	Печатные платы	78		6	32	-	-	-	-	-	-	40	-		
3.1	Технология изготовления печатных плат	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
3.2	Конструирование печатных плат	66		2	32	-	-	-	-	-	-	32	-		
3.3	Монтаж РЭС	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-			

														"Разработка электрических принципиальных схем" <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Подготовка к лабораторной работе "Создание библиотек посадочных мест" <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Подготовка к лабораторной работе "Создание библиотек условных графических изображений" <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Печатные платы" <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], 1-312 [2], 302-344 [3], 296-343 [4], 1-132
	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	93.5		

**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 в конструирование (термины, ЭКБ, ЕСКД)

#### 1.1. Основные сведения

Проблема конструирования. Термины и понятия. Жизненный цикл РЭС. Требования к РЭС. Техническое задание.

#### 1.2. Электронная компонентная база РЭС

Иерархия РЭС. Пассивная ЭКБ: резисторы, индуктивности, конденсаторы, соединители. Активная ЭКБ: полупроводниковые приборы, микросхемы. Корпуса ЭКБ. Методы выбора ЭКБ.

#### 1.3. Стандартизация РЭС

ЕСКД. Стандарты. Электрические схемы, перечни элементов. Чертежи деталей, сборочные чертежи. Спецификации. Текстовые документы. ЕСТД. ЕСПД.

### 2. Надежность РЭС

#### 2.1. Параметрическая надежность

Ошибки параметров РЭС. Методы анализа точности РЭС (аналитический, граничные испытания, Монте-Карло) . Методы достижения точности (подгонка, регулировка, введение отрицательной обратной связи).

#### 2.2. Надежность по внезапным отказам

Характеристики надежности, требования к надежности РЭС. Расчет надежности. Резервирование. ЗИП. Испытания на надежность.

### 3. Печатные платы

#### 3.1. Технология изготовления печатных плат

Конструкция и материалы ПП. Методы получения топологии на ПП. Технологические возможности современного производства ПП. Технологическое оборудование.

#### 3.2. Конструирование печатных плат

САПР ПП. Библиотеки УГО и посадочных мест. Компоновка и трассировка ПП. Особенности силовых, СВЧ, цифровых и аналоговых ПП. Конструкторская документация на ПП.

#### 3.3. Монтаж РЭС

Материалы для монтажа РЭС. Технологии и оборудование для автоматизированного монтажа РЭС. Тестирование качества монтажа РЭС.

## **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Создание библиотек условных графических изображений;
2. Создание библиотек посадочных мест;
3. Разработка электрических принципиальных схем;
4. Трассировка печатных плат;

5. Трассировка печатных плат;
6. Оформление конструкторской документации;
7. Оформление конструкторской документации;
8. Защита расчетно-графического задания.

### **3.5 Консультации**

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

1. Групповые консультации по разделу "Введение в конструирование (термины, ЭКБ, ЕСКД)"
2. Групповые консультации по разделу "Надежность РЭС"
3. Групповые консультации по разделу "Печатные платы"

### **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	
<b>Знать:</b>					
основные термины и понятия, электронную компонентную базу, основы стандартизации конструирования РЭС	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+			Расчетно-графическая работа/Конструирование радиоэлектронного устройства
основы параметрической надежности и надежности РЭС по внезапным отказам	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+		Контрольная работа/Надежность РЭС
основы технологии изготовления, конструирования печатных плат и монтажа РЭС	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>			+	Лабораторная работа/Создание библиотек в САПР печатных плат Лабораторная работа/Трассировка печатных плат
<b>Уметь:</b>					
проводить расчет надежности РЭС	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+		Контрольная работа/Надежность РЭС
создавать библиотеки условных графических обозначений и посадочных мест электронных компонентов в САПР печатных плат	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>			+	Лабораторная работа/Создание библиотек в САПР печатных плат
разрабатывать электрические принципиальные схемы и выполнять трассировку печатных плат в САПР	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>			+	Лабораторная работа/Трассировка печатных плат
оформлять конструкторскую документацию на печатные платы	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>	+		+	Расчетно-графическая работа/Конструирование радиоэлектронного устройства

## **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: Билеты (письменный опрос)

1. Надежность РЭС (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструирование радиоэлектронного устройства (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Создание библиотек в САПР печатных плат (Лабораторная работа)
2. Трассировка печатных плат (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. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов ; ред. И. Г. Мироненко. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Академия, 2014. – 368 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-4468-0441-2.;

3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : учебник для вузов по специальности "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" направления "Информатика и вычислительная техника" и специальности "Биотехнические и медицинские аппараты и системы" направления "Биомедицинская техника" / К. И. Билибин, и др. ; Ред. В. А. Шахнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с. – (Информатика в техническом университете). – ISBN 5-7038-2716-7.;

4. Пияков И. В., Сухачев К. И., Шестаков Д. А. - "Проектирование печатных плат для аппаратуры космического назначения", Издательство: "Самарский университет", Самара,

2023 - (132 с.)

<https://e.lanbook.com/book/406493>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. KiCad.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

## 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 Создание библиотек в САПР печатных плат (Лабораторная работа)

КМ-2 Надежность РЭС (Контрольная работа)

КМ-3 Трассировка печатных плат (Лабораторная работа)

КМ-4 Конструирование радиоэлектронного устройства (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 в конструирование (термины, ЭКБ, ЕСКД)					
1.1	Основные сведения					+
1.2	Электронная компонентная база РЭС					+
1.3	Стандартизация РЭС					+
2	Надежность РЭС					
2.1	Параметрическая надежность			+		
2.2	Надежность по внезапным отказам			+		
3	Печатные платы					
3.1	Технология изготовления печатных плат		+		+	
3.2	Конструирование печатных плат		+		+	+
3.3	Монтаж РЭС		+		+	
Вес КМ, %:			20	20	20	40