

**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**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ**  
**СРЕДСТВ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.09.03.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 65,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Булаев И.Ю.
	Идентификатор	R2ea6384c-BulayevIY-6738ec4f

И.Ю. Булаев

**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:** Цель освоения дисциплины состоит в изучении теоретических основ автоматизированного конструирования радиоэлектронных средств, принципов работы систем автоматизированного проектирования и их основных типов

### Задачи дисциплины

- освоение принципов создания математических моделей радиоэлектронных средств;
- изучение принципов построения и работы систем автоматизированного проектирования, предназначенных для расчета электрических, тепловых, механических и надежности характеристик радиоэлектронных средств;
- изучение основных методов работы с различными системами автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств.

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
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик радиоэлектронных устройств	знать: - основные источники научно-технической информации по системам автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств.  уметь: - составлять алгоритмы моделирования РЭС.
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства и подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, реализующих требуемые алгоритмы обработки	знать: - методы создания математических и физических моделей радиоэлектронных средств.  уметь: - составлять математические и физические модели РЭС.
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств в специализированных САПР на основе базовых алгоритмов формирования,	знать: - основные компьютерные среды для проведения моделирования целостности сигналов радиоэлектронных устройств; - основные компьютерные среды для проведения схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	передачи, приема и обработки радиосигналов	уметь: - работать с САПР, позволяющими проводить схемотехническое моделирование радиоэлектронных устройств.

## 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 основные методы компьютерного моделирования и проектирования радиоэлектронных средств
- уметь составить с помощью специализированного программного обеспечения комплект конструкторской документации, содержащий принципиальную схему и сборочный чертеж устройства

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Основы автоматизированного конструирования РЭС	16	8	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы автоматизированного конструирования РЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 1-18
1.1	Основы автоматизированного конструирования РЭС	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Виды обеспечения САПР	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды обеспечения САПР" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 56-75
2.1	Виды обеспечения САПР	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
3	Методы автоматизированного проектирования	17		5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы автоматизированного проектирования" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 103-110
3.1	Методы автоматизированного проектирования	17		5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
4	Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС	17		5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС"
4.1	Этапы КП САПР. Компоновка систем,	17		5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	

	блоков, узлов РЭС												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 156-172
5	Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС	18	5	-	3	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС"
5.1	Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС	18	5	-	3	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 173-181
6	Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)	23.7	5	-	3	-	-	-	-	-	15.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)"
6.1	Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)	23.7	5	-	3	-	-	-	-	-	15.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 56-78
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>65.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>65.7</b>	<b>-</b>	

**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. Основы автоматизированного конструирования РЭС

#### 1.1. Основы автоматизированного конструирования РЭС

Сущность процесса проектирования радиоэлектронных средств (РЭС). Этапы проектирования, проектные процедуры (синтез и анализ). Методология системного подхода в системах автоматизированного проектирования (САПР). Системный анализ сложных процессов. Этапы проектирования сложных систем. Описание САПР РЭС, разновидности САПР и их место среди других автоматизированных систем. Структура конструкторского этапа САПР.

### 2. Виды обеспечения САПР

#### 2.1. Виды обеспечения САПР

Технические средства САПР и их развитие. Требования к техническому обеспечению, типы сетей, состав технического обеспечения САПР. Вычислительные сети САПР. Периферийное оборудование САПР. Методическое обеспечение САПР, назначение и состав. Общее и прикладное ПО. Программы конструкторского проектирования РЭА. Информационное обеспечение (ИО) САПР. Назначение, сущность и составные части ИО САПР. Уровни представления данных. Проектирование баз данных, модели баз данных.

### 3. Методы автоматизированного проектирования

#### 3.1. Методы автоматизированного проектирования

Блочный-иерархический подход к задаче проектирования РЭС. Требования к математическим моделям и их классификация. Математическое моделирование объектов КП РЭС с применением теории графов.

### 4. Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС

#### 4.1. Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС

Постановка задачи, критерии оптимальности. Математические модели задачи компоновки. Классификация методов и алгоритмов компоновки. Формулирование задачи покрытия и задачи типизации. Критерии оптимальности при решении задачи типизации. Моделирование задачи разбиения (разрезания). Алгоритм компоновки ячеек Селютина. Алгоритм решения задачи типизации Бершадского. Методика разбиения графа. Алгоритм компоновки Кодреса.

### 5. Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС

#### 5.1. Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС

Постановка задачи размещения. Критерии оптимальности. Классификация алгоритмов размещения. Характеристика методов размещения.

### 6. Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)

#### 6.1. Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)

Основные этапы трассировки, постановка задачи и критерии оптимальности, классификация алгоритмов. Методы анализа конфликтных ситуаций при трассировке. Волновой и лучевой алгоритмы трассировки. Канальный алгоритм. Комбинированные алгоритмы. Алгоритмы построения минимальных покрывающих деревьев для задачи

трассировки (алгоритмы Прима и Краскала для задачи трассировки). Оптимизация трассировки методом решения задачи Штейнера.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. 7.Критерии оптимальности;
2. 6.Применение теории графов в САПР;
3. 1.Этапы проектирования РЭС;
4. 4.Математические модели САПР;
5. 9.Алгоритмы трассировки;
6. 2.Техническое обеспечение САПР;
7. 5.Применение теории множеств;
8. 3.Программное обеспечение САПР;
9. 8.Алгоритмы размещения и компоновки.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы автоматизированного конструирования РЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды обеспечения САПР"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы автоматизированного проектирования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)"

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные источники научно-технической информации по системам автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств	ИД-1ПК-2	+						Проверочная работа/Методы автоматизированного проектирования
методы создания математических и физических моделей радиоэлектронных средств	ИД-2ПК-2					+		Проверочная работа/Размещение компонентов РЭС
основные компьютерные среды для проведения схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств	ИД-3ПК-2			+				Проверочная работа/Выполнение соединений компонентов РЭС Проверочная работа/Методы автоматизированного проектирования
основные компьютерные среды для проведения моделирования целостности сигналов радиоэлектронных устройств	ИД-3ПК-2				+			Проверочная работа/Методы описания устройств при помощи теории графов
<b>Уметь:</b>								
составлять алгоритмы моделирования РЭС	ИД-1ПК-2		+					Проверочная работа/Методы описания устройств при помощи теории графов
составлять математические и физические модели РЭС	ИД-2ПК-2						+	Проверочная работа/Выполнение соединений компонентов РЭС
работать с САПР, позволяющими проводить схемотехническое моделирование радиоэлектронных устройств	ИД-3ПК-2					+		Проверочная работа/Размещение компонентов РЭС

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение соединений компонентов РЭС (Проверочная работа)
2. Методы автоматизированного проектирования (Проверочная работа)
3. Методы описания устройств при помощи теории графов (Проверочная работа)
4. Размещение компонентов РЭС (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : Учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 . – 360 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-1512-6 .;
2. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий : учебное пособие для вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств", направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / М. В. Головицына . – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 . – 503 с. – (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-9963-0463-9 .;
3. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие для вузов по направлениям 01.03.04 "Прикладная математика", 38.03.05 "Бизнес-информатика" (квалификация (степень) "бакалавр") / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева . – М. : ИНФРА-М, 2018 . – 226 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-012709-5 .;
4. Советов Б. Я., Цехановский В. В.- "Информационные технологии: теоретические основы", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2017 - (444 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/93007>.

### **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. Acrobat Reader.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
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****Автоматизация конструирования радиоэлектронных средств**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Методы автоматизированного проектирования (Проверочная работа)  
 КМ-2 Методы описания устройств при помощи теории графов (Проверочная работа)  
 КМ-3 Размещение компонентов РЭС (Проверочная работа)  
 КМ-4 Выполнение соединений компонентов РЭС (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	13
1	Основы автоматизированного конструирования РЭС					
1.1	Основы автоматизированного конструирования РЭС		+			
2	Виды обеспечения САПР					
2.1	Виды обеспечения САПР			+		
3	Методы автоматизированного проектирования					
3.1	Методы автоматизированного проектирования		+			+
4	Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС					
4.1	Этапы КП САПР. Компоновка систем, блоков, узлов РЭС			+		
5	Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС					
5.1	Этапы КП САПР. Размещение компонентов РЭС				+	
6	Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)					
6.1	Этапы КП САПР. Выполнение соединений компонентов (трассировка)					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25