

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ**  
**УСТРОЙСТВ**


<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.01.13
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	8 семестр - 24 часа;
<b>Консультации</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 87,4 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	8 семестр - 17,7 часов;
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	8 семестр - 0,3 часа;
<b>Защита курсовой работы</b>	8 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гагарина О.Г.
	Идентификатор	R5164e11b-GagarinaOG-51be7f53

(подпись)

О.Г. Гагарина

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение технологии автоматизированного проектирования при разработке электронных устройств

### Задачи дисциплины

- Освоение технологии автоматизированного проектирования электронных устройств;
- Приобретение навыков поиска и применения справочной информации по материалам и электронным компонентам при проектировании;
- формирование способности принимать и обосновывать конкретные технические решения;
- представлять материалы проектирования в виде отчетов и конструкторско-технологической документации.

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 выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем	ИД-3ПК-2 Умеет составлять алгоритмы решения задач по проектированию устройств и систем электроники и нанoeлектроники, реализовывать их с помощью программных средств	знать: - автоматизированную среду проектирования электронных устройств.  уметь: - составлять алгоритмы разработки устройств электроники и реализовывать их в системах автоматизированного проектирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать материалы и компоненты электронной техники
- знать методы поиска и обработки справочной информации с использованием информационных технологий
- уметь составлять алгоритмы решения задач в автоматизированной среде проектирования
- уметь осуществлять поиск справочных данных в предметной области
- уметь представлять материалы проектирования, в том числе в графическом виде

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	Системы автоматизированного проектирования электронных устройств	16	8	2	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка материала по разделу "Системы автоматизированного проектирования электронных устройств" и к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Системы автоматизированного проектирования электронных устройств", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 121-122 [2], стр. 5-11, 133-147</p>	
1.1	Системы автоматизированного проектирования электронных устройств	16		2	4	-	-	-	-	-	-	10	-		
2	Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде	55.9		8	12	-	-	-	-	-	-	-	35.9	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа выполняется по индивидуальному заданию. Необходимо в соответствии с Техническим заданием разработать печатную плату в системе автоматизированного проектирования. Курсовая работа предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде", подготовка к</p>
2.1	Печатные платы	20		4	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	
2.2	Разработка печатных плат в автоматизированной среде	35.9	4	8	-	-	-	-	-	-	-	23.9	-		

													<p>выполнению заданий на практических занятиях и к защите лаб. работы</p> <p><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 "Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 20-36 [2], стр. 151-168, 186-189</p>
3	Библиотеки компонентов. Документирование проекта	35.8	4	8	-	-	-	-	-	-	23.8	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Библиотеки компонентов. Документирование проекта", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и к защите лаб. работы</p>
3.1	Библиотеки компонентов. Документирование проекта	35.8	4	8	-	-	-	-	-	-	23.8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка материала по разделу "Библиотеки компонентов. Документирование проекта" и к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа выполняется по индивидуальному заданию. Необходимо в соответствии с Техническим заданием разработать печатную плату в системе автоматизированного проектирования. Курсовая работа предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр. 12-21, 56-64, 106-113</p>
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	

	Курсовая работа (КР)	36.0		-	-	-	14	-	4	-	0.3	17.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>14</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.6</b>	<b>87.4</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>14</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>14</b>		<b>4</b>		<b>0.6</b>	<b>87.4</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. Системы автоматизированного проектирования электронных устройств

##### 1.1. Системы автоматизированного проектирования электронных устройств

Обзор программного обеспечения автоматизированного проектирования: технология и особенности применения. Функциональные возможности и структура системы автоматизированного проектирования.

#### 2. Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде

##### 2.1. Печатные платы

Печатные платы – основные понятия, классификация. Конструкторско-технологические параметры печатных плат: толщина, точность, размеры, отверстия. Печатные платы: параметры проводников, зазоров и контактных площадок, технологические и электрические ограничения параметров. Печатные платы: слои, покрытия, маркировка печатных плат. Способы установки компонентов на плату. Поверхностный монтаж.

##### 2.2. Разработка печатных плат в автоматизированной среде

Автоматизированное проектирование многослойных плат печатного монтажа. Общие принципы организации и особенности графических редакторов системы. Алгоритмы разработки печатных плат. Создание рисунка принципиальной схемы в графическом редакторе системы. Разработка печатных плат: задание технологических параметров, создание топологии печатной платы. Режимы трассировки проводников: ручной, интерактивный и автоматический.

#### 3. Библиотеки компонентов. Документирование проекта

##### 3.1. Библиотеки компонентов. Документирование проекта

Библиотеки системы автоматизированного проектирования многослойных печатных плат: организация работы, структура, создание. Формирование библиотеки электронных компонентов проекта. Верификация печатных плат. Составление задания на изготовления печатной платы.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка печатных плат в системе автоматизированного проектирования: ручная и интерактивная трассировка печатной платы;
2. Разработка печатных плат в системе автоматизированного проектирования: автоматическая трассировка печатной платы;
3. Верификация печатной платы. Формирование библиотеки проекта. Документирование проекта;
4. Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа: разработка посадочных мест. Редактирование библиотечных элементов;
5. Создание рисунка принципиальной схемы в графическом редакторе системы;
6. Создание библиотеки электронных компонентов: разработка условных графических обозначений.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации проводятся по разделу "Системы автоматизированного проектирования электронных устройств"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы автоматизированного проектирования электронных устройств"
3. Консультации проводятся по разделу "Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде"
5. Консультации проводятся по разделу "Библиотеки компонентов. Документирование проекта"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Библиотеки компонентов. Документирование проекта"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Разработка печатной платы электронного устройства в системе автоматизированного проектирования

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 10	11 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3	2, 3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	40	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Создание алгоритма разработки печатной платы проекта в системе автоматизированного проектирования. Оформление Технического задания проекта
2	Подготовка справочных данных компонентов проекта. Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа
3	Реализация проекта в среде автоматизированного проектирования. Оформление материалов курсовой работы



### 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>					
автоматизированную среду проектирования электронных устройств	ИД-3ПК-2	+			Лабораторная работа/«Создание рисунка принципиальной схемы в графическом редакторе системы»
<b>Уметь:</b>					
составлять алгоритмы разработки устройств электроники и реализовывать их в системах автоматизированного проектирования	ИД-3ПК-2		+	+	Лабораторная работа/«Разработка печатной платы в системе автоматизированного проектирования. Верификация печатной платы» Лабораторная работа/«Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа. Формирование библиотеки проекта».

## **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: Устная форма

1. «Разработка печатной платы в системе автоматизированного проектирования. Верификация печатной платы» (Лабораторная работа)
2. «Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа. Формирование библиотеки проекта». (Лабораторная работа)
3. «Создание рисунка принципиальной схемы в графическом редакторе системы» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

*Курсовая работа (КР) (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат : учебник для вузов по направлению "Проектирование и технология электронных средств" / Е. В. Пирогова . – М. : Форум : ИНФРА-М, 2011 . – 560 с. – (Высшее образование) . - ISBN 5-8199-0138-X .;
2. М. Я. Мактас- "Восемь уроков по P-CAD 2001", (2-е изд., доп.), Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2007 - (224 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227116>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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-324/1, Преподавательская каф. "Пром.эл."	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Автоматизированное проектирование электронных устройств

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 «Создание рисунка принципиальной схемы в графическом редакторе системы»  
(Лабораторная работа)
- КМ-2 «Разработка печатной платы в системе автоматизированного проектирования. Верификация печатной платы» (Лабораторная работа)
- КМ-3 «Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа. Формирование библиотеки проекта». (Лабораторная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	12
1	Системы автоматизированного проектирования электронных устройств				
1.1	Системы автоматизированного проектирования электронных устройств		+		
2	Разработка многослойных печатных плат в автоматизированной среде				
2.1	Печатные платы			+	+
2.2	Разработка печатных плат в автоматизированной среде			+	+
3	Библиотеки компонентов. Документирование проекта				
3.1	Библиотеки компонентов. Документирование проекта			+	+
Вес КМ, %:			25	40	35

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Автоматизированное проектирование электронных устройств

(название дисциплины)

**8 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1   Согласование и оформление раздела технического задания

КМ-2   Оценка выполнения разделов курсовой работы

КМ-3   Оценка качества оформления материалов и контроль готовности курсовой работы

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	10	14
1	Создание алгоритма разработки печатной платы проекта в системе автоматизированного проектирования. Оформление Технического задания проекта		+		
2	Подготовка справочных данных компонентов проекта. Создание библиотеки электронных компонентов для печатного монтажа			+	+
3	Реализация проекта в среде автоматизированного проектирования. Оформление материалов курсовой работы			+	+
Вес КМ, %:			20	40	40