



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***САПР УСТРОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интернет вещей в промышленной электронике

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск  
2025 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

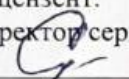
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники  
15.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
зав. кафедры ЭиМЭ, к.т.н., доцент  Усатый Д.Ю.

Рецензент:  
директор сервисного центра ООО «Техноап-Инжиниринг», к.т.н.  
 Суспицын Е.С.

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки Проектирование и программирование систем Интернета вещей.

Современное развитие средств промышленной автоматизации на основе современных микроконтроллеров предъявляют к дипломированному специалисту высокие требования к умениям и навыкам комплексного проектирования такие системы. Одним из видов профессиональной деятельности бакалавра может быть проектно-конструкторская деятельность. Поэтому целью изучения данной дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний в области автоматизированного проектирования устройств промэлектроники. Изучение дисциплины заключается в усвоении студентами теоретических знаний по информационному, программному, техническому обеспечению САПР, в формировании навыков анализа и синтеза устройств промэлектроники на основе моделирования процессов связанных с созданием современных печатных плат с использованием ЭВМ. В рамках данной дисциплины к освоению предлагается, получивший широкое распространение в России, пакет программ PCAD. Данный пакет позволит современному инженеру на практике освоить сквозное проектирование электронных устройств, от создания схемы электрической принципиальной до генерирования управляющих файлов для оборудования по изготовлению фотошаблонов и сверления отверстий. Грамотно подходить к вопросам проектирования печатных плат и существенно сократить время на поиск ошибок и время проектирования, а также выбирать оптимальные методы при разработке микропроцессорных систем.

Конечная цель обучения – свободное владение комплексом программных средств, предназначенных для проектирования и создания проектируемых микропроцессорных систем.

Указанная цель достигается за счет ознакомления студентов с различными программными средствами моделирования работы проектируемой печатной платы для микропроцессорной системы и подкрепляется выполнением лабораторных работ и курсовой работы.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина САПР устройств промышленной электроники входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информатика и информационные технологии  
Начертательная геометрия и компьютерная графика  
Дискретная математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы  
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  
Проектная деятельность  
Производственная – преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «САПР устройств промышленной электроники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 91,3 акад. часов;
- аудиторная – 88 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,3 акад. часов;
- самостоятельная работа – 16,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. САПР устройств промышленной электроники								
1.1 Введение в дисциплину. Основные разделы и теоретические положения изученные в других дисциплинах для обучения дисциплине «САПР устройств промэлектроники». Способы проектирования современных устройств промэлектроники. Уровни автоматизированного проектирования. Классификация САПР. Обзор программных продуктов электронных САПР. Производители и поставщики САПР печатных плат. Российский рынок САПР печатных плат. Пакет программного обеспечения САПР PCAD. Создание шаблона для рисования электрических схем. Группа команд создания схемы электрической принципиальной. Примеры рисования схем. Графическое редактирование схем. Позиционные обозначения, номиналы и	8	6	6		1	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение и защита лабораторных работ. 1. Знакомство с системой проектирования PCAD. Изучение команд работы с системой	ПК-1.1, ПК-1.2

типы. Перенумерация позиционных обозначений. Дополнительные тексты. Вспомогательные команды используемые при рисовании схем.								
1.2 Общие положения (ГОСТ 2.001, ГОСТ 2.004, ГОСТ 2.051,) Общие правила выполнения чертежей. (ГОСТ 2.301, ГОСТ 2.302, ГОСТ 2.303) Правила выполнения схем. (ГОСТ 2.708, ГОСТ 2.752, ГОСТ 2.759, ГОСТ 2.761, ГОСТ 2.708, ГОСТ 2.764, ГОСТ 2.765, ГОСТ 2.7).		10	10		1	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 2. Создание схемы электрической принципиальной с использованием редактора схем Schematic.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.3 Технология печатных плат. Односторонние платы. Двухсторонние платы. Многослойные платы. Точность печатных плат. Размеры печатных плат. Толщина печатных плат. Отверстия печатных плат. Параметры проводников и зазоров. Контактные площадки отверстий. Плоские контактные площадки. Экранные слои. Гальванические покрытия. Защитные покрытия. Маркировка. Установка элементов. Установка элементов с осевыми выводами. Установка элементов со штыревыми выводами. Установка микросхем. Радиаторы охлаждения. Поверхностный монтаж. Монтаж микросхем на поверхность. Дискретные чип-элементы. Паяльная маска. Приклейка элементов. Перспективы параметров печатных плат.	8	8	8		1	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 3. Знакомство с редактором печатных плат РСВ Создание печатной платы. (создание контура ПП, переход от схемы ПП к образцу ПП).	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4 Преобразование файлов и создание списка соединений. Переход от схемы электрической принципиальной к образцу печатной платы. Графический редактор печатных плат РСВ. Настройка конфигурации. Слои РСВ-проекта. Создание контура		6	6		1	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 4. Изучение подсистемы проектирования ПП Specstra. Изучение	ПК-1.1, ПК-1.2

<p>печатной платы. Создание дополнительного слоя для простановки размеров. Упаковка схемы на печатную плату. Ручное размещение компонентов на плате. Задание правил проектирования и ограничений. Ручная трассировка соединений. Подсистема проектирования печатных плат Spsctr.</p>							<p>основных команд и правил работы с программой. (трансляция ПП из редактора PCB в Spsctr, интерактивная трассировка ПП, Трансляция ПП из Spsctr в редактор PCB PCAD).</p>	
<p>1.5 Взаимодействие пользовательской САПР PCAD с системой Spsctr. Интерфейс трассировщика. Команды управления системой Spsctr. Команды размещения компонентов на печатной плате. Интерактивное редактирование и трассировка. Автотрассировка. Взаимодействие системы Spsctr с пользовательской САПР PCAD.</p>	8	6	6	1		<p>Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.</p>	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 5. Знакомство с редактором Library Executiv и входящих в его состав утилит. Основные команды, структура редактора и структура библиотечных элементов. Создание библиотечного элемента (создание условного графического обозначения для схемы электрической принципиальной, разработка посадочного места для образа ПП двух типов: SMD и Through-Hole).</p>	ПК-1.1, ПК-1.2
<p>1.6 Разработка типового компонентного модуля. Создание компонента. Разработка посадочного места. Имена посадочных мест. Запись символа. Упаковка выводов. Дополнительная текстовая информация (Атрибуты). Разработка символьного обозначения элемента. Установка соответствия между посадочным местом и графическим обозначением. Создание</p>		8	8	11,7		<p>Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.</p>	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 6. Подготовка заданий и система печати PCAD. Вывод на печать проектной документации. 7. Знакомство с утилитами для подготовки созданной ПП к</p>	ПК-1.1, ПК-1.2

элементов с разнородными логическими частями. Система печати и подготовка задания на печать.							производству. Изготовление ПП. Монтаж ПП.	
Итого по разделу	44	44		16,7				
Итого за семестр	44	44		16,7			зачёт,кр	
Итого по дисциплине	44	44		16,7			зачет, курсовая работа	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «САПР устройств промышленной электроники» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Для формирования знаний по дисциплине предусмотрены: обзорные лекции – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине, информационные – для ознакомления со стандартами и справочной информацией, лекции визуализации – для наглядного представления способов решения задач, проблемная – для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

Для освоения дисциплины предусмотрено 8 ч. интерактивных занятий. Все практические занятия по разделу проводятся в интерактивной форме и предполагают публичные выступления и обсуждения. В рамках интерактивного обучения применяются ИТ-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине; совместная работа в малых группах (2-3 студента) – индивидуальное обучение.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Атаманов, А. А. Основы САПР : учебное пособие / А. А. Атаманов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195086> (дата обращения: 25.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-3240-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213146> (дата обращения: 25.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) Дополнительная литература:

Усатая, Т. В. Графика в автоматизированных системах. Чертежи электрических схем : учебное пособие / Т. В. Усатая, О. А. Кочукова. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3842> (дата обращения: 06.10.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Электронный ресурс] / издательство «ДКМ Пресс», 2010. – 192 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1314](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1314) . – Загл. с экрана.

3. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2010. – 156 с. – режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=6046](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6046) . - Загл. с экрана.

**в) Методические указания:**

1. Пожидаев, Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20788> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Хлуденев, А.В. САПР радиоэлектронных устройств [Электронный ресурс]: метод. указания / А.В. Хлуденев .— Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009 .— 21 с. — Режим доступа: <https://1drv.ms/b/s!AgDnhKSXEU0anS1yu265edw1ZeRo?e=rLQOIT>

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Altium Designer Academic Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Oracle Virtual Box	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электроника"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Arduino	свободно распространяемое ПО	бессрочно
АСКОН Компас v21-22	Д-1082-22 от 01.12.2022	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
--	--

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Компьютерные классы университета Персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением.

Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Мультимедийное оборудование (ауд. 460, 365).

Специализированный компьютерный класс (лаборатория 343) 5 комплектов отладочных плат Triscend TE512S32 с блоками питания + 5 В 0,5 А, 5 компьютеров с ОЗУ не менее 512 МБ, любой НЧ генератор, двухканальный осциллограф с разверткой не менее 0,2 мкс, измеритель частотных характеристик. Программное обеспечение Triscend FastChip, программы для расчета коэффициентов фильтров КИХ и БИХ.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.**  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В течение семестра предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ по дисциплине (по индивидуальным вариантам), проверка работ – еженедельно, защита лабораторных работ.

Основная часть заданий выполняется на занятиях. Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа с справочной литературой
- исправление ошибок, замечаний, оформление лабораторных работ.

**Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий** предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных работ.

**Самостоятельная работа под контролем преподавателя** предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, лабораторных работ, работа с методической литературой, подготовка к зачету.

**Внеаудиторная самостоятельная работа студентов** предполагает подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение заданий (лабораторных работ), подготовку к зачету; изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление работ; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине.

**По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения:** *текущий* контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), *периодический* контроль (лабораторные работы) по каждой теме дисциплины, *промежуточный* контроль в виде зачета 7 семестре и выполнения курсовой работы .

Темы (разделы) дисциплины	Вид самостоятельной работы	Формы контроля
------------------------------	-------------------------------	-------------------

<p>Введение в дисциплину. Основные разделы и теоретические положения изученные в других дисциплинах для обучения дисциплине «САПР устройств промэлектроники». Способы проектирования современных устройств промэлектроники. Уровни автоматизированного проектирования. Классификация САПР. Обзор программных продуктов электронных САПР. Производители и поставщики САПР печатных плат. Российский рынок САПР печатных плат. Пакет программного обеспечения САПР PCAD-2002. Создание шаблона для рисования электрических схем. Группа команд создания схемы электрической принципиальной. Примеры рисования схем. Графическое редактирование схем. Позиционные обозначения, номиналы и типы. Перенумерация позиционных обозначений. Дополнительные тексты. Вспомогательные команды используемые при рисовании схем.</p>	<p>Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям. Выполнение и оформление лабораторных работ:</p> <p>Подготовка к лабораторным занятиям к лекциям</p> <p>Перечень тем для подготовки к лекциям и лабораторным работам приводится ниже:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка к 6 лабораторным работам. Изучение справочника команд программы PCAD-2002.</li> <li>2. Изучение документов и стандартов на конструкторско-технологические параметры печатных плат.</li> <li>3. Оформление конструкторской документации на проектируемое изделие согласно требованиям системы ЕСКД.</li> </ol>	<p>Проверка и защита лабораторных работ. Экзамен. Курсовая работа.</p>
<p>Общие положения (ГОСТ 2.001, ГОСТ 2.004, ГОСТ 2.051.) Общие правила выполнения чертежей. (ГОСТ 2.301, ГОСТ 2.302, ГОСТ 2.303) Правила выполнения схем. (ГОСТ 2.708, ГОСТ 2.752, ГОСТ 2.759, ГОСТ 2.761, ГОСТ 2.708, ГОСТ 2.764, ГОСТ 2.765, ГОСТ 2.7).</p>		
<p>Технология печатных плат. Односторонние платы. Двухсторонние платы. Многослойные платы. Точность печатных плат. Размеры печатных плат. Толщина печатных плат. Отверстия печатных плат. Параметры проводников и зазоров. Контактные площадки</p>		

<p>отверстий. Плоские контактные площадки. Экранные слои. Гальванические покрытия. Защитные покрытия. Маркировка. Установка элементов. Установка элементов с осевыми выводами. Установка элементов со штыревыми выводами. Установка микросхем. Радиаторы охлаждения. Поверхностный монтаж. Монтаж микросхем на поверхность. Дискретные чип-элементы. Паяльная маска. Приклейка элементов. Перспективы параметров печатных плат.</p>		
<p>Преобразование файлов и создание списка соединений. Переход от схемы электрической принципиальной к образу печатной платы. Графический редактор печатных плат PCB. Настройка конфигурации. Слои PCB-проекта. Создание контура печатной платы. Создание дополнительного слоя для простановки размеров. Упаковка схемы на печатную плату. Ручное размещение компонентов на плате. Задание правил проектирования и ограничений. Ручная трассировка соединений. Подсистема проектирования печатных плат Spsctr.</p>		
<p>Взаимодействие пользовательской САПР PCAD с системой Spsctr. Интерфейс трассировщика. Команды управления системой Spsctr. Команды размещения компонентов на печатной плате. Интерактивное редактирование и трассировка. Автотрассировка. Взаимодействие системы Spsctr с пользовательской САПР PCAD.</p>		

<p>Разработка типового компонентного модуля. Создание компонента. Разработка посадочного места. Имена посадочных мест. Запись символа. Упаковка выводов. Дополнительная текстовая информация (Атрибуты). Разработка символьного обозначения элемента. Установка соответствия между посадочным местом и графическим обозначением. Создание элементов с разнородными логическими частями. Система печати и подготовка задания на печать.</p>		
--	--	--

### **Темы лабораторных работ**

1. Знакомство с системой проектирования PCAD. Изучение команд работы с системой
2. Создание схемы электрической принципиальной с использованием редактора схем Schematic.
3. Знакомство с редактором печатных плат PCB Создание печатной платы. (создание контура ПП, переход от схемы ПП к образу ПП).
4. Изучение подсистемы проектирования ПП Specstra. Изучение основных команд и правил работы с программой. (трансляция ПП из редактора PCB в Specstra, интерактивная трассировка ПП, Трансляция ПП из Specstra в редактор PCB PCAD).
5. Знакомство с редактором Library Executiv и входящих в его состав утилит. Основные команды, структура редактора и структура библиотечных элементов. Создание библиотечного элемента (создание условного графического обозначения для схемы электрической принципиальной, разработка посадочного места для образа ПП двух типов: SMD и Through-Hole).
6. Подготовка заданий и система печати PCAD. Вывод на печать проектной документации.
7. Знакомство с утилитами для подготовки, созданной ПП к производству. Изготовление ПП. Монтаж ПП.

### **Методические рекомендации для студентов к лабораторным занятиям**

1. Усатый Д.Ю. Описание интегрированной отладочной среды для микроконтроллера ADuC812. Методическая разработка. - Магнитогорск, 2005. – 32 с.
2. Усатый Д.Ю. Справочник по системе команд микроконтроллеров стандарта Intel MCS-51. - Магнитогорск, 2010.

### **Курсовая работа**

Целью курсовой работы является закрепление знаний и умений полученных в ходе выполнения типовой задачи проектирования и конструирования ПП, а также применение навыков полученных в ходе обучения профессиональной деятельности. Демонстрация возможности вести самостоятельную проектно-конструкторскую деятельность в области проектирования и конструирования электронных устройств. Данная курсовая работа, как правило, является неотъемлемой частью дипломного проекта или дипломной работы.

### **Методические рекомендации для студентов к выполнению курсовой работы:**

1. Усатый Д.Ю. Программирование микроконтроллеров с базовым ядром Intel MCS-51. Методические указания к лабораторным работам. Магнитогорск, 2009 – 32 с.

Темы курсовых работ:

1. Разработать электронное устройство для оцифровки аналогового сигнала в заданной полосе частот с заданной погрешностью. На входе АЦП устанавливается фильтр. Для питания необходимы внешние двухканальные источники напряжения. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата с элементной базой SMD.
2. Разработать импульсное устройства электропитания с заданными параметрами. При разработке учитываются особенности конструирования преобразовательных устройств.
3. Разработать источник электропитания с цифровым управлением. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата с элементной базой SMD.
4. Разработать функциональный генератор. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата 4 класса точности с элементной базой SMD.
5. Необходимо оформить техническое задание, схему электрическую принципиальную, чертежи печатной платы и сборочный чертеж.

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов:

- а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.
- б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<p>ПК-1: Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений</p>		
<p>ПК-1.1:</p>	<p>Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели</p>	<p><i>Вопросы для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задач проектирования устройств микроэлектроники.</li> <li>2. Основные этапы проектирования устройств микроэлектроники.</li> <li>3. Информационный и энергетический потоки в системе.</li> <li>4. Интерфейсы и уровни интеграции компонентов устройств микроэлектроники.</li> <li>5. Системный подход и критерии качества при проектировании устройств микроэлектроники.</li> <li>7. Системный подход и метод параллельного проектирования.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств	<p>6. Исходные данные и алгоритм проектирования. Этапы проектирования устройств микроэлектроники.</p> <p>9. Содержание технического задания, технического и рабочего проектов. Алгоритм системного проектирования.</p> <p>10. Кинематические и динамические задачи при проектировании устройств микроэлектроники.</p> <p>11. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач.</p> <p>12. Задачи устройств микроэлектроники и методы их решения.</p>
ПК-1.2:	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам	<p>Курсовая работа, защита лабораторных работ</p> <p><b>Темы лабораторных работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знакомство с системой проектирования РСAD. Изучение команд работы с системой</li> <li>2. Создание схемы электрической принципиальной с использованием редактора схем Schematic.</li> <li>3. Знакомство с редактором печатных плат РСВ Создание печатной платы. (создание контура ПП, переход от схемы ПП к образу ПП).</li> <li>4. Изучение подсистемы проектирования ПП Specstra. Изучение основных команд и правил работы с программой. (трансляция ПП из редактора РСВ в Specstra, интерактивная трассировка ПП, Трансляция ПП из Specstra в редактор РСВ РСAD).</li> <li>5. Знакомство с редактором Library Executiv и входящих в его состав утилит. Основные команды, структура редактора и структура библиотечных элементов. Создание библиотечного элемента (создание условного</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>графического обозначения для схемы электрической принципиальной, разработка посадочного места для образа ПП двух типов: SMD и Through-Hole).</p> <p>6. Подготовка заданий и система печати PCAD. Вывод на печать проектной документации.</p> <p>7. Знакомство с утилитами для подготовки созданной ПП к производству. Изготовление ПП. Монтаж ПП <i>Выполнение курсовой работы.</i></p> <p>Темы курсовых работ:</p> <p>6. Разработать электронное устройство для оцифровки аналогового сигнала в заданной полосе частот с заданной погрешностью. На входе АЦП устанавливается фильтр. Для питания необходимы внешние двухканальные источники напряжения. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата с элементной базой SMD.</p> <p>7. Разработать импульсное устройства электропитания с заданными параметрами. При разработке учитываются особенности конструирования преобразовательных устройств.</p> <p>8. Разработать источник электропитания с цифровым управлением. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата с элементной базой SMD.</p> <p>9. Разработать функциональный генератор. Устройство должно быть выполнено как двусторонняя печатная плата 4 класса точности с элементной базой SMD.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		10. Необходимо оформить техническое задание, схему электрическую принципиальную, чертежи печатной платы и сборочный чертеж.

Критерии оценки (выполнения курсовой работы):

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Хлуденев, А.В. САПР радиоэлектронных устройств [Электронный ресурс]: метод. указания / А.В. Хлуденев .— Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009 .— 21 с. — Режим доступа: <https://1drv.ms/b/s!AgDnhKSXEU0anS1yu265edw1ZeRo?e=rLQOIT>