Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.06.2024 17:45:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«15» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# САПР радиоэлектронных средств

Направление подготовки
**11.03.01 Радиотехника**

Профиль
**Интеллектуальная радиоэлектроника и промышленный интернет вещей**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., доцент  /А.С. Маклаков/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

# Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3 Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 6
3.3 Содержание дисциплины ..... 9
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 10
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 10
4.2 Основная литература ..... 10
4.3 Дополнительная литература ..... 11
4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 11
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 11
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 11
5 Материально-техническое обеспечение ..... 11
6 Методические рекомендации ..... 12
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 12
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7 Фонд оценочных средств ..... 13
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 15
7.3 Оценочные средства ..... 21

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «САПР радиоэлектронных средств» является формирование теоретических знаний и приобретение практических навыков электротехнического проектирования нормативно-технической документации для разработки проектов современных систем автоматизации.

К основным задачам освоения дисциплины «САПР радиоэлектронных средств» следует отнести:

– овладение современными возможностями системы автоматизированного проектирования EPLAN для разработки электротехнической документации;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по анализу и разработке проектов систем автоматизации.

Обучение по дисциплине «САПР радиоэлектронных средств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** | Наименование показателя оценивания |
|---|---|---|
| **ПК-1** Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | ИПК-1.1 Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, выбирает системы автоматизированного проектирования радиотехнических систем;<br>ИПК-1.2 Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету радиотехнических систем;<br>ИПК-1.3 Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства радиотехнические системы в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования. | Знать: существующие автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями<br>Уметь: осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом<br>Владеть: практическим опытом разработки конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом |
| **ПК-5:** Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | ИПК-5.1 Применяет стандарты разработки конструкторской документации по проектированию радиотехнических систем;<br>ИПК-5.2 Анализирует исходные данные к разрабатываемому проекту радиотехнических систем в | Знать: методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации<br>Уметь: применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации |

| | | |
|---|---|---|
| | соответствии с техническим заданием;<br>ИПК-5.3 Готовит проекты конструкторской документации при проектировании радиотехнических систем, в соответствии с требованиями технического задания и стандартами. | Владеть: методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Введение в профессию;
Инженерная и компьютерная графика;
Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств;
Производственная практика (преддипломная);
Радиотехнические системы;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Схемотехника электронных устройств;
Устройства СВЧ и антенны;
Электронные устройства.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1 Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестр |
|---|---|---|---|
| | | | 8 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **56** | **56** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 28 | 28 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 28 | 28 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | - | - |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **88** | **88** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Выполнение и защита курсового проекта | 64 | 64 |
| 2.2 | Подготовка к диф. зачету | 18 | 18 |
| 2.3 | Подготовка отчетов по практическим работам | 8 | 8 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | диф.зачет, КП |
| | **Итого** | **144** | **144** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1 Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Основы, классификация, принципы, задачи и структура САПР** | **35** | **8** | **6** | **0** | **0** | **21** |
| 1.1 | Тема 1. История создания и развития САПР. Разновидности и основные функции САПР. Основные понятия и определения: проектирование, САПР, CAD, CAM, CAE, объект проектирования, проект, описания объекта проектирования. Задачи и проблемы САПР. Классификация САПР по применениям, по целевому назначению и по функциональным возможностям. | | 1 | | | | |
| 1.2 | Тема 2. Знакомство и изучение интерфейса программы автоматизированного электротехнического проектирования EPLAN (настройки пользователя, настройки проекта, управление проектами, структура проекта, шаблоны проектов, сжатие данных проекта, резервное копирование данных, конфликт между пользователями, внешняя обработка, проверка проекта). | | 1 | 2 | | | 4 |
| 1.3 | Тема 3. Управление структурными идентификаторами, управление слоями, управление сообщениями, контрольный прогон. | | 2 | | | | 3 |
| 1.4 | Тема 4. Структура процесса проектирования: иерархические уровни, аспекты описания, стадии проектирования. Проектные процедуры, операции, маршруты проектирования. Типовые проектные процедуры. Принципы САПР. | | 1 | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.5 | Тема 5. Функции, навигатор устройств, устройства, резервные функциональные элементы. | | 1 | 2 | | | 4 |
| 1.6 | Тема 6. Управление страницами (навигация страниц, интерфейс DXF/DWG, печать, экспорт графических файлов). Графическая обработка (графический редактор, функциональные тесты, указания размеров, прямая обработка). | | 2 | 2 | | | 3 |
| **2** | **Раздел 2. Виды обеспечения САПР** | **35** | **6** | **8** | **0** | **0** | **21** |
| 2.1 | Тема 1. Составляющие комплекса средств автоматизации проектирования. Виды обеспечения САПР: техническое, программное, математическое, информационное, лингвистическое, организационное, методическое. | | 1 | | | | |
| 2.2 | Тема 2. Макросы (вставка, создание и редактирование макросов). Проект макросов. | | 1 | 2 | | | 4 |
| 2.3 | Тема 3. Объект заполнитель. Свойства объекта заполнителя. | | 2 | 2 | | | 3 |
| 2.4 | Тема 4. Формы хранения информации, файлы, базы данных. Виды баз данных. Встроенные в САПР языки программирования. | | 1 | | | | |
| 2.5 | Тема 5. Нумерация соединений и устройств (нумерация соединения, нумерация устройств в режиме подключения, автономная нумерация устройств). | | 1 | 2 | | | 4 |
| 2.6 | Тема 6. Обработка схемы электрической принципиальной (символы, устройство, синтаксическая проверка обозначений устройства, перекрестные ссылки, символы соединения, соединения, потенциалы и сигналы, черные ящики, обозначение местоположения, групповая обработка, однополюсное представление, синхронизация и корректировочный прогон, свойства блока, табличная обработка). | | | 2 | | | 3 |
| **3** | **Раздел 3. Перспективы развития и интеграция средств САПР** | **39** | **8** | **8** | **0** | **0** | **23** |
| 3.1 | Тема 1. Интеграция элементов САПР: интеграция и совместимость CAD/CAM/CAE, обмен информацией. Проблемы, | | 1 | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | возникающие при интеграции элементов САПР. Системы управления проектами (PDM): задачи систем управления базами данных об изделии, функциональность PDM, преимущества внедрения PDM. | | | | | | |
| 3.2 | Тема 2. Монтажные соединения (клеммы, кабели, штекеры). | | 1 | 2 | | | 4 |
| 3.3 | Тема 3. Логика символов. Экранирование кабеля. | | 2 | 2 | | | 4 |
| 3.4 | Тема 4. Обзор наиболее распространённых отечественных и зарубежных САПР, крупнейшие компании – производители САПР. Новые направления развития: виртуальная инженерия, перспективные платформы и технические средства. | | 1 | | | | |
| 3.5 | Тема 5. Редактирование базы данных изделий. | | 1 | 2 | | | 4 |
| 3.6 | Тема 6. Импорт/экспорт данных базы данных EPLAN. | | 2 | 2 | | | 4 |
| **4** | **Раздел 4. CAD проектирование систем автоматизации** | **35** | **6** | **6** | **0** | **0** | **23** |
| 4.1 | Тема 1. Основные понятия, определения и функции CAD проектирования. Понятие и классификация конструкторской документации. Виды конструкторских документов. Нормативно-техническая документация (ГОСТ). | | 1 | | | | |
| 4.2 | Тема 2. Автоматическое заполнении основной информации рамки страницы. | | 1 | | | | 4 |
| 4.3 | Тема 3. Работа с формами отчётов по проекту. Создание формы содержания проекта. | | 1 | 2 | | | 4 |
| 4.4 | Тема 4. Обозначение изделий и конструкторских документов. Схема изделия. Электрические, гидравлические и пневматические схемы. Структурные, функциональные, принципиальные схемы и схемы соединений. | | 1 | | | | |
| 4.5 | Тема 5. Создание форм перечня элементов и таблицы соединений. | | 1 | 2 | | | 4 |
| 4.6 | Тема 6. Создание формы спецификации изделий. | | 1 | 2 | | | 4 |
| | **Итого** | **144** | **28** | **28** | **0** | **0** | **88** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Основы, классификация, принципы, задачи и структура систем автоматизированного проектирования (САПР)**

История создания и развития САПР. Разновидности и основные функции САПР. Основные понятия и определения: проектирование, САПР, CAD, CAM, CAE, объект проектирования, проект, описания объекта проектирования. Задачи и проблемы САПР. Классификация САПР по применениям, по целевому назначению и по функциональным возможностям. Структура процесса проектирования: иерархические уровни, аспекты описания, стадии проектирования. Проектные процедуры, операции, маршруты проектирования. Типовые проектные процедуры. Принципы САПР.

**Раздел 2. Виды обеспечения САПР**

Составляющие комплекса средств автоматизации проектирования. Виды обеспечения САПР: техническое, программное, математическое, информационное, лингвистическое, организационное, методическое. Формы хранения информации, файлы, базы данных. Виды баз данных. Встроенные в САПР языки программирования.

**Раздел 3. Перспективы развития и интеграция средств САПР.**

Интеграция элементов САПР: интеграция и совместимость CAD/CAM/CAE, обмен информацией. Проблемы, возникающие при интеграции элементов САПР. Системы управления проектами (PDM): задачи систем управления базами данных об изделии, функциональность PDM, преимущества внедрения PDM. Обзор наиболее распространённых отечественных и зарубежных САПР, крупнейшие компании – производители САПР. Новые направления развития: виртуальная инженерия, перспективные платформы и технические средства.

**Раздел 4. CAD проектирование мехатронных систем**

Основные понятия, определения и функции CAD проектирования. Понятие и классификация конструкторской документации. Виды конструкторских документов. Нормативно-техническая документация (ГОСТ). Обозначение изделий и конструкторских документов. Схема изделия. Электрические, гидравлические и пневматические схемы. Структурные, функциональные, принципиальные схемы и схемы соединений.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практические занятия 1-2. Практическая работа №1. Создание структуры проекта.

Практические занятия 3-4. Практическая работа №2. Присвоение изделий функциям.

Практические занятия 5-6. Практическая работа №3. Настройка объекта заполнителя.

Практические занятия 7-8. Практическая работа №4. Маркировка соединений.

Практические занятия 9-10. Практическая работа №5. Определение кабеля.

Практические занятия 11-12. Практическая работа №6. Импорт/экспорт, редактирование базы данных изделий.

Практическое занятие 13. Практическая работа №7. Создание рамки страницы А3 и формы отчёта спецификации изделий.

Практическое занятие 14. Практическая работа №8. Создание рамки страницы А4 и формы отчёта таблицы соединений.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Станция распределения/транспортер
2. Станция перекладки (Pick&Place)
3. Станция с роботом
4. Станция с роботом и модулями MPS®
5. Станция распределения
6. Станция проверки
7. Станция обработки
8. Станция перемещения материалов, пневматическая
9. Станция перемещения материалов, электрическая
10. Станция пресса с пневматическим мускулом
11. Станция пробивки
12. Станция разделения
13. Станция складирования
14. Станция сортировки

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 34.003-90. Термины и определения.
2. ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
3. ГОСТ 21.208-2013 Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
4. РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
5. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии создания.
6. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
7. ГОСТ 34.603-92. Виды испытаний автоматизированных систем.

### 4.2 Основная литература

1. Елисеев, Н. А. Схемы. Условное графическое обозначение элементов схем на основе ЕСКД и ЕСПД : учебное пособие / Н. А. Елисеев, Д. В. Третьяков, Т. Ф. Турутина. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. — 71 с. — ISBN 978-5-7641-0795-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91117.

2. Лаврищев, И. Б. Применение САПР в автоматизации технологических процессов : учебно-методическое пособие / И. Б. Лаврищев, А. Ю. Кириков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. — 8 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/40878.

3. Надежность радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-8114-8121-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171866.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Конструирование блоков радиоэлектронных средств / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-507-45792-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/284039.

2. Силич, А. А. Автоматизация технологической подготовки производства с использованием САПР ТП : учебное пособие / А. А. Силич. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 112 с. — ISBN 978-5-9961-0749-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/55414.

3. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211466.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. EPLAN Education 2.9
3. Microsoft-Windows

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

# 6 Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части практической работы следует подвести ее итоги: раскрыть положительные стороны и недостатки. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «САПР радиоэлектронных средств» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

**Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;

- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к диф. зачету.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к диф. зачету.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## 7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита практических работ;
- диф. зачет;
- курсовой проект.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | Наименование компетенции выпускника |
|---|---|
| ПК-1 | Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования. |
| ПК-5 | Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. |

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «САПР радиотехнических средств»

| № п/п | Вид контроля результатов обучения | Наименование контроля результатов обучения | Краткая характеристика оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Текущий | Практическая работа | Студентам выдается задание по тематике практических работ. Результатом выполнения задания является проект на компьютере в программе EPLAN. Правильность выполнения задания оценивается преподавателем в соответствии с заданием. Критерии начисления баллов:<br>1) оформление работы соответствует требованиям ЕСКД – 1 балл;<br>2) отсутствуют ошибки в проекте EPLAN – 1 балл;<br>3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл. |
| 2 | Промежуточный | Выполнение и защита курсового проекта | Выполненный курсовой проект сдается на проверку преподавателю в электронном виде (проект в EPLAN). В процессе проверки курсового проекта следует обратить внимание на следующие критерии:<br>1) оформление соответствует всем требованиям ЕСКД – 20 баллов; 2) проект выполнен в программе EPLAN при полном отсутствии программных ошибок – 20 баллов;<br>3) правильный ответ на один вопрос комиссии при защите курсового проекта (при защите задаётся 3 вопроса) – 20 баллов (максимум 60 баллов).<br>Защита курсового проекта происходит в форме доклада с презентацией, перед комиссией, состоящей не менее чем из 3-х человек, включая руководителя курсового проекта. После доклада студенту задаются уточняющие вопросы.<br>Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по курсовому проекту выполняется комиссией методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по курсовому проекту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | Промежуточный | Диф. зачет | Промежуточная аттестация обучающихся в форме диф. зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».<br>Диф. зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения диф. зачета его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность диф. зачета 2 часа (120 минут). |

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Критерии оценивания компетенций

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **ПК-1 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования.** | | | | |
| **знать:** существующие автоматизированные системы управления технологическими | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: существующие | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: существующие | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: существующие |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями | существующие автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями. | автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществлять разработку структурных и функциональных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** практическим опытом разработки конструкторской | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет | Обучающийся не в полностью владеет практическим опытом разработки | Обучающийся частично владеет практическим опытом разработки | Обучающийся в полном объеме владеет практическим |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом | практическим опытом разработки конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом | конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | опытом разработки конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-5 Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.** | | | | |
| **знать:** методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации систем автоматизации. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** применять программный | Обучающийся не умеет или в недостаточной | Обучающийся демонстрирует неполное | Обучающийся демонстрирует частичное | Обучающийся демонстрирует полное |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации | степени умеет применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации | соответствие следующих умений: применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации технологическим процессом. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | соответствие следующих умений: применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | соответствие следующих умений: применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения систем автоматизации. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации | Обучающийся не в полностью владеет методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами и инструментами компьютерного проектирования систем автоматизации. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: курсовой проект**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Набрано 85 и более баллов. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Набрано от 70 до 84 баллов. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно | Набрано от 51 до 69 баллов. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации |
| Неудовлетворительно | Набрано менее 50 баллов. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: диф. зачет**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |

| | |
|---|---|
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания текущего контроля**

| Наименование контроля результатов обучения | Шкала оценивания | Описание |
|---|---|---|
| Выполнение и защита практических работ | Зачтено: набрано 2 и более баллов<br>Незачтено: набрано 1 и менее баллов<br>Критерии оценивания<br>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:<br>1) оформление работы соответствует требованиям ЕСКД – 1 балл;<br>2) отсутствуют ошибки в проекте EPLAN – 1 балл;<br>3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл. | В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. Отчет по практической работе содержит, графическую часть в программе EPLAN.<br>Защита отчета осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие работу к защите не допускаются. |

### 7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

**Типовое практическое задание к работе №1:**

Разместить 15 страниц в проекте EPLAN с использованием структурных идентификаторов «+» (место установки) и «&» (вид документа). В качестве названий структурного идентификатора «&» использовать сокращенные названия документов по ЕСКД (Э1, Э2, Э3, Э4, Э5, Э6, Э7, ПЭ3, ТЭ4, СП, ВД). Тип страницы EPLAN должен соответствовать виду документа. Использовать не менее трёх структурных идентификаторов «+».

**Теоретические вопросы:**

1. Понятия «Проектирование», «Инженерное проектирование».
2. Системный подход к проектированию.
3. Стадии проектирования.
4. Схема процесса проектирования.
5. Стадии и процедуры процесса проектирования.

**Типовое практическое задание к работе №2:**

Используйте созданный проект EPLAN по итогам практической работы №1. Разместите на страницах проекта не менее 20 символов устройств. С помощью автоматического присвоения изделий для функций символов следует присвоить шаблоны функций изделий.

**Теоретические вопросы:**

1. Особенности проектных процедур при предпроектной стадии разработки автоматизированных систем.
2. Технико-экономическое обоснование проекта. Особенности проектов.
3. Основные принципы проектирования.
4. Особенности САПР.
5. Структура и разновидности САПР.

**Типовое практическое задание к работе №3:**

Создайте проект макросов EPLAN. Создайте не менее 3 видов одного макроса в данном проекте. С помощью объекта заполнителя создайте 3 набора различных изделий данного макроса. Разместите три вида макросов в проекте EPLAN по итогам практической работы №2.

**Теоретические вопросы:**

1. Интеграция CAD- и CAM-систем.
2. Неавтоматизированный, автоматизированный и групповой подходы к подготовке производства.
3. Системы управления данными о продуктах (PDM).
4. Виды CAD программ.
5. Виртуальная инженерия, примеры промышленного применения виртуальной инженерии.

**Типовое практическое задание к работе №4:**

Используйте проект EPLAN по итогам практической работы №3. Выполните маркировку соединений всех участков электрических цепей согласно ЕСКД. Используйте настройки автоматической маркировки соединений.

**Теоретические вопросы:**

1. Составляющие систем САПР CAD, CAM, CAE. примеры программ.
2. Методы обмена данными технических требований.
3. Особенности проектирования систем промышленной автоматизации.
4. Концепция проектирования автоматизированных систем.
5. Методика концептуального проектирования.

**Типовое практическое задание к работе №5:**

Используйте проект EPLAN по итогам практической работы №4. Выполните подключение двигателей с помощью определений кабеля. Используйте настройки потенциалов линий.

**Теоретические вопросы:**

1. Как создать клеммы, кабели, штекеры?
2. Интеграция CAD- и CAM-систем.
3. Что такое ПЛК и форматы адресов ПЛК?
4. Как выполнить генерацию схемы соединения ПЛК?
5. Как ввести изделие и его свойства?

**Типовое практическое задание к работе №6:**

Выполните несколькими способами импорт данных изделий в программу EPLAN. Настройте собственный файл импорта формата .csv.

**Теоретические вопросы:**

1. В какой программе выполнена база данных EPLAN?
2. Поясните назначение файлов конфигураторов экспорта/импорта?
3. Какие данные изделий размещены в базе данных EPLAN?
4. Что такое Data Portal и как с ним работать?
5. Какими способами можно защитить базы данных?

**Типовое практическое задание к работе №7:**

Работа с основными данными EPLAN (рамка и форма). Создайте рамку страницы и форму отчёта спецификации изделий согласно ЕСКД. Используйте проект EPLAN по итогам практической работы №5. Выполните автоматическую генерацию отчёта на страницу с размещённой электрической схемой. Выполните автоматическую генерацию отчёта новым документом.

**Теоретические вопросы:**

1. Какие основные виды документов вы знаете?
2. Что такое основные данные EPLAN?
3. Каким образом выполняется автоматическая генерация отчёта в EPLAN?
4. Как выполнить сортировку страниц отчётов по местам установок?
5. Какие свойства изделий EPLAN доступны при генерации групповой спецификации изделий?

**Типовое практическое задание к работе №8:**

Работа с основными данными EPLAN (рамка и форма). Создайте рамку страницы и форму отчёта таблицы соединений согласно ЕСКД. Используйте проект EPLAN по итогам практической работы №7. Выполните автоматическую генерацию отчёта новым документом.

**Теоретические вопросы:**

1. Как создать нумерацию соединений?
2. Как создать нумерацию кабельных жил?
3. Поясните назначение каталогов основных данных программы EPLAN.
4. Составляющие систем САПР CAD, CAM, CAE. Примеры программ.
5. Методы обмена данными программы EPLAN.

7.3.2 Промежуточная аттестация

**Курсовой проект (КП)**

Тему курсового проекта студент выбирает самостоятельно, используя за основу тему своей выпускной квалификационной работы и области научных исследований. Выбранная тема согласовывается с преподавателем и утверждается, выдается задание на курсовой проект. В случае, если у студента возникают трудности с выбором темы, преподаватель предлагает студенту тему из списка примеров.

**Примеры тем для курсовой работы:**

1. Линия ультразвуковой промывки печатных плат
2. Участок транспортировки заготовок в методическую печь для их нагрева
3. перед прокаткой (методическая печь)
4. Участок нагревательного колодца обжимного прокатного стана
5. Участок сортировки и пакетирования годных и бракованных листов металла
6. Участок транспортировки труб большого диаметра
7. Автоматизированная система приточной вентиляции
8. Линия химической обработки деталей
9. Участок упаковки
10. Участок пил пакетной резки труб
11. Станок для сверления глубоких отверстий
12. Машина подачи кислорода (кислородной фурмы) конвертера
13. Лифт пассажирский
14. Автоматизированная сортировка труб
15. Автоматизированное перемещение мостовых кранов

**Задание на курсовой проект:**

Разработать проектную и конструкторскую документацию системы автоматизации.

Система автоматизации должна работать в автоматическом или полуавтоматическом режимах. Графическая часть должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих стандартов в пакете машинной графики «EPLAN». Сохранение проекта должно быть обязательно дублировано в версии «EPLAN Education 2.9».

**План выполнения курсового проекта:**

1. Выполнить описание последовательности технологических операций, принципа действия и характеристик основного технологического оборудования;
2. Сформировать перечень технологических параметров, характеризующих технологический режим процесса, диапазон варьирования параметров согласно технологическому регламенту и качество полуфабриката или готового продукта;
3. Определить цель, задачи и требования к системе автоматизации;
4. Составить техническое задание на проектирование;
5. Выполнить разработку структуры и описание функций, выполняемых на каждом уровне управления;
6. Выполнить разработку схемы функциональной в соответствии с ЕСКД и её описание;
7. Выполнить разработку схемы электрической принципиальной;
8. Сгенерировать отчёты ТЭ4 и ПЭ3;

**Типовые вопросы к защите курсового проекта**

| Текст вопроса | Код компетенции |
|---|---|
| 1. Как была выполнена генерация отчетов схем клемника? | ПК-1 |
| 2. Как была выполнена генерация отчетов схем кабелей? | ПК-5 |
| 3. Как были спроектированы ПЛК? | ПК-1 |
| 4. Как выбран формат адресов ПЛК? | ПК-5 |
| 5. Как выполнена генерация схемы соединения ПЛК? | ПК-1 |
| 6. Как была выполнена нумерация соединений? | ПК-5 |
| 7. Как была выполнена нумерация устройств? | ПК-1 |
| 8. Как была выполнена генерация отчетов списка элементов? | ПК-5 |
| 9. Как была выполнена генерация отчетов содержания проекта? | ПК-1 |
| 10. Как была выполнена нумерация с данными ПЛК? | ПК-5 |
| 11. На чем основывается анализ технологического процесса? | ПК-1 |
| 12. На чем основывается выбор основного оборудования? | ПК-5 |
| 13. Какие требования предъявляются к системе автоматизации? | ПК-1 |
| 14. На чем основывается выбор основного силового оборудования? | ПК-5 |
| 15. На чем основывается выбор элементов системы автоматического регулирования? | ПК-1 |

**Перечень вопросов к диф. зачету**

| Текст вопроса | Код компетенции |
|---|---|
| 1. Понятия «Проектирование», «Инженерное проектирование» | ПК-1 |
| 2. Как создать проект? | ПК-5 |
| 3. Какие возможности дает нам система управления проектами? | ПК-1 |
| 4. Какова структура проект? | ПК-5 |
| 5. Системный подход к проектированию. | ПК-1 |
| 6. Как происходит сжатие данных проекта? | ПК-5 |
| 7. Как выполнить внешнюю обработку проекта? | ПК-1 |
| 8. Как выполнить проверку проекта и оставить PDF-комментарии? | ПК-5 |

| | |
|---|---|
| 9. Стадии проектирования. | ПК-1 |
| 10. Схема процесса проектирования. | ПК-5 |
| 11. Стадии и процедуры процесса проектирования. | ПК-1 |
| 12. Особенности проектных процедур при предпроектной стадии разработки модулей мехатронных систем. | ПК-5 |
| 13. Технико-экономическое обоснование проекта. Особенности проектов. | ПК-1 |
| 14. Основные принципы проектирования. | ПК-5 |
| 15. Системы автоматизированного проектирования. | ПК-1 |
| 16. Структура и разновидности САПР. | ПК-5 |
| 17. Как создать символ? | ПК-1 |
| 18. Как создать устройство? | ПК-5 |
| 19. Как выполнить синтаксическую проверку обозначений устройства? | ПК-1 |
| 20. Как создать перекрестные ссылки? | ПК-5 |
| 21. Как создать клеммы, кабели, штекеры? | ПК-1 |
| 22. Интеграция CAD- и CAM-систем. | ПК-5 |
| 23. Что такое ПЛК и форматы адресов ПЛК? | ПК-1 |
| 24. Как выполнить генерацию схемы соединения ПЛК? | ПК-5 |
| 25. Как ввести изделие и его свойства? | ПК-1 |
| 26. Как создать точки разрыва? | ПК-5 |
| 27. В чем особенности элементов защит и управления? | ПК-1 |
| 28. Неавтоматизированный, автоматизированный и групповой подходы к подготовке производства. | ПК-5 |
| 29. Системы управления данными о продуктах (PDM). | ПК-1 |
| 30. Виды моделирования. | ПК-5 |