**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по учебной работе
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# CAD СИСТЕМЫ В КОНСТРУИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 3 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85868

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Обеспечение комплексной подготовки студентов для самостоятельной работы в области проектирования микроэлектронных устройств и систем с использованием современных САПР для автоматизированного проектирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов сквозного проектирования и классификации современных САПР.
2. Ознакомление с физическими основами теплообмена, электромагнитных наводок и паразитных параметров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.07.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности | ПК-2.1. Знает современные подходы к исследованию и разработке объектов профессиональной деятельности | Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники и САПР в конструировании изделий микроэлектроники |
| | ПК-2.2. Умеет проводить исследования и разработку с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности | Умеет разрабатывать модели и рассчитывать их характеристики с применением соответствующих САПР |
| | ПК-2.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности | Владеет практическими навыками конструирования изделий микроэлектроники с использованием САПР |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,

Согласована на портале № 85868

**выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 108 | 108 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 44 | 44 |
| Подготовка к тестированию | 40 | 40 |
| Выполнение практического задания | 18 | 18 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 6 | 6 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | | |
| 1 Введение в САПР микроэлектроники. Концепция сквозного проектирования. | 2 | 2 | 18 | 22 | ПК-2 |
| 2 САПР для обеспечения электромагнитной совместимости | 2 | - | 12 | 14 | ПК-2 |
| 3 Конструктивно-технологическое проектирование | 2 | 2 | 18 | 22 | ПК-2 |
| 4 Межплатформенная интеграция ECAD/MCAD и трехмерное моделирование | 2 | - | 12 | 14 | ПК-2 |
| 5 Теоретические основы теплообмена в микроэлектронных устройствах | 2 | 4 | 16 | 22 | ПК-2 |
| 6 Схемотехническое проектирование | 2 | - | 8 | 10 | ПК-2 |
| 7 Топологическое проектирование | 2 | 4 | 4 | 10 | ПК-2 |
| 8 Геометрическое проектирование | 2 | - | 4 | 6 | ПК-2 |
| 9 Выходной контроль проекта, подготовка производства и выпуск КД | 2 | 6 | 16 | 24 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 108 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 108 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 85868

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 1 Введение в САПР микроэлектроники. Концепция сквозного проектирования. | Знакомство с классификацией современных САПР и понятием сквозного цикла проектирования (микросхема — модуль — корпус). Рассматривается разделение систем на ECAD, MCAD и межплатформенное взаимодействие. Рассматриваются ECAD решения | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 2 САПР для обеспечения электромагнитной совместимости | Изучение специализированных САПР для анализа электромагнитного поля и обеспечения ЭМС в микроэлектронных модулях. Рассматриваются физические причины возникновения наводок, паразитных параметров и искажения сигналов в высокочастотных цепях | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Конструктивно-технологическое проектирование | Рассматриваются MCAD решения. Обзор возможностей MCAD для моделирования физических процессов в изделиях микроэлектроники. Ознакомление с применением встроенных модулей для предварительного анализа тепловых режимов, механических напряжений и прочего. Роль MCAD как среды виртуального тестирования конструкции до этапа производства | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 85868

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Межплатформенная интеграция ECAD/MCAD и трехмерное моделирование | Изучаются методы и международные стандарты обмена данными (STEP, Parasolid, IDX) между электронными и механическими САПР. Рассматривается сквозной импорт топологии платы в среду SolidWorks | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Теоретические основы теплообмена в микроэлектронных устройствах | Рассматривается физика тепловых процессов в изделиях электроники. Изучаются понятия теплового сопротивления материалов, критических температур и способов отвода тепла | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Схемотехническое проектирование | Изучаются правила создания принципиальных электрических схем и управления базами данных компонентов. Рассматривается работа с многовыводными компонентами | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Топологическое проектирование | Правила трассировки печатных плат в среде Altium Designer. Управление структурой печатной платы. Типы и применение переходов. Рассматривается настройка производственных ограничений | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Геометрическое проектирование | Рассматриваются физические объекты моделирования: типы корпусов микросхем и печатные платы высокой плотности. Изучаются ограничения, накладываемые технологиями производства на параметры проектирования в САПР | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 85868

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Выходной контроль проекта, подготовка производства и выпуск КД | Изучаются финальные этапы проектирования — генерация технологических файлов для автоматизированного производства. Рассматриваются требования к CAM-файлам и оформлению документации | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 1 Введение в САПР микроэлектроники. Концепция сквозного проектирования. | Разработка библиотек компонентов | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Конструктивно-технологическое проектирование | Корпусирование | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Теоретические основы теплообмена в микроэлектронных устройствах | Тепловое моделирование | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Топологическое проектирование | Конфигурирование структуры слоев и правил проектирования | 2 | ПК-2 |
| | Топологическая трассировка многослойных плат высокой плотности | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Выходной контроль проекта, подготовка производства и выпуск КД | Оформление документации | 2 | ПК-2 |
| | Разработка конструкторской документации на корпусные изделия | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 85868

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 Введение в САПР микроэлектроники. Концепция сквозного проектирования. | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-2 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 6 | ПК-2 | Практическое задание |
| | Итого | 18 | | |
| 2 САПР для обеспечения электромагнитной совместимости | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Конструктивно-технологическое проектирование | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-2 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 6 | ПК-2 | Практическое задание |
| | Итого | 18 | | |
| 4 Межплатформенная интеграция ECAD/MCAD и трехмерное моделирование | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Теоретические основы теплообмена в микроэлектронных устройствах | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 6 | ПК-2 | Практическое задание |
| | Итого | 16 | | |
| 6 Схемотехническое проектирование | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 85868

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Топологическое проектирование | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 8 Геометрическое проектирование | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 9 Выходной контроль проекта, подготовка производства и выпуск КД | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 6 | ПК-2 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| Итого | | 108 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Практическое задание | 20 | 20 | 10 | 50 |
| Тестирование | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 0 | 10 | 0 | 10 |

Согласована на портале № 85868

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого максимум за период | 20 | 30 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 50 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева, Э. Т. Иванова, А. С. Куликов и др.; Ред. Э. Т. Романычева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

2. Методология системотехнического проектирования электронных и радиоэлектронных средств (в двух частях): Учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Н. Н. Кривин - 2022. 589 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10141.

### 7.2. Дополнительная литература

1. 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 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/211466.

2. Гришаева, Н. Ю. Компас-3D V16: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам / Н. Ю. Гришаева, И. Л. Панов. — Томск: ТУСУР, 2019. — 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9125.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1554.

Согласована на портале № 85868

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

## 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-научная лаборатория промышленного дизайна: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 224/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL 1 шт.
Монитор 27" 15 шт.
Системный блок 1 15 шт.
Комплект специализированной учебной мебели
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Blender;
- InkScape;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Kompas 3D (с возможностью удаленного доступа);
- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- OrcaSlicer;
- UltiMaker Cura;

Согласована на портале № 85868

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в САПР микроэлектроники. Концепция сквозного проектирования. | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 85868

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 САПР для обеспечения электромагнитной совместимости | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Конструктивно-технологическое проектирование | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Межплатформенная интеграция ECAD/MCAD и трехмерное моделирование | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Теоретические основы теплообмена в микроэлектронных устройствах | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Схемотехническое проектирование | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Топологическое проектирование | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Геометрическое проектирование | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 9 Выходной контроль проекта, подготовка производства и выпуск КД | ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |

Согласована на портале № 85868

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Гальванохимический метод применяется для:
   a) получения переходных отверстий в печатных платах;
   b) получения металлизированных отверстий в печатных платах;

Согласована на портале № 85868

c) получения отверстий с зенковкой.

2. Двусторонние печатные платы рекомендуется использовать для:
   a) сверхбыстродействующих систем;
   b) создания частичного экранирования линии;
   c) формирование линии связи высокого качества.
3. Конструкции печатают платы определяются:
   a) технологией ее изготовления;
   b) ее топологией;
   c) трассировкой;
4. Многослойные печатные платы рекомендуется использовать для:
   a) быстродействующих и сверхбыстродействующих устройств;
   b) быстродействующих устройств;
   c) локализация электромагнитного поля.
5. Основное требование к экрану:
   a) максимальная толщина;
   b) максимальная проводимость;
   c) максимальная эффективность.
6. Топологическое проектирование рассматривается как комплекс вопросов:
   a) синтез конструкции - интерактивная оптимизация - документация;
   b) корректировка решений - верификация - сертификация;
   c) проектирование - изготовление - контроль.
7. На каком этапе проектирования РЭС необходимо решение задачи оптимизации проводных и печатных соединений?
   a) функциональное проектирование;
   b) системотехническое проектирование;
   c) технологическая подготовка производства;
   d) конструкторское проектирование.
8. На каком этапе проектирования РЭС осуществляется выбор элементной базы и электрической схемы проектируемого изделия?
   a) технологическая подготовка производства;
   b) системотехническое проектирование;
   c) функциональное проектирование;
   d) конструкторское проектирование.
9. На какой стадии проектирования РЭС необходимо проведение научно-исследовательских работ?
   a) эскизное проектирование;
   b) предварительное проектирование;
   c) техническое проектирование.
10. На какой стадии проектирования РЭС создаётся экспериментальный образец проектируемого изделия?
    a) техническое проектирование;
    b) эскизное проектирование;
    c) предварительное проектирование.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Классификация САПР. Задачи, решаемые на основе классификации.
2. Состав и структура Altium Designer.
3. Структура библиотечного описания УГО компонента в Altium Designer.
4. Процедуры размещения и улучшения размещения компонентов на ПП.
5. Ручная и интерактивная трассировка соединений в Altium Designer

### 9.1.3. Темы практических заданий

1. Изучение правил создания УГО и посадочных мест для интегральных микросхем. Привязка трехмерных моделей к посадочным местам.
2. Настройка менеджера слоев многослойной печатной платы. Ограничения и технологические правила в соответствии с возможностями и классами точности завода-изготовителя.

Согласована на портале № 85868

3. Практическое освоение методов ручной и интерактивной разводки плат типа HDI. Применение и комбинирование различных типов межслойных переходов.
4. Создание чертежа печатного узла с помощью встроенных инструментов ECAD. Выполняется экспорт трехмерной модели печатного узла для последующей работы в механической САПР.
5. Импорт модели печатного узла в MCAD и создание геометрии корпуса на основе ее габаритов. Изучаются инструменты проектирования деталей с учетом требований литья термопластов под давлением (задание технологических уклонов, радиусов, равномерной толщины стенок).
6. Использования модуля теплового расчета тепловых полей. Фиксация теплового режима сборки.
7. Модификация конструкции корпуса. Проектирование теплоотводящих элементов.
8. Проведение повторного моделирвоания для оценки изменения температурного режима сборки.
9. Создание документации для спроектированных элементов корпуса. Отработка правил нанесение размеров.

#### 9.1.4. Темы практических занятий

1. Оформление документации

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|

Согласована на портале № 85868

| | | |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 85868

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | А.В. Жечева | Согласовано, 10222954-0bcd-4026-99f7-5b18919a1928 |
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КУДР | С.А. Артищев | Разработано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721 |
| Преподаватель, каф. КУДР | А.В. Берестов | Разработано, afdcf19b-ec76-4af9-8d6d-cc696ad55d4b |

Согласована на портале № 85868