Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы топологического проектирования

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 05-05-2025 11:24:38 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у студентов знаний в области топологического проектирования интегральных схем;
– подготовка обучающихся к выполнению задач по разработке топологии интегральных схем;
– подготовка обучающихся к профессиональной деятельности по направленности (профилю) «Промышленная электроника» в рамках направления подготовки магистров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение знаний в области топологического проектирования интегральных схем;
– анализ существующих методик топологического проектирования интегральных схем;
– владение методами расчета и анализа топологии.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Основы проектной деятельности;
– Основы технического проектирования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Управление техническими системами;
– Схемотехника;
– Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен к проведению предварительных	ПК-1.1 Разрабатывает и собирает схемы для проведения	– знать: Требования к рабочей топологии и технологии монтажа и

	измерений опытных образцов изделий «система в корпусе»	измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	сборки изделий на основе ПЛИС.. – уметь: Разрабатывать топологию и технологию монтажа и сборки изделий на основе ПЛИС..
		ПК-1.3 Проводит измерения опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний, формирует протокол измерений	– знать: Пакеты KiCAD для моделирования электронных изделий и технологических процессов. – уметь: Проектировать, моделировать и рассчитывать параметры печатных плат с использованием пакета KiCAD.
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.1 Выбирает средства материально-технического и метрологического обеспечения в соответствии с программой измерений и испытаний	– знать: Методы построения моделей электронных устройств; принципы функционирования электронных устройств.. – уметь: Синтезировать структурные и электрические схемы; применять компьютерные системы и пакеты прикладных задач для проектирования и исследования электронных устройств.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.1 Формулирует технические требования к блокам аналоговой подсистемы	– знать: Стандарты и иные нормативные документы на оформление разработку проектно-конструкторской документации электронных устройств и систем. – уметь: Оформлять проектно-

			конструкторскую документацию электронных устройств и систем согласно стандартам и иным нормативным документам.
		ПК-4.3 Применяет встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования при разработке спецификаций блоков аналоговой подсистемы, подготовке принципиальных и монтажных электрических схем	– знать: Пакет KiCAD в объеме достаточном для разработки проектной и конструкторской документации печатной платы. – уметь: Разрабатывать конструкторскую документацию с применением программного обеспечения KiCAD.
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.2 Рассчитывает уровни питающих, входных и выходных напряжений	– знать: методики расчёта уровней питающих, входных и выходных напряжений. – уметь: рассчитывать уровни питающих, входных и выходных напряжений.
	ПК-6: Способен к разработке первичного варианта схемотехнического описания отдельных аналоговых блоков	ПК-6.1 Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых субблоков, создания символьных представлений	– знать: требования к разработке схемотехнических решений аналоговых субблоков, создания символьных представлений. – уметь: разрабатывать схемотехнические решения аналоговых субблоков, создания символьных представлений.
		ПК-6.2 Строит список соединений на основе графической электрической схемы	– знать: правила построения списка соединений на основе графической электрической схемы. – уметь: строить

			список соединений на основе графической электрической схемы.
		ПК-6.3 Использует средства автоматизации схемотехнического проектирования	– знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования. – уметь: использовать средства автоматизации схемотехнического проектирования.
	ПК-7: Способен к разработке уточненного (полного) варианта схемотехнического описания всего аналогового СФ-блока	ПК-7.1 Разрабатывает скорректированные схемотехнические описания отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	– знать: методики разработки скорректированных схемотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов.. – уметь: разрабатывать скорректированные схемотехнические описания отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов..
		ПК-7.2 Проводит интеграцию схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока	– знать: методики интеграции схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока.. – уметь: проводить интеграцию схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока.
		ПК-7.3 Строит иерархическую структуру из аналоговых субблоков, представляющую всю аналоговую подсистему в целом	– знать: методики построения иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю аналоговую подсистему в целом.. – уметь: проводить построение

			иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю аналоговую подсистему в целом..

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*72*	*72*
	зачетных единиц	***4***	*2*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*8*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***77***	*39*	*38*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*9*	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Конструкции радиоэлектронной аппаратуры;

Тема 1.1 Введение в автоматизированное проектирование печатных плат. (Цели и задачи дисциплины. Введение в

автоматизированное конструкторское проектирование. Основные этапы и методы синтеза топологии конструкций РЭА.);

Тема 1.2 Виды конструкторского исполнения приборов и радиоэлектронных устройств. (Терминология. Виды конструкторского исполнения приборов и радиоэлектронных устройств. Печатные платы, блоки, стойки. Элементы и компоненты.);

Раздел 2 Методики проектирования печатных плат в САПР и требования к ним;

Тема 2.1 Методика сквозного проектирования печатных плат. (Методика сквозного проектирования печатных плат. Требования к схемам электрическим принципиальным, расположения и монтажным.);

Тема 2.2 САПР проектирования печатных плат. (Знакомство с САПР. Освоение технологии создания проектов устройств в САПР. Структура проекта и методика создания нового проекта в САПР. Создание схемотехнического описания проектируемого устройства. Ввод топологических ограничений проекта. Синтез проекта с использованием средств САПР.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Введение в автоматизированное проектирование печатных плат.	2	
Тема 1.2.	Виды конструкторского исполнения приборов и радиоэлектронных устройств.	2	
Тема 2.1.	Методика сквозного проектирования печатных плат.	2	
Тема 2.2.	САПР проектирования печатных плат.	2	
Итого:		**8**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 2.1.	Знакомство с САПР. Структура проекта и методика создания нового проекта в САПР.	4	

Тема 2.2.	Разработка принципиальной схемы устройства в САПР.	8	
Тема 2.2.	Разработка топологии печатной платы, трассировка, редактирование и обеспечение соблюдения проектных норм	14	
Тема 2.2.	Разработка 3D модели печатной платы.	6	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	14	
Тема 1.2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	15	
Тема 2.1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение	24	

	тестирования.		
Тема 2.2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	24	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**104**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Тема 1.1.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Тестовые задания
Тема 1.2.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Тестовые задания
Тема 2.1.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Тема 2.2.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Зачет.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы к зачету

Экзамен.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка

20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся,

Оценка	Требования к знаниям
	которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Поляков, А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры на ПЛИС : учебное пособие / А. К. Поляков. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - 220 с. - ISBN 978-5-383-00773-0. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007730.html (дата обращения: 03.05.2025);

2 Кнышев, Д. А. ПЛИС фирмы "Xilinx" : описание структуры основных семейств / Кнышев Д. А. , Кузелин М. О. - М. ДОДЭКА. - ISBN 978-5-94120-028-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200283.html (дата обращения: 03.05.2025);

3 Поляков, А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры на ПЛИС : учебное пособие / Поляков А. К. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01203-1. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012031.html (дата обращения: 03.05.2025);

4 Скарпино, М. Разработка печатных плат в EAGLE / Скарпино М. , пер. с анг. А. Э. Бряндинского. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 370 с. - ISBN 978-5-97060-479-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604793.html (дата обращения: 03.05.2025);

5 Лихачева, М. С. Проектирование печатных плат : Учебно-методическое пособие / М. С. Лихачева. - Новосибирск. : СибГУТИ, 2022. - 35 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/sibguty20220821.html (дата обращения: 03.05.2025);

6 Уваров, А. С. Автотрассировщики печатных плат / Уваров А. С. - Москва : ДМК Пресс. - 288 с. - ISBN 5-94074-089-8. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940740898.html (дата обращения: 03.05.2025);

7 Уваров, А. С. Проектирование печатных плат. 8 лучших программ / Уваров А. С. - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 288 с. - ISBN 978-5-94074-483-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744832.html (дата обращения: 03.05.2025);

8 Мылов, Г. В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат / Мылов Г. В. , Таганов А. И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-9912-0367-8. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203678.html (дата обращения: 03.05.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

заведующий кафедрой Кубарев Василий Анатольевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.
Согласована:

Руководитель проектов отдела по внедрению АСУ ТП РИЦ АСУТП «Сибирь ООО «ЕвразТехника» должность, степень, звание представителя работодателя		Д. Г. Чудинов инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

1. Как называется набор ГОСТ, регламентирующих и стандартизующих конструкторскую документацию?

а) СНиП;
б) СанПиН;
в) ЕСКД;
г) ISO.

2. Как называется документ, с составления которого начинается процесс проектирования?

а) Техническое задание;
б) Техническое предложение;
в) Эскизный проект;
г) Черновой проект.

3. Предусматривает ли обобщенный алгоритм проектирования возврат к предыдущим этапам?

а) Да, при необходимости корректировки и исправления проекта;
б) Да, в любом случает;
в) Да, при обнаружении очень грубых ошибок;
г) нет.

4. Что такое конструктивная преемственность?

а) Использование при проектировании типовых решений;
б) Обеспечение обратной совместимости с предыдущими конструктивными решениями;
в) Использование при проектировании предшествующего опыта и конструкторских решений;
г) Возможность дальнейшего расширения и модернизации конструкции.

5. Как можно сформулировать основной закон инженерного проектирования?

а) Одной функциональности соответствует одно конструкторское решение;
б) Одной функциональности может соответствовать множество конструкторских решений;
в) Одному конструкторскому решению может соответствовать множество функциональностей;
г) Функциональность и конструкторское решение не связаны.

6. Когда жизненный цикл изделия можно считать оконченным?

а) Прекращение производства;
б) Прекращение гарантийной поддержки;
в) Истечение номинального срока службы;
г) Выход из эксплуатации последнего изготовленного изделия.

7. Что понимается под эргономичностью изделия?
а) Соответствие внешнего вида изделия месту его установки
б) Внешняя эстетичность изделия
в) Удобство работы с изделием и его обслуживания
г) Соответствие СанПиН.

8. Какой из указанных эксплуатационных факторов не относится к объективным?
а) Квалификация персонала;
б) Влажность;
в) Запыленность;
г) Температура.

9. При несоблюдении какого из указанных условий конструкторский документ является недействительным?
а) Незаполненный архивный штамп;
б) Надрыв или иное повреждение;
в) Выцветание;
г) Незаполненная или неподписанная основная надпись.

10. Является ли спецификация отдельным конструкторским документом?
а) Является;
б) Не является.

11. Какой из указанных факторов по состоянию на сегодняшний день ограничивает минитюаризацию ИМС и степень их интеграции?
а) Тепловыделение
б) Химическая стойкость
в) Удельное сопротивление полупроводников
г) Механическая прочность

12. Какая из указанных технологий изготовления ИМС обеспечивает максимальную минитюаризацию готовой ИМС?
а) Ионно-плазменное напыление
б) Фотолитография
в) Рентгеновская литография
г) Эпитаксия

13. Какой из указанных элементов обычно нецелесообразно выполнять в виде пленочного элемента?:

а) Резистор
б) Индуктивность
в) Конденсатор
г) Диод

14. Для какого из указанных классов материалов характерно перекрытие валентной зоны и зоны проводимости?

а) Проводник
б) Диэлектрик
в) Полупроводник
г) Сверхпроводник

15. Какой из указанных металлов обладает самой высокой проводимостью?

а) Золото
б) Алюминий
в) Серебро
г) Медь

16. Какой из указанных материалов подложки ИМС обладает минимальной шероховатостью поверхности?:

а) Лакированный металл
б) Органический полимер
в) Металлокерамика
г) Стекло

17. Какой (какие) из указанных оксидов используется для изготовления керамических подложек?

а) Оксид титана
б) Оксид алюминия
в) Оксид бария
г) Оксид бериллия
д) Оксид тантала
е) Оксид железа
ж) Оксид ниобия
з) Оксид гафния

18. Какой (какие) из указанных элементов используется в качестве акцепторной примеси для кремния?

а) Галлий
б) Индий
в) Мышьяк
г) Алюминий

д) Фосфор

19. К какому типу полупроводниковых приборов относится MOSFET?

а) Тиристоры

б) Диоды

в) Полевые транзисторы

г) Биполярные транзисторы

20. Что такое IGBT?

а) Полевой транзистор с изолированным затвором

б) Биполярный транзистор с изолированным затвором

в) Быстродействующий диод с управляющим электродом

г) Симметричный диод с управляющим электродом

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Тема 1.1 Введение в автоматизированное проектирование печатных плат.

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Имеем набор конструкторской документации на прибор. Какое из определений понятия "информация" наиболее точно соответствует имеющейся документации?

1) "информация есть отражение реального мира"

2) "информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования"

3) "информация является одной из фундаментальных сущностей окружающего нас мира" (акад. Г. Поспелов)

4) "информация - сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-нибудь другим способом" (БСЭ)

5) "информация является одним из основных универсальных свойств материи"

2. При проектировании РЭС разработана математическая (технологическая) модель её изготовления. В каком виде формируется описание этой модели?

1) в виде файла

2) в виде базы данных
3) в виде системы управления базой данных
4) в виде банка данных

3. Какая модель базы данных используется для составления таблиц?
1) реляционная модель
2) сетевая модель
3) иерархическая модель

4. На каком уровне проектирования разрабатывается структурная схема РЭС?
1) метауровень
2) макроуровень
3) микроуровень

5. Как называется ММ, которая учитывает процессы внутри блока и межэлементные связи?
1) полная модель
2) макромодель
3) микромодель
4) метамодель

6. Чем являются номиналы элементов принципиальной схемы?
1) внутренние параметры
2) внешние параметры
3) выходные параметры
4) фазовые переменные

7. Какая модель требует сбора производственной информации?
1) теоретическая
2) экспериментальная
3) производственная

8. Какие звенья отображают функции усиления и суммирования сигналов?
1) линейные безынерционные звенья
2) нелинейные безынерционные звенья
3) линейные инерционные звенья

9. Многообъектное технологическое проектирование с интеллектуальным управлением в РПС включает в себя:
1) методики проектирования технологических процессов
2) методику обеспечения целеустремленной генерации возможных вариантов конфигурации ВПС

3) методику осуществления верификации сгенерированных вариантов и отбора лучших

4) методику принятия решения, на основе которого осуществляется управление процессом конфигурирования ВПС во времени

10. Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется для повышения процента выхода годных (т.е. уменьшение брака) приборов и почему?

1) частичная модернизация существующей РЭС

2) существенная модернизация

3) создание новых РЭС

Тема 1.2 Виды конструкторского исполнения приборов и радиоэлектронных устройств.

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. В рамках какой системы следует рассматривать технологический процесс сборки типовых узлов РЭС?

1) ТОУ

2) АСУ ТП

3) АСУ П

2. Что представляет собой система автоматизированного проектирования (САПР)?

1) средство автоматизации проектирования

2) система деятельности людей по проектированию объектов

3) система помошник по проектированию объектов

3. Какое из требований, предъявляемых к современным САПР, выполняют аналоговые вычислительные машины?

1) выполнение всех необходимых проектных процедур, для которых имеется соответствующее программное обеспечение

2) взаимодействие между проектировщиками и ЭВМ, поддержку интерактивного режима работы

3) взаимодействие между членами коллектива, работающими над общим проектом

4. ЭВМ какого класса целесообразно использовать при оперативном управлении технологическим процессом производства РЭС?

1) ОКОД
2) ОКМД
3) МКМД

5. Какое периферийное оборудование необходимо для ввода/вывода информации с машинных носителей?

1) локальное
2) терминальное
3) сетевое

6. К какому виду обеспечения относится инструкция к использованию программы построения математической модели?

1) методическому
2) математическому
3) лингвистическому
4) программному

7. К какому виду обеспечения САПР относится описание стандартных проектных процедур?

1) к информационному
2) к математическому
3) к программному

8. Как вы можете объяснить бытовой термин "переизбыток информации"? Что имеется в виду:

1) излишняя полнота данных
2) излишняя сложность методов
3) неадекватность поступающих данных и методов, имеющихся в наличии

9. Какой вид проектирования используется как основа при проектировании сложных систем?

1) нисходящее проектирование
2) восходящее проектирование
3) смешанное проектирование

10. Получено уравнение

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(K_x\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_y\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_z\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)+Q=0,$$

где x, y, z - пространственные координаты; ϕ - искомая непрерывная функция; Kx, Ky, Kz - коэффициенты; Q - внешнее воздействие.

К какому типу моделей оно относится?

1) микромодель
2) макромодель
3) метамодель

Тема 2.1 Методика сквозного проектирования печатных плат

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. На логическом подуровне функционально-логического проектирования в качестве элементов рассматривают:

1) вентили
2) регистры
3) счетчики
4) дешифраторы
5) сумматоры

2. На каком этапе производится анализ выбранного ПЗ, разработка технологического процесса в виде набора маршрутов, описаний, выбор оборудования, оснастки и т. д.?

1) на этапе принятия решения
2) на этапе проектирования
3) на этапе планирования
4) на этапе приобретения
5) на этапе производства
6) на этапе контроля качества готового продукта

3. На какой стадии проектирования РЭС возможно максимальное использование ЭВМ?

1) предварительное проектирование
2) эскизное проектирование
3) техническое проектирование

4. На какой стадии осуществляется поиск аналогов при проектировании РЭС?

1) техническое задание на проектируемый объект

2) научно-исследовательская работа
3) эскизный проект
4) технический проект
5) рабочий проект
6) технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости)

5. Разработана технологическая модель технологического процесса. Чем она является?
1) объектом проектирования
2) объектом автоматизации проектирования
3) объектом автоматизации

6. В какой вид сетей входят коммутационные серверы?
1) локальная вычислительная сеть (ЛВС)
2) корпоративная вычислительная сеть
3) территориальная сеть
4) магистральная сеть общего пользования
5) глобальная вычислительная сеть

7. Какого типа ЭВМ целесообразно использовать при сборе и обработке производственной информации?
1) векторные конвейерные ЭВМ
2) скалярные ЭВМ
3) векторные ЭВМ

8. Какие периферийные устройства целесообразно использовать для решения задачи размещения элементов электрических схем?
1) растровые
2) координатные (векторные)
3) сетевые

9. Какой язык требуется для разработки математической модели?
1) язык программирования
2) язык проектирования
3) язык управления

10. Какой тип программ используется для решения задачи формирования массивов при сборе технологической информации?
1) обрабатывающая
2) управляющая
3) контролирующая

Тема 2.2 САПР проектирования печатных плат

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. На каком уровне представления данных находится наименование параметров транзистора?
1) предметная область
2) логический уровень
3) физический уровень

2. Какой тип имитационной модели используется для описания линий задержки?
1) моделирование по времени
2) моделирование по событиям
3) моделирование по событиям

3. На управляемом динамическом производстве выполняются следующие последовательные этапы:
1) принятие решения
2) оценка конструкции
3) технологическое проектирование
4) верификация
5) контроль прохождения ПЗ через ВПС

4. На каком этапе проектирования РЭС необходимо решение задачи оптимизации проводных и печатных соединений?
1) системотехническое проектирование
2) функциональное проектирование
3) конструкторское проектирование
4) технологическая подготовка производства

5. Порядок этапов в общей схеме проектирования
1) синтез, поиск, анализ, выпуск проектной документации
2) поиск, синтез, анализ, выпуск проектной документации
3) анализ, поиск, синтез, выпуск проектной документации
4) анализ, синтез, поиск, выпуск проектной документации

6. Математическое обеспечение САПР – это

1) совокупность математических методов и алгоритмов, необходимых для выполнения процесса автоматизированного проектирования, решения всех задач САПР

2) совокупность математических моделей и алгоритмов, необходимых для выполнения процесса автоматизированного проектирования, решения всех задач САПР

3) совокупность математических методов и моделей, необходимых для выполнения процесса автоматизированного проектирования, решения всех задач САПР

4) совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, необходимых для выполнения процесса автоматизированного проектирования, решения всех задач САПР

7. Лингвистическое обеспечение САПР – это

1) машинный язык, используемый для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования

2) совокупность языков, используемых для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования

3) совокупность языков, используемых для представления информации о процессе и средствах проектирования

4) машинный язык, используемый для представления информации о процессе и средствах проектирования

8. Программное обеспечение САПР – это

1) совокупность программ на жёстком диске плюс соответствующая документация

2) совокупность программ на носимых носителях плюс соответствующая документация

3) совокупность программ на машинных носителях без руководства пользователя

4) совокупность программ на машинных носителях плюс соответствующая документация

9. Инструктивно-методическое обеспечение САПР – это

1) совокупность документов, характеризующих состав, функционирование и правила эксплуатации САПР

2) совокупность документов, характеризующих порядок разработки проектных решений

3) совокупность документов, характеризующих состав программного обеспечения САПР и руководство пользователя

4) совокупность документов, характеризующих порядок функционирования вычислительного оборудования и правила его эксплуатации

10. Существующее проектное решение, используемое при проектировании – это…

1) оригинальное проектное решение
2) аналогичное проектное решение
3) стандартное проектное решение
4) типовое проектное решение

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры учебных заданий для практических работ.

Тема 2.1 Знакомство с САПР. Структура проекта и методика создания нового проекта в САПР.

1 Определить характеристики отечественных интегральных микросхем: КР1656РЕ4, К502ИП1, КР570ТМ1, К573РФ34, К596РЕ1, К523АГ1. Создать элемент в САПР KiCAD.

2 Расшифровать условные обозначения степеней защищенности оболочки: IP68, IP44, IP12, IP32, IP40, IP65. Создать элемент в САПР KiCAD.

3 Определить характеристики резисторов, имеющих внешний вид, приведённый на рисунках. Создать элемент в САПР KiCAD.



а)

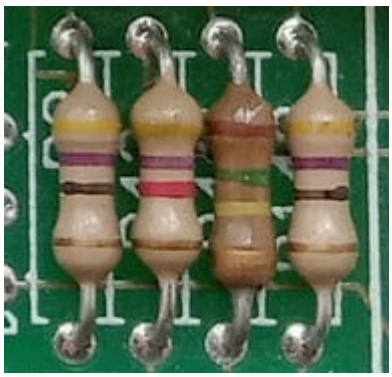


б)



в)

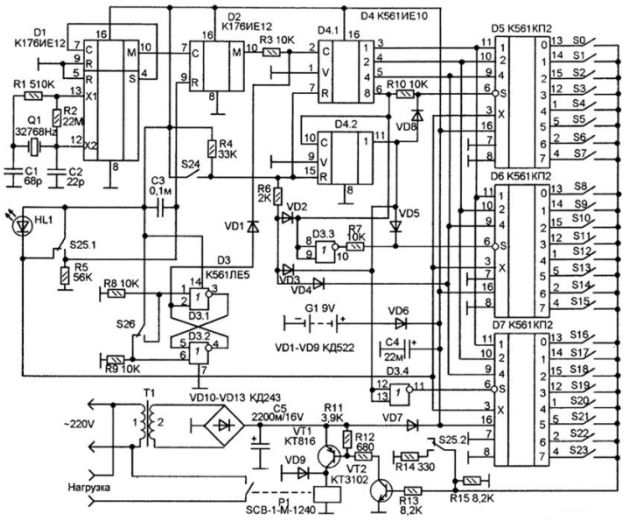
4 Определить характеристики резисторов, имеющих внешний вид, приведённый на рисунке. Создать элемент в САПР KiCAD.



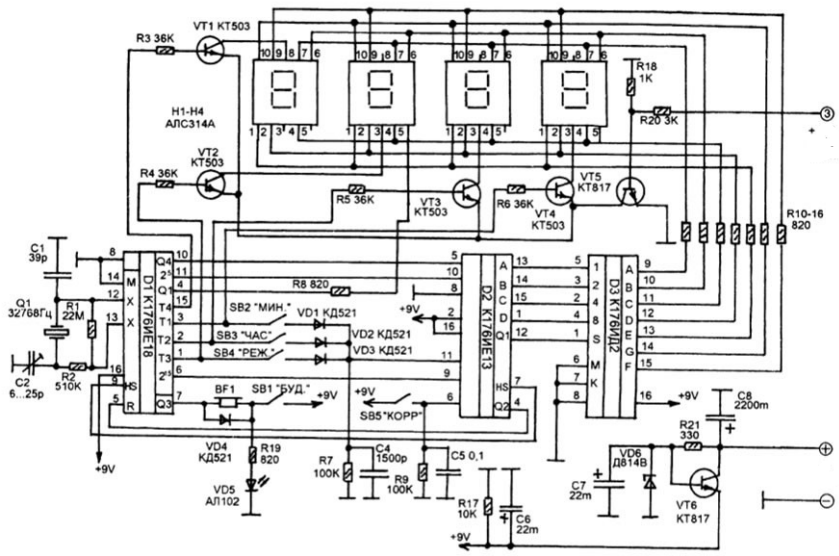
5 Определить параметры SMD-резисторов с обозначениями: 49R, 23B, 70, 01F, 84S, 13D. Создать элемент в САПР KiCAD.

Тема 2.2 Разработка принципиальной схемы устройства в САПР.

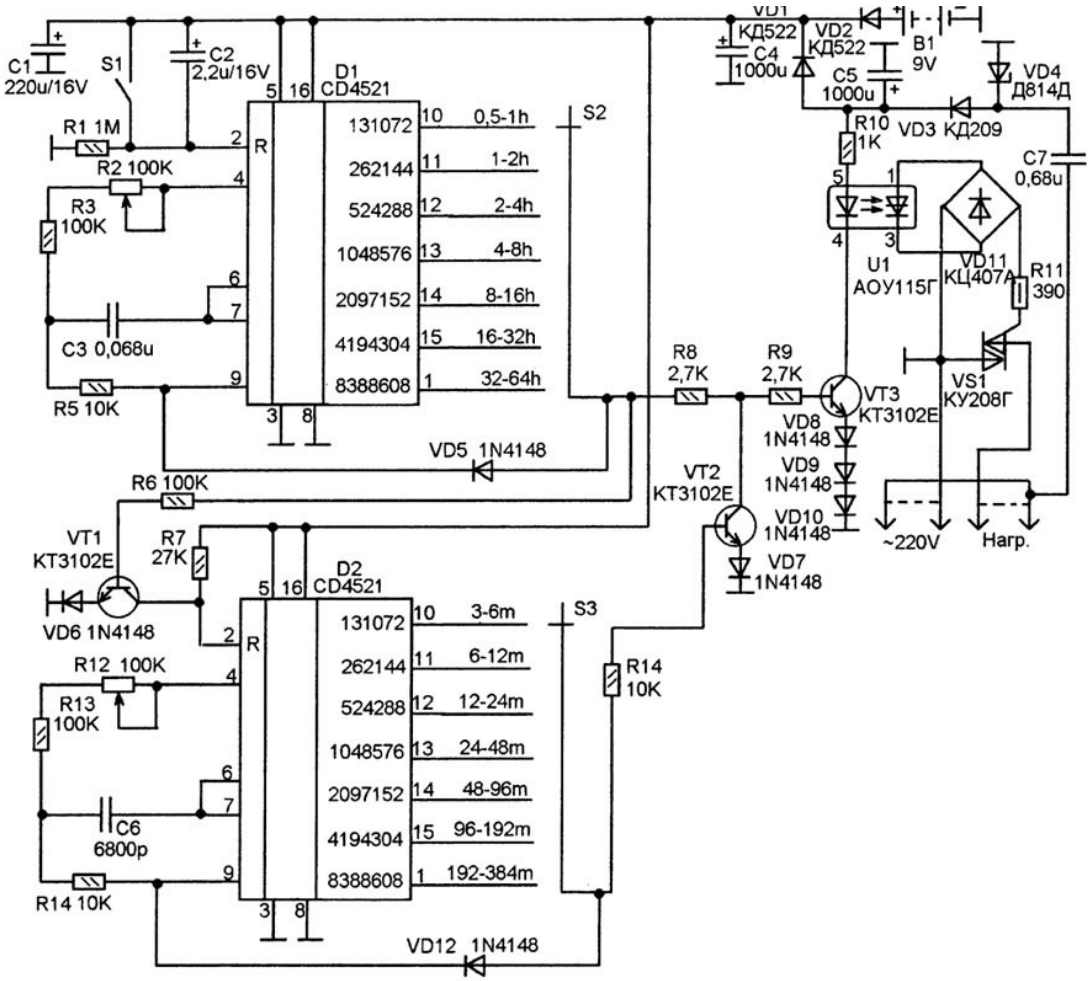
6 Разработать принципиальную схему устройства в САПР KiCAD.



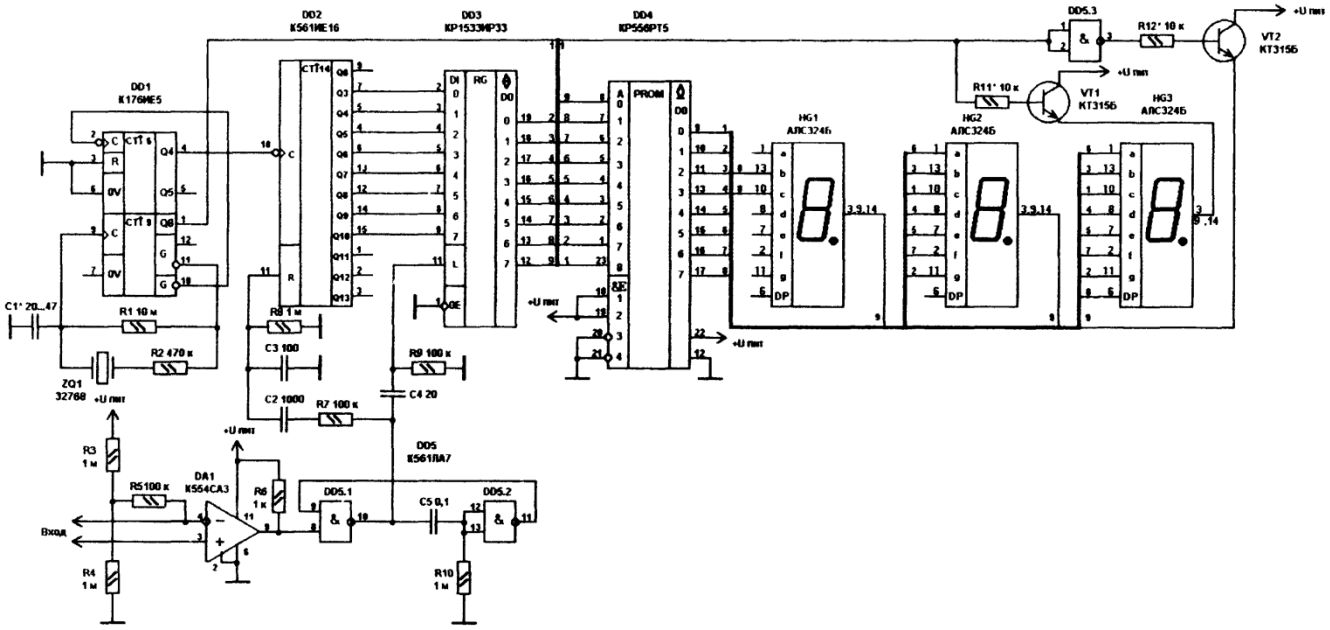
7 Разработать принципиальную схему устройства в САПР KiCAD.



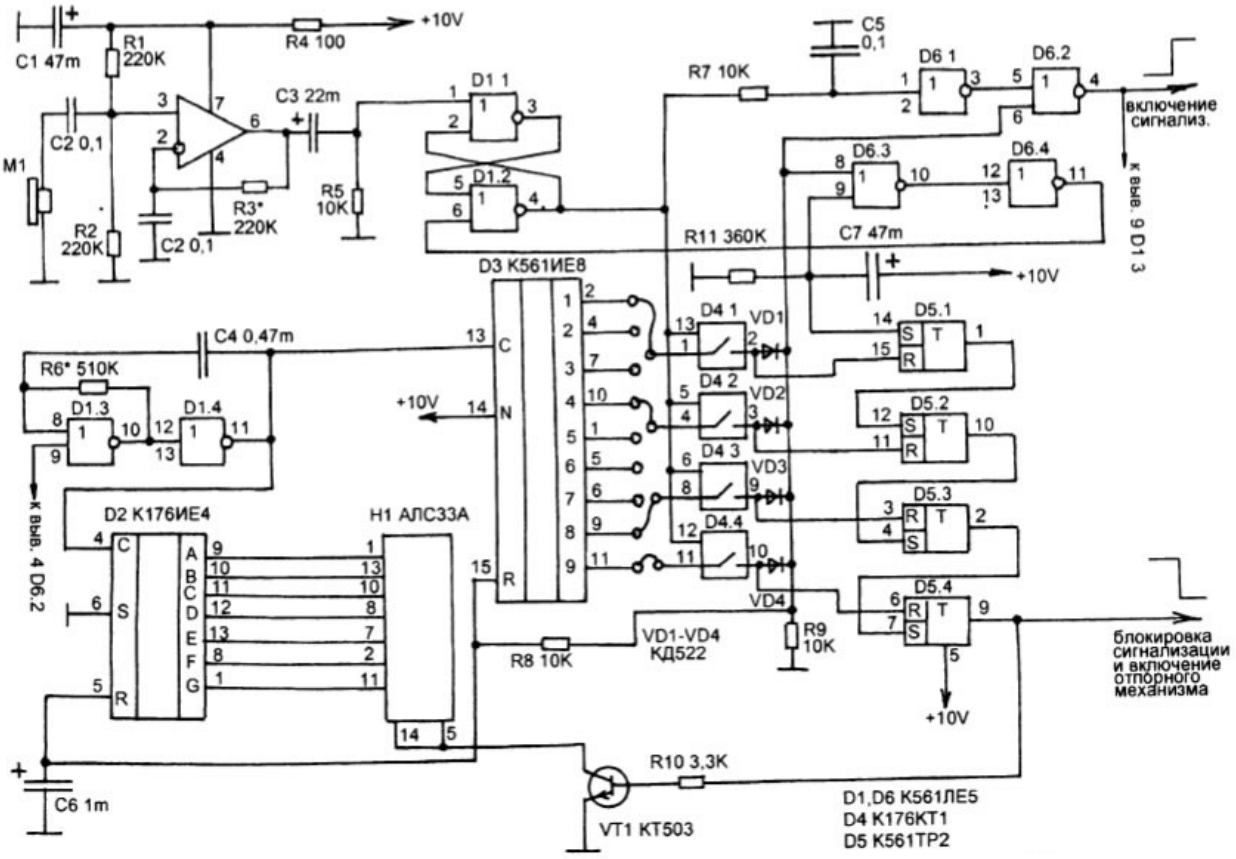
7 Разработать принципиальную схему устройства в САПР KiCAD.



8 Разработать принципиальную схему устройства в САПР KiCAD.

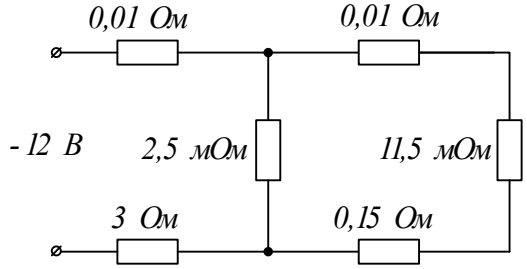


9 Разработать принципиальную схему устройства в САПР KiCAD.

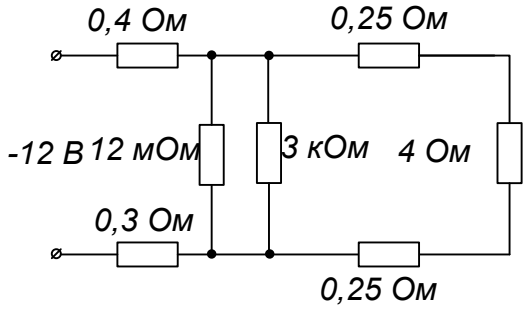


Тема 2.2 Разработка топологии печатной платы, трассировка, редактирование и обеспечение соблюдения проектных норм

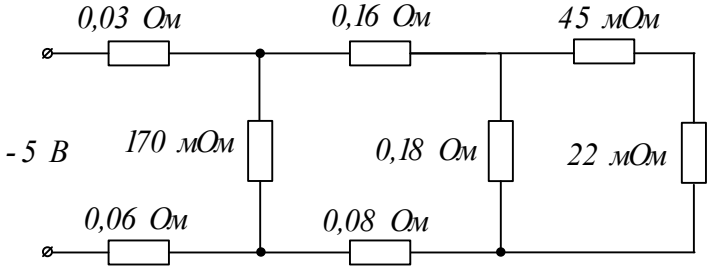
11 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



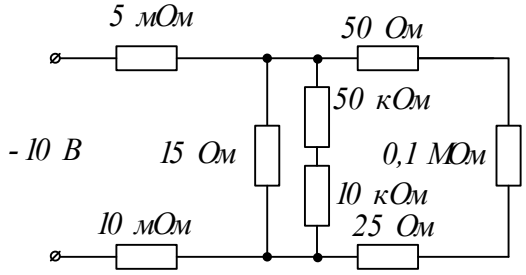
12 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



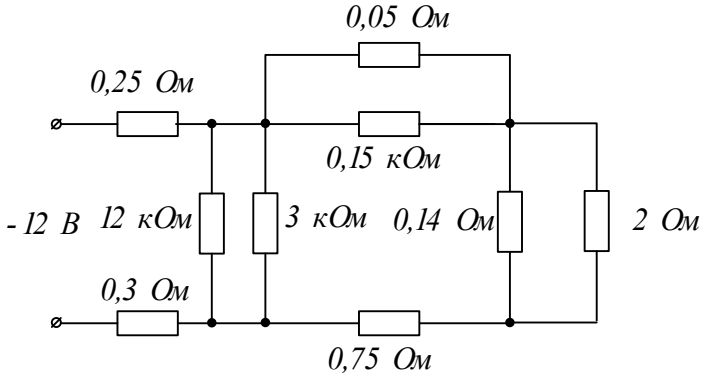
13 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



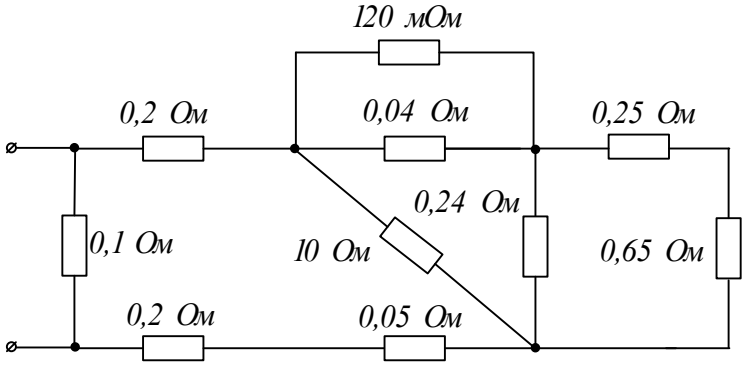
14 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



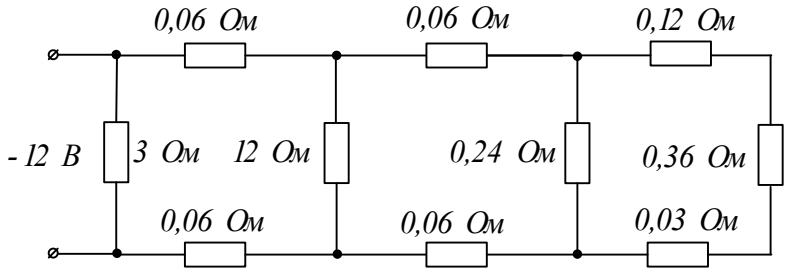
15 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



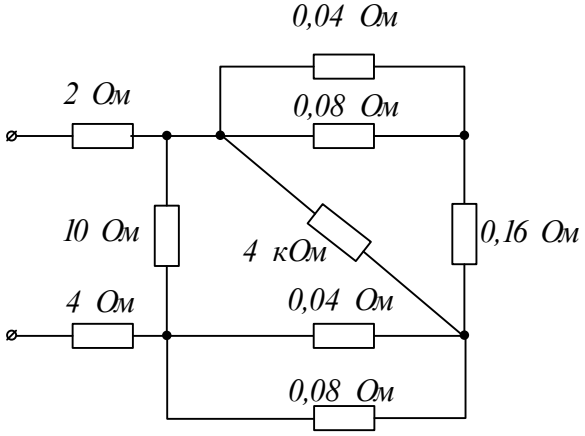
16 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм



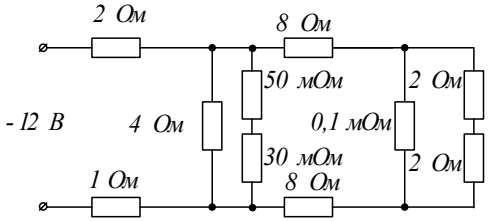
17 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 50 мкм



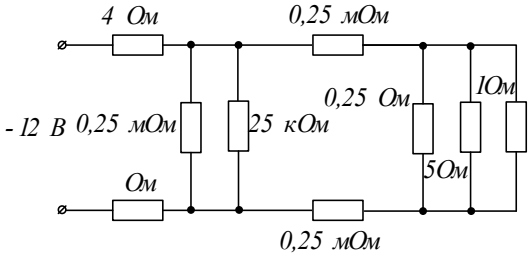
18 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 70 мкм



19 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 18 мкм

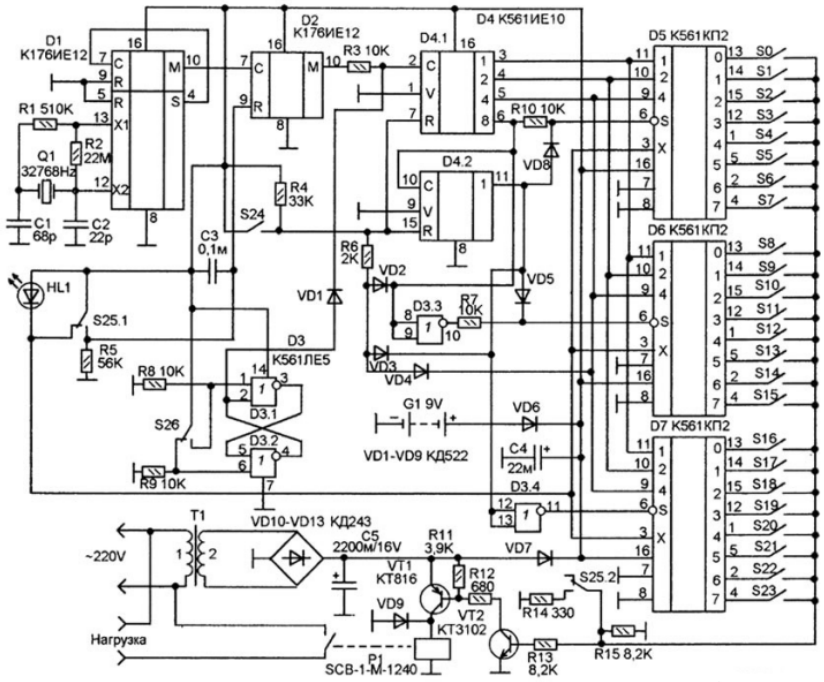


20 Для схемы, представленной на рисунке, рассчитать требуемые ширины дорожек на плате при толщине медной фольги 35 мкм

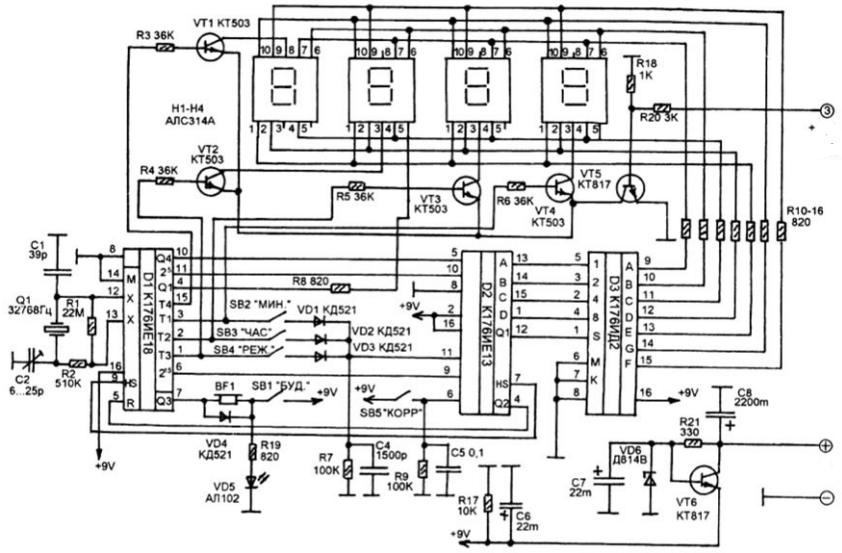


Тема 2.2 Разработка 3D модели печатной платы.

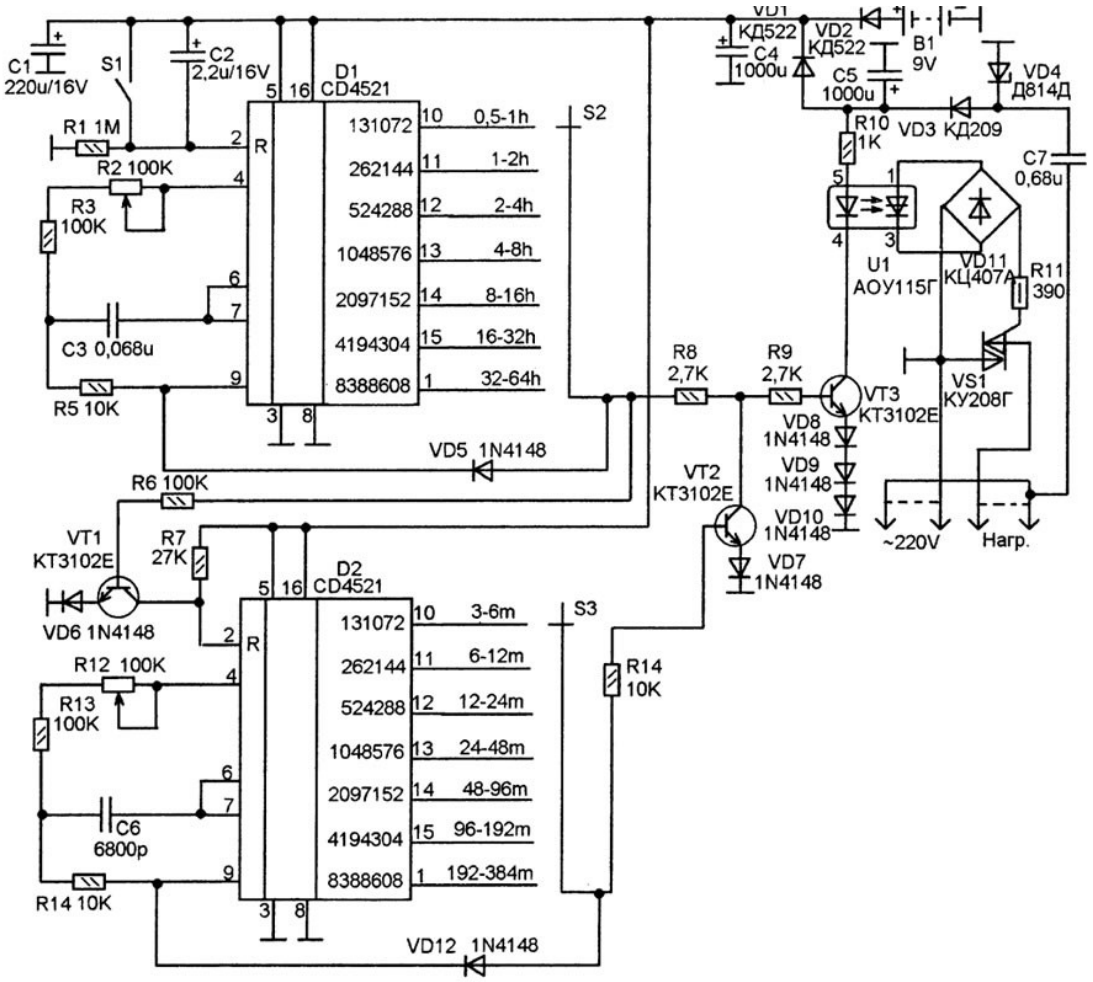
21 Выполнить трассировку и определить 3D-вид для платы, соответствующей схеме.



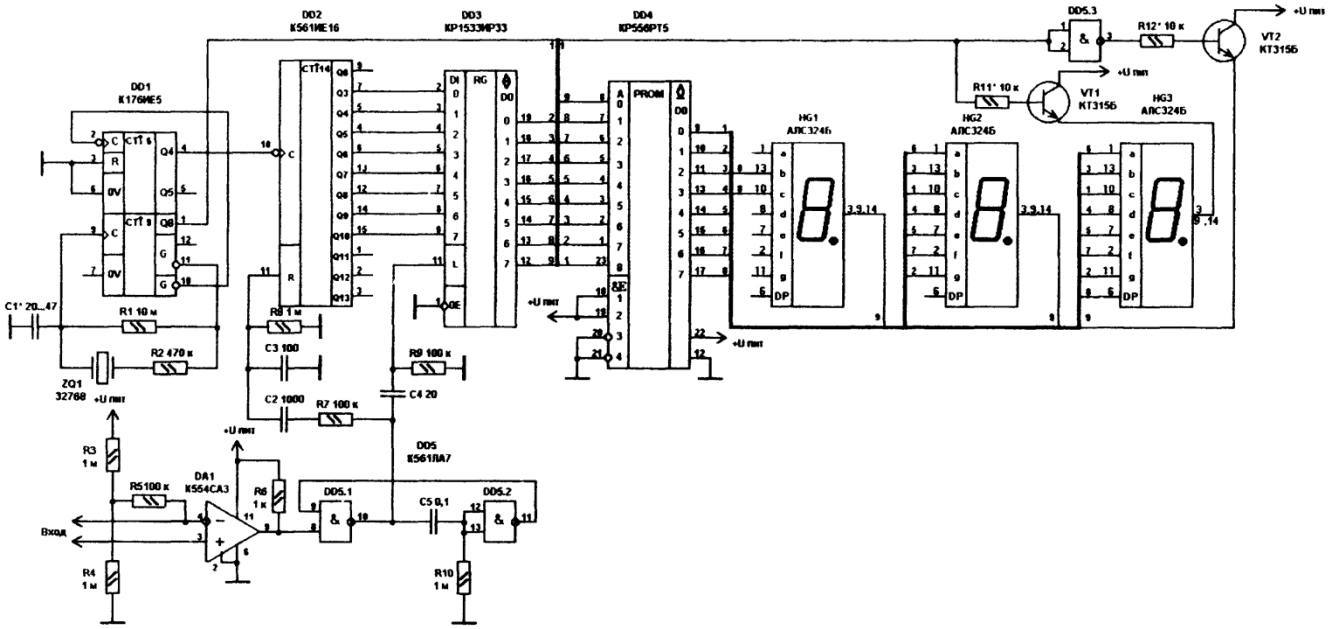
22 Выполнить трассировку и определить 3D-вид для платы, соответствующей схеме.



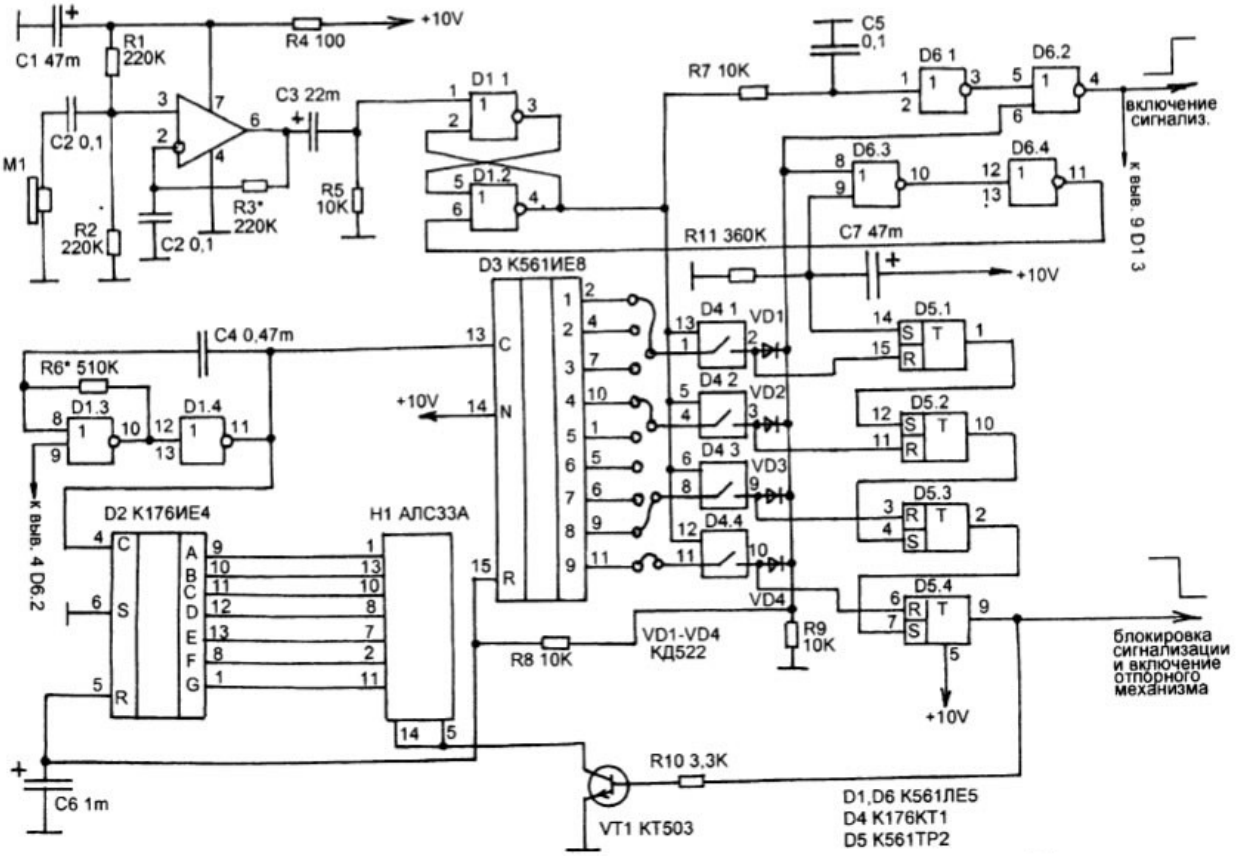
23 Выполнить трассировку и определить 3D-вид для платы, соответствующей схеме.



24 Выполнить трассировку и определить 3D-вид для платы, соответствующей схеме.



25 Выполнить трассировку и определить 3D-вид для платы, соответствующей схеме.



4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Требования системы ЕСКД по проведению технологического процесса на сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств.
2. Технологическая документация, применяемая при сборке, монтаже и демонтаже.
3. Основные технологические документы общего и специального назначения.
4. Требования международных стандартов по проведению технологического процесса на сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств.
5. Виды монтажных работ.
6. Механический, электрический, печатный монтаж.
7. Навесной монтаж.
8. Поверхностный монтаж.
9. Монтаж компонентов в металлизированные отверстия.
10. Автоматизация технологического процесса пайки.
11. Техника безопасности при монтажно-сборочных работах.
12. Методы изготовления многослойных печатных плат.
13. Метод попарного прессования.
14. Метод открытых контактных площадок и выступающих выводов.

15. Метод послойного наращивания.
16. Металлизация сквозных отверстий и переходных отверстий.
17. Способы изготовления печатных плат
18. Изготовление позитивных и негативных фотошаблонов.
19. Изготовление позитивных и негативных фоторезистов.
20. Методы и способы нанесения фоторезиста.
21. Программное обеспечение для трассировки и проектирования печатных плат.
22. Поверхностно монтированные изделия (SMD - компоненты).
23. Трафаретная печать, виды трафаретов.
24. Маршруты сборки и монтажа.
25. Последовательность сборки и монтажа, схема процесса, CAD-
26. Пасты, состав и классификация, правила работы с пастами.
27. Пайка волной припоя.
28. Пайка оплавлением.
29. Селективная пайка.
30. Пайка инфракрасным нагревом.
31. Лазерная пайка.
32. Пайка в парогазовой фазе.
33. Пайка в глухие отверстия.
34. Соединители прямого и косвенного сочленения.
35. Типовой процесс сборки и монтажа типового элемента замены.
36. Монтаж стоек, блоков и на печатных платах.
37. Изготовление моточных изделий (трансформаторов, индуктив-ностей), наборных кабелей и жгутов.
38. Распайка, дефектация и утилизация электронных элементов, приборов, узлов.
39. Виды и режимы механической обработки полупроводниковых материалов, параметры и технические характеристики оборудования.
40. Микросварка и микропайка элементов.
41. Ультразвуковая пайка на станках- полуавтоматах и автоматах посадки с применением оптических приборов.
42. Влагозащита электрического монтажа заливкой компаундом, пресс-материалом.

5 Вопросы к зачёту для промежуточной аттестации

1. Требования системы ЕСКД по проведению технологического процесса на сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств.
2. Технологическая документация, применяемая при сборке, монтаже и демонтаже.

3. Основные технологические документы общего и специального назначения.

4. Требования международных стандартов по проведению технологического процесса на сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств.

5. Виды монтажных работ.

6. Механический, электрический, печатный монтаж.

7. Навесной монтаж.

8. Поверхностный монтаж.

9. Монтаж компонентов в металлизированные отверстия.

10. Автоматизация технологического процесса пайки.

11. Техника безопасности при монтажно-сборочных работах.

12. Методы изготовления многослойных печатных плат.

13. Метод попарного прессования.

14. Метод открытых контактных площадок и выступающих выводов.

15. Метод послойного наращивания.

16. Металлизация сквозных отверстий и переходных отверстий.

17. Способы изготовления печатных плат

18. Изготовление позитивных и негативных фотошаблонов.

19. Изготовление позитивных и негативных фоторезистов.

20. Методы и способы нанесения фоторезиста.