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

Проектирование электронной компонентной базы

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: 29-04-2025 11:07:03 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основ проектирования электронной компонентной базы.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение современных методов проектирования, основных технологических процессов создания интегральных схем, основ схемотехнического и топологического проектирования интегральных схем;

– усвоение принципов разработки и конструирования интегральных микросхем и устройств на их базе; получение навыков работы с САПР.

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 топологического проектирования;
– Основы технического проектирования;
– Материалы электронной техники;
– Электронная техника;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть;
– Основы микропроцессорной техники.

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

– Микропроцессорные управляющие и информационные устройства;
– Компоненты электронной техники;
– Схемотехника;
– Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты

(группы) ПК		достижения ПК	обучения
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.2 Использует элементы электронной компонентной базы для создания необходимых условий для проведения испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	– знать: конструкцию интегральных микросхем. – уметь: рассчитывать параметры элементов ИМС.
	ПК-3: Способен к обработке результатов измерений и испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-3.1 Определяет объемы и способы организации выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: основные технологии производства ИМС. – уметь: выбирать технологию производства ИМС.
		ПК-3.3 Формирует заключение по данным статистического анализа результатов измерений и испытаний для выборки опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: достоинства и недостатки различных способов корпусирования ИМС. – уметь: выбирать способ корпусирования ИМС.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы расчета габаритов элементов пленочных ИМС. – уметь: рассчитывать размеры элементов пленочных ИМС.
		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: основные САПР печатных плат и ИМС. – уметь: работать в САПР печатных плат и ИМС.
	ПК-5: Способен к	ПК-5.3 Оценивает	– знать: ограничения

	проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	необходимое быстродействие, пределы потребляемой мощности, площади и других специальных параметров блоков	на степень интеграции ИМС. – уметь: проводить тепловой расчет.
	ПК-6: Способен к разработке первичного варианта схемотехнического описания отдельных аналоговых блоков	ПК-6.1 Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых субблоков, создания символьных представлений	– знать: принципы условного обозначения и маркировки ИМС. – уметь: создавать электрические принципиальные схемы на основе ИМС.
		ПК-6.2 Строит список соединений на основе графической электрической схемы	– знать: принципы построения и назначение списка соединений. – уметь: автоматически создавать список соединений в САПР.
	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: принципы схемотехнического описания элементов электрических схем. – уметь: разрабатывать и корректировать описания элементов в САПР.
		ПК-7.2 Проводит интеграцию схемотехнических решений аналоговых субблоков в состав всего СФ-блока	– знать: способы подключения ИМС к схемам. – уметь: выбирать тип соединений ИМС в соответствии с заданием.
		ПК-7.3 Строит иерархическую структуру из аналоговых субблоков, представляющую всю аналоговую подсистему в целом	– знать: принципы иерархического проектирования. – уметь: применять принципы иерархического проектирования.

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***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***87***	*87*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***45***	*45*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в проектирование интегральных микросхем;

Тема 1.1 Основы функционально-логического, схемотехнического и физико-топологического проектирования. (Маршруты и этапы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование. Основы функционально-логического, схемотехнического и физико-топологического проектирования.);

Тема 1.2 Технологии и методологии проектирования интегральных микросхем (Виды и способы проектирования. Методы описания электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Сравнение различных технологий и методологий проектирования интегральных микросхем. Программируемые логические интегральные схемы. Системы на кристалле. Назначение и

характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники.);

Раздел 2 Проектирование микросхем;

Тема 2.1 Методы и алгоритмы компоновки, размещения элементов и трассировки соединений. (Основные способы описания цифровых схем с помощью языков VHDL и VERILOG. Методы и алгоритмы компоновки, размещения элементов и трассировки соединений. Технические требования на разработку топологии элементной базы. Расположение тестовых элементов. Метки совмещения фотошаблонов. Проверка топологии на соответствие технологическим, механическим и электрическим требованиям. Диагностика и исправление ошибок проектирования.);

Тема 2.2 Принципы компоновки гибридных и пленочных микросхем. (Принципы компоновки гибридных и пленочных микросхем. Ограничения при проектировании пленочных и гибридных МС. Типы корпусов и соединений. Особенности применения БИС и СБИС в электронике.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Основы проектирования ИМС	4	
Тема 1.1.	Технологии проектирования ИМС и изготовления шаблонов	4	
Тема 1.2.	Технология производства ИМС	4	
Тема 1.2.	Назначение и характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники	2	
Тема 2.1.	Язык VHDL	3	
Тема 2.1.	Язык VERILOG	3	
Тема 2.1.	ПЛИС	4	
Тема 2.2.	Пленочные и гибридные МС	4	
Тема 2.2.	Моделирование ИМС	4	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**

Тема 1.1; Тема 1.2.	Разработка топологии гибридной интегральной микросхемы	8	
Тема 2.1; Тема 2.2.	Моделирование ИМС	8	
Итого:		**16**	**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**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	43	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	44	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	45	
Итого:		**132**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи 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 – 45 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 4 минуты).

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
50 до 100	«зачтено»
менее 50	«не зачтено»

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 устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим

работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– 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);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка

«неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 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

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное

	количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 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

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
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».

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: экзамен.

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

13.2 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.
удовлетворитель	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся,

Оценка	Требования к знаниям
но	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 Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0866-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/167727 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. – URL: https://e.lanbook.com/book/167773 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Попов, В. Д. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении : учебное пособие / В. Д. Попов, Г. Ф. Белова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1375-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/168518 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Смирнов, Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1379-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/168550 (дата обращения: 27.03.2025);

5 Юзова, В.А. Материалы и компоненты электронных средств : практикум / Юзова В.А., Семенова О.В., Харлашин П.А. – Москва : СФУ, 2012. – 140 с. – ISBN 978-5-7638-2496-4. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763824964.html (дата обращения: 27.03.2025).

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

8 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;
– Mathcad;
– 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);
- 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):

доцент Поползин Иван Юрьевич (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

Выберите один правильный ответ.

1. Чем обусловлено протекание электрического тока в металлах и их высокая электропроводность?

а) Полярные молекулы;
б) Электронный газ;
в) Положительные и отрицательные ионы;
г) Электроны и дырки.

2. Какова единица измерения электропроводности?

а) Ом;
б) Генри;
в) Фарад;
г) Сименс.

3.Моножильный провод из какого металла обладает наименьшим удельным сопротивлением при прочих равных условиях?

а) Алюминий;
б) Медь;
в) Сталь;
г) Нихром.

4. Какой из указанных элементов в настоящее время является основным для изготовления электронных устройств?

а) Германий;
б) Кремний;
в) Углерод;
г) Медь.

5. Что происходит в металлическом проводнике при увеличении частоты тока через него?

а) Увеличение удельного сопротивления;
б) Уменьшение удельного сопротивления;
в) Нарушение однородности плотности тока со смещением зоны протекания тока к поверхности проводника;
г) Нарушение однородности плотности тока со смещением зоны протекания тока к центру проводника.

6.Какие электроны называют валентными?

а) Расположенные на внутренних атомных орбиталях;
б) Расположенные на внешних атомных орбиталях;
в) Переходящие между орбиталями;

г) Расположенные вне атома.

7. Выберите верную формулировку закона Ома для ёмкостной цепи переменного тока:

а) $\bar{I} = \frac{\overline{U}}{C}$;

б) $\bar{I} = \frac{\overline{U}}{(1/\omega C)}$;

в) $\bar{I} = \frac{\overline{U}}{\omega C}$;

г) $\bar{I} = \frac{\overline{U}}{(1/\omega C)^2}$.

8. Выберите верную формулировку закона Джоуля-Ленца для цепи постоянного тока:

а) $Q = I^2 Rt$;

б) $Q = \int_0^T RI^2(t)dt$;

в) $Q = U^2 Rt$;

г) $Q = \int_0^T RU^2(t)dt$.

9. Какова единица измерения электродвижущей силы?
а) Ампер;
б) Вольт;
в) Тесла;
г) Гаусс.

10. Какой из перечисленных материалов является диэлектриком?
а) Медь;
б) Алюминий;
в) Оксид меди;
г) Оксид алюминия.

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

Раздел 1. Введение в проектирование интегральных микросхем

1 Устный опрос на лекции

1. Дайте определение понятия «интегральная схема»
2. Поясните, что такое степень интеграции и какие виды ИС по степени интеграции можно выделить.
3. Перечислите основные особенности сверхбольших интегральных схем на основе МОП-транзисторов (КМОП-СБИС).
4. Назовите основные факторы, ограничивающие степень интеграции.
5. Назовите основные особенности систем на кристалле.
6. Назовите принципы классификации и основные особенности методов проектирования ИС.
7. Перечислите основные этапы проектирования СБИС.

2 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:

Выберите один правильный ответ.

1. 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

2. Какая из указанных технологий изготовления ИМС обеспечивает максимальную минитюаризацию готовой ИМС?

а) Ионно-плазменное напыление

б) Фотолитография

в) Рентгеновская литография

г) Эпитаксия

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

а) Резистор

б) Индуктивность

в) Конденсатор

г) Диод

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

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

5. Какой из указанных металлов обладает самой высокой проводимостью?

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

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

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

7. 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

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

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

9. К какому типу полупроводниковых приборов относится MOSFET?

а) Тиристоры
б) Диоды
в) Полевые транзисторы
г) Биполярные транзисторы

10. 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

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.

Примерные задания для практических занятий:

1 Рассчитать количество одинаковых транзисторных усилительных каскадов с общим эмиттером с коэффициентом усиления каждого 15, требуемых для того, чтобы получить общий коэффициент усиления ИМС не менее 10 000. Определить степень интеграции такой ИМС.

2 Определить коэффициент усиления первого каскада трехкаскадного транзисторного усилителя, если общий коэффициент усиления 83 дБ, а коэффициент усиления второго каскада на 6 дБ меньше коэффициента усиления третьего, равного 12 относительным единицам (разам). Определить количество трехкаскадных усилителей для получения ИМС с коэффициентом усиления не менее 8000. Определить степень интеграции ИМС.

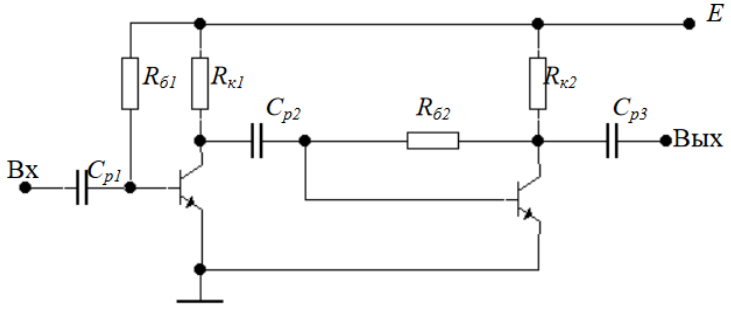
3 Определить количество транзисторов в ИМС 8-разрядного мультиплексора, выполненного на элементах И-НЕ.

4 Определить количество транзисторов в ИМС 8-разрядного сдвигового регистра на D-триггерах с элементной базой ИЛИ-НЕ.

5 Определить количество транзисторов в ИМС 6-разрядного дешифратора, выполненного на элементах И-НЕ.

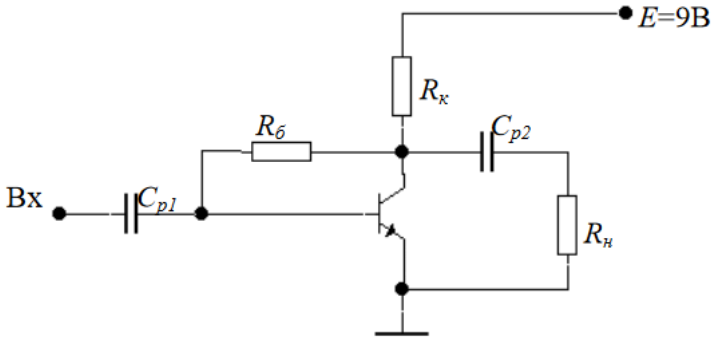
6 Определить минимальное количество выводов ИМС приоритетного 12-разрядного шифратора.

7 Определить вид ОС и амплитуду напряжения обратной связи Uсв в схеме на рисунке, если Rк1 = Rк2 = 1 кОм, Rб1 = 39 кОм, Rб2 = 20 кОм, Uвых = 4 В (амплитудное значение). Параметры транзистора: g = 1 мСм, g i = 10 мкСм, H21 = 100. Определить минимальное количество выводов ИМС, реализующей данную схему и количество транзисторов в ней.



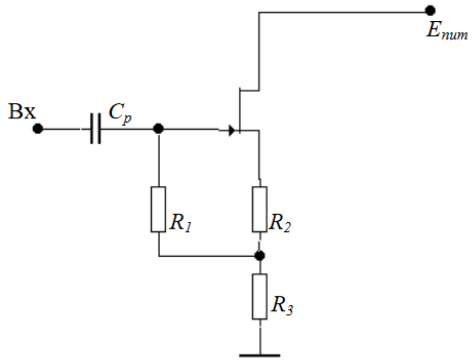
8 Для схемы, показанной на рисунке, определить Rk и Rб, если Uko=5 В, Iko=1 мА, Uбо=0,3 В, Iбо= 0,01 мА, Rн=1 кОм, внутреннее

сопротивление источника сигнала равно 200 Ом. Определить Ср1, если на частоте 2 кГц K/Ko=-1,5 дБ. Параметры транзистора: g = 1 мСм, g i = 10 мкСм,H21 = 100. Определить количество и тип транзисторов в ИМС, реализующей данную схему.



9 ИМС, реализующая каскадную схему усиления, разработана на основе биполярного транзистора со следующими параметрами: g=1 мСм, gi=10 мкСм, H21=100, Rб1=3,9 кОм, Rб2=5,6 кОм, Rэ=1 кОм. Построить схему каскада так, чтобы входное сопротивление ИМС было не менее 1,5 кОм. Определить коэффициент усиления такого каскада, если Rk=Rн=300 Ом.

10 Определить входное сопротивление переменному току звуковой частоты и количество выводов ИМС, реализующей изображенный на рисунке повторитель при крутизне транзистора 5 мА/В. R1 = 20 кОм, R2 = 510 Ом, R3 = 1кОм.



11 Выбрать сопротивление обратной связи Rос в схеме ИМС на рисунке таким образом, чтобы общий коэффициент усиления ИМС не превышал 100. Определить степень интеграции и количество выводов ИМС. Параметры элементов: Rс = 200 Ом, R1 = 27 кОм , R2 = 13 кОм, R3 = R8 = 1 кОм,R4 = R9 = 20 Ом, R5 = 1 кОм, R6 = 27 кОм , R7 = 13 кОм, R10 = 1 кОм,Rн = 2 кОм, C1 = C2 = C4 = C5 = 10 мкФ, C3 = C6 = 100 мкФ,g1=g2=g=1мСм, H21 = 100.

Раздел 2. Проектирование микросхем.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Перечислить методы контроля тонких пленок в процессе напыления

2 Охарактеризовать технологический процесс получения кристаллов ИМС с "шариковыми" выводами

3 Дать определение понятию «фотолитография» и перечислить основные этапы ее технологического процесса.

4. Перечислить основные этапы сборки интегральных микросхем.

5 Перечислить основные этапы монтажа кристаллов ИМС в корпус.

6 Перечислить и охарактеризовать основные типы корпусов микросхем.

7 Перечислить основные особенности использования бескорпусных микросхем.

2 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:

левое усилие установки?

а) LIF

б) PIF

в) ZIF

г) MIF

2. Как называется технология изготовления электронных устройств, при которой кристалл ИМС размещается непосредственно на плате без корпусирования?

а) System-On-Board

б) System-On-Crystal

в) Chip-On-Board

г) Chip-On-Crystal

3. Что из перечисленного характерно для компаундированных бескорпусных микросхем?

а) Легкость демонтажа платы

б) Легкость демонтажа ИМС

в) Сложность демонтажа платы

г) Сложность демонтажа схемы

4. С уменьшением размера элементарного структурного элемента наблюдается:

а) Увеличение ширины запрещённой зоны

б) Сдвиг полосы поглощения в область больших энергий

а) Переход к немонотонной зависимости электрических свойств от размеров

г) Всё вышеперечисленное

5. Полупроводники какого типа целесообразно применять, если требуется повышенная стойкость прибора к ионизирующему излучению?

а) Широкозонные

б) Узкозонные

в) С акцепторными примесями

г) С донорными примесями

6. Какой из нижеперечисленных полупроводниковых материалов имеет значительную ширину запрещенной зоны?

а) Чистый кремний;

б) Карбид кремния;

в) Арсенид индия;

г) Арсенид галлия.

7. Чем, в основном, ограничивается степень интеграции ИМС в настоящее время?

а) Термической стойкостью кристалла;

б) Электрической стойкостью кристалла;

в) Химической стойкостью кристалла;

г) Механической прочностью кристалла.

8. Каким основным недостатком обладает технология монтажа BGA?

а) Малая механическая прочность выводов

б) Значительные габариты корпусированной ИМС

в) Нерациональное использование посадочного места

г) Необходимость дополнительного компаундирования

9. Какая технология может применяться для подсоединения металлических выводов к кристаллу ИМС?

а) Пайка;

б) Скрутка;

в) Склеивание;

г) Сварка

10. В каких приборах целесообразно применять в качестве основного полупроводникового материала германий?

а) Термостойкие;

б) Высокочастотные;

в) Устойчивые к ионизирующему излучению;

г) Сверхминиатюрные

11. Какой из указанных языков является языком описания аппаратуры?
а) Verilog;
б) Ada;
в) Java;
г) Ассемблер.

12. Что из указанного является неотъемлемой частью системного подхода к проектированию?
а) Выявление иерархических связей
б) Структурное описание объекта
в) Разбиение объекта на функциональные блоки
г) Систематизация функций объекта

13. Для описания какого класса устройств целесообразно применять язык Verilog?
а) ПЛИС
б) Пассивные электронные элементы
в) ИС малой интеграции
г) Активные электронные элементы

14. В качестве герметизирующих материалов используют:
а) Эпоксидные смолы
б) Кремнийорганические смолы
в) Полиэфирные смолы
г) Все вышеперечисленное

15. Какое название носят заказные микросхемы?
а) BGA
б) PLD
в) ASIC
г) ASIP

16. Какая фирма является наиболее крупным производителем ПЛИС в мире?
а) AMD
б) Altera
в) Intel
г) Samsung

17. Что является основным элементом для составления пользовательской логики в FPGA?
а) Программируемые логические блоки

б) Блоки ввода-вывода
в) Программируемые логические интегральные схемы
г) Вентильные ячейки

18. К какому классу относятся модели, описывающие протекание физических процессов, обусловливающих отдельные технологические операции:
а) функционально-логические модели;
б) схемотехнические модели;
в) физико-топологические модели;
г) технологические модели.

19. Усложнение моделей в процессе их исторического развития вызвано:
а) совершенствованием вычислительных методов и алгоритмов;
б) повышением производительности ЭВМ;
в) совершенствованием технологии интегральных схем и ужесточением требований к параметрам полупроводниковых структур;
г) конкуренцией на рынке производителей программного обеспечения.

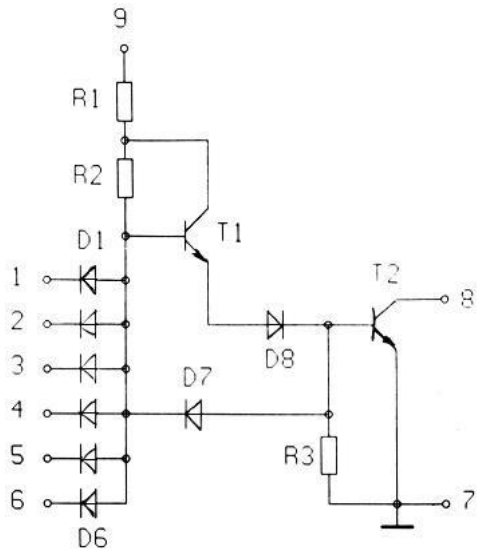
20. Целью физико-топологического моделирования интегральных логических элементов СБИС является:
а) нахождение токов и напряжений на внешних выводах компонентов (определение их вольт-амперных характеристик);
б) расчет режимов технологических операций, обеспечивающих изготовление полупроводниковых структур с заданными характеристическими размерами;
в) расчет токов и напряжений в электрических цепях интегральных схем;
г) построение временных диаграмм с целью обнаружения и устранения функционально-логических ошибок.

3 Выполнение практических работ

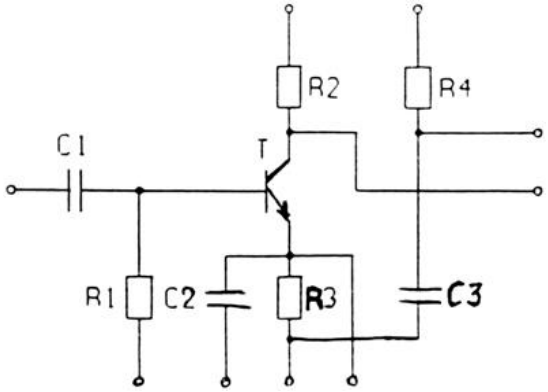
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примерные задания для практических занятий:

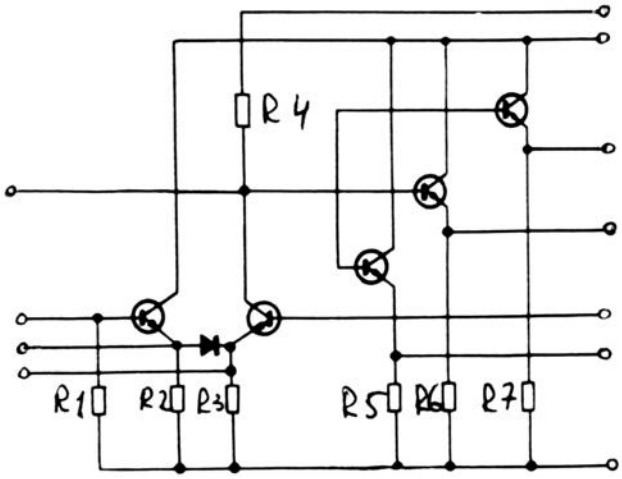
1 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная схема которого показана на рисунке.



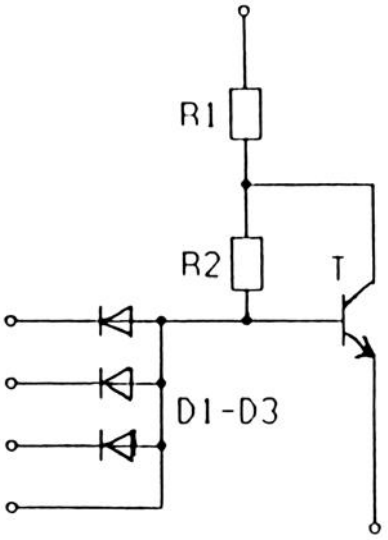
2 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



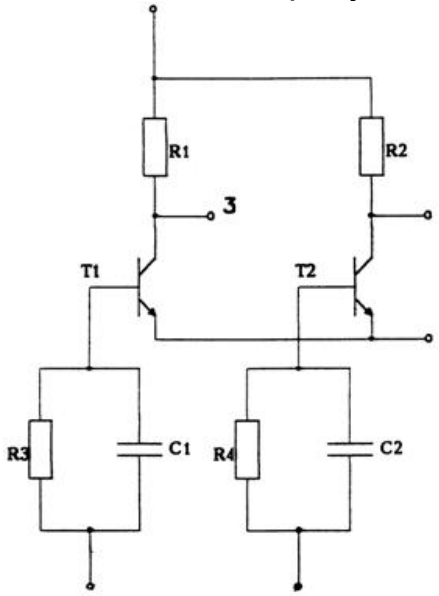
3 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



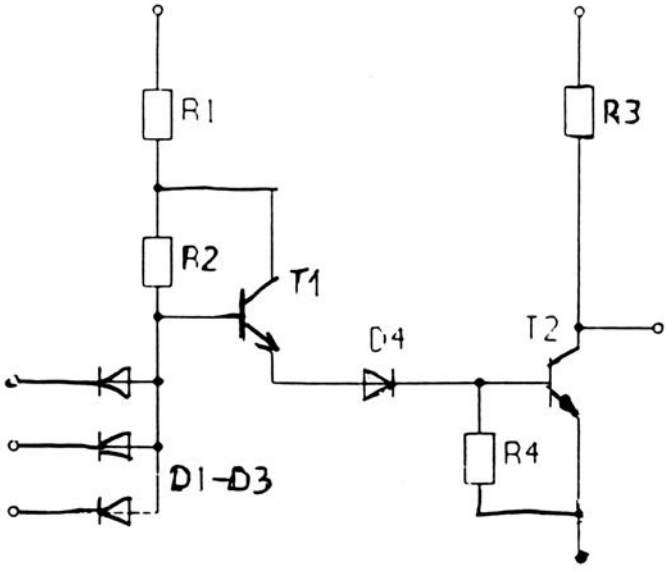
4 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



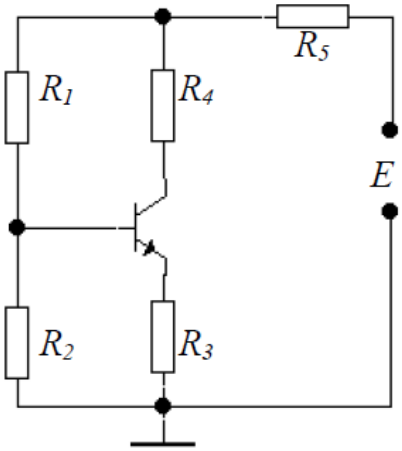
5 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



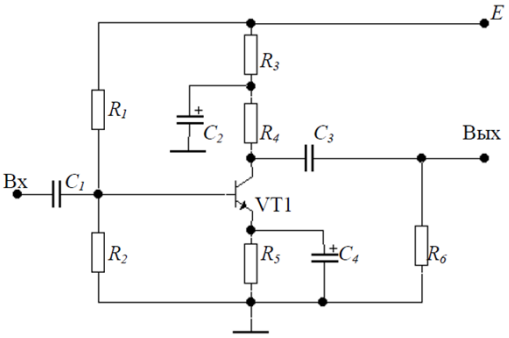
6 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



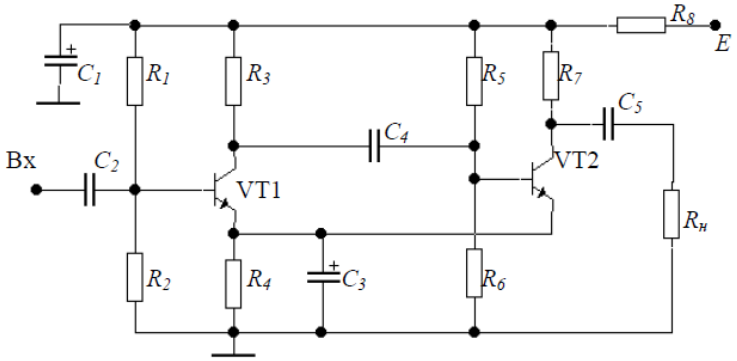
7 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



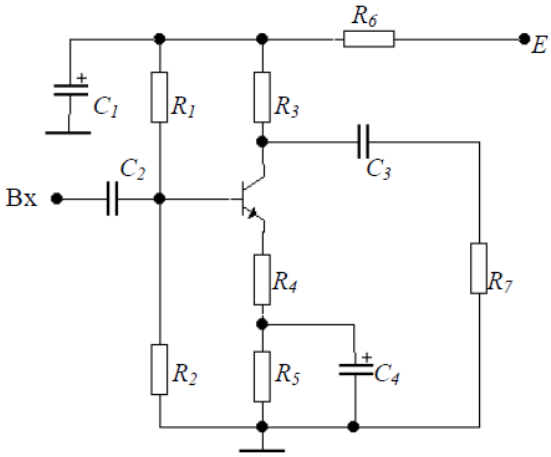
8 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



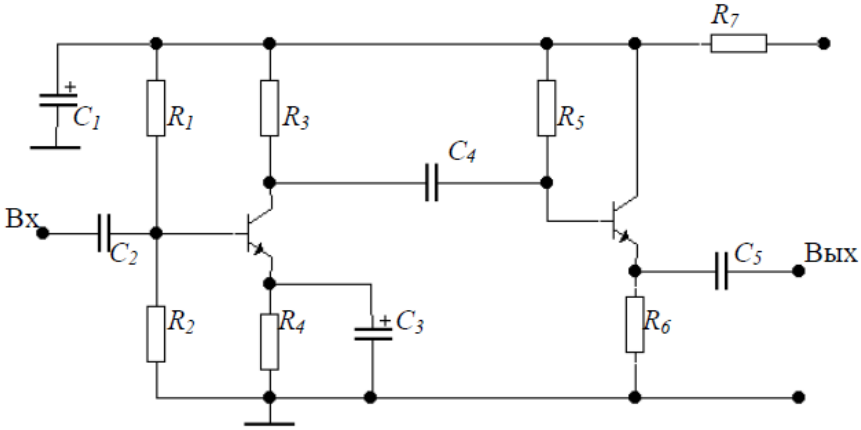
9 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



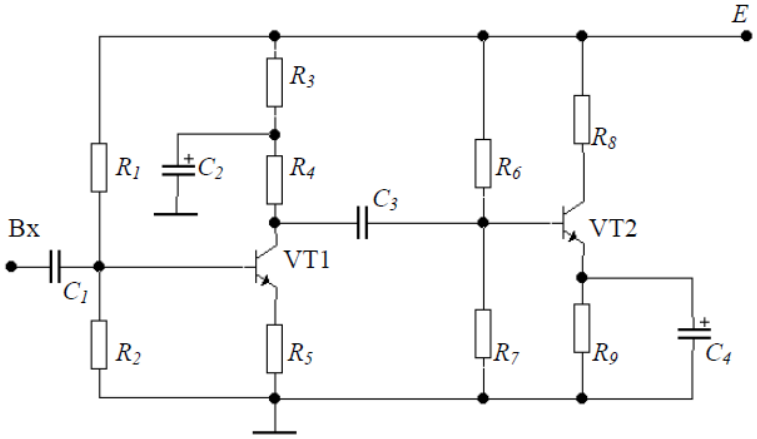
10 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



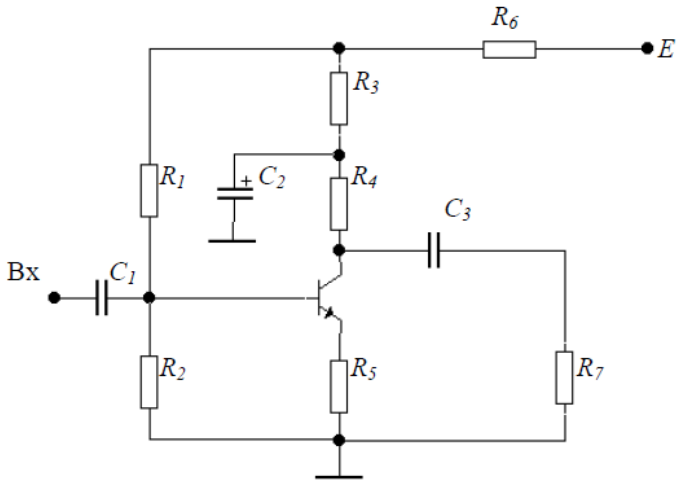
11 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



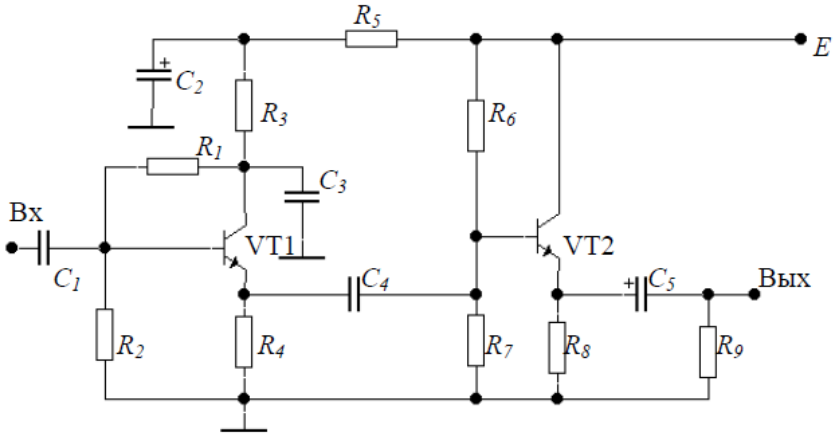
12 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



13 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



14 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



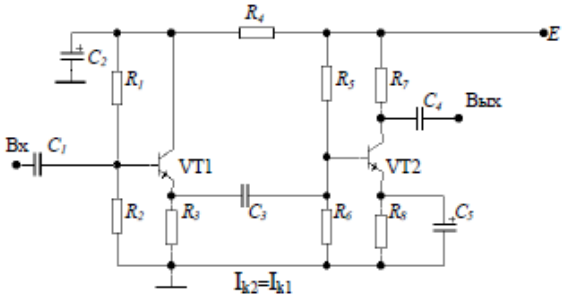
5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Маршруты и этапы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование.
2. Основы функционально-логического, схемотехнического и физико-топологического проектирования.
3.Виды и способы проектирования. Методы описания электронной компонентной базы на различных этапах проектирования.
4.Сравнение различных технологий и методологий проектирования интегральных микросхем (заказные ИМС, микросхемы на основе стандартных ячеек и базовых матричных кристаллов (БМК), программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), системы на кристалле).
5.Назначение и характеристики основных программных комплексов САПР микроэлектроники.
6.Языки проектирования высокого уровня.
7Основные способы описания цифровых схем с помощью языков VHDL и VERILOG.
8.Верификация проектных решений.
9. Реализация заказных ИМС на основе ПЛИС

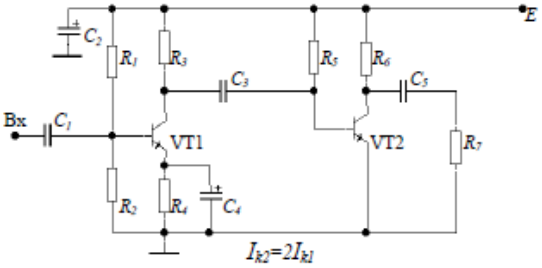
10. Надежность больших систем.
11.Современные методы обеспечения надежности.
12. Технологические аспекты и их учет при системном проектировании.
13. Понятие параметрического брака и возможности его устранения при схемотехническом моделировании СБИС.
14. Роль схемотехнического моделирования при разработке топологии СБИС.
15. Основные этапы проектирования топологии ИМС.
16. Методы и алгоритмы компоновки, размещения элементов и трассировки соединений.
17. Технические требования на разработку топологии элементной базы.
18. Расположение тестовых элементов.
19. Метки совмещения фотошаблонов.
20. Проверка топологии на соответствие технологическим и электрическим правилам проекта.
21. Диагностика и исправление ошибок проектирования.
22. Проектирование топологии заказных микросхем на основе БМК. Классификация БМК.
23. Особенности проектирования гибридных микросхем.
24. Принципы компоновки и паразитные связи в гибридных микросхемах.
25. Конструктивно-технологические требования и ограничения при проектировании гибридных микросхем.
26. Особенности проектирования и технологии БИС, СБИС в наноэлектронике.
27. Особенности моделирования СБИС.
28. Иерархия моделей СБИС.
29. Технологические модели элементов СБИС.
30. Схемотехнические и функционально-логические модели СБИС

6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

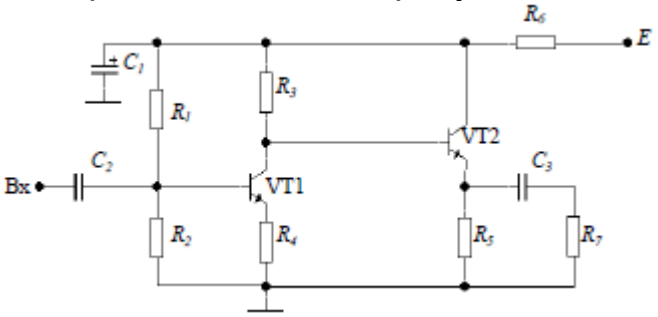
1 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



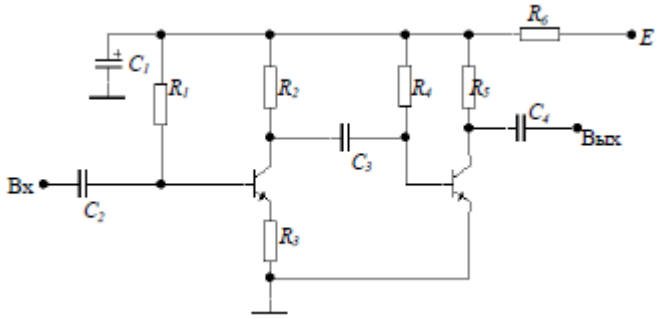
2 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



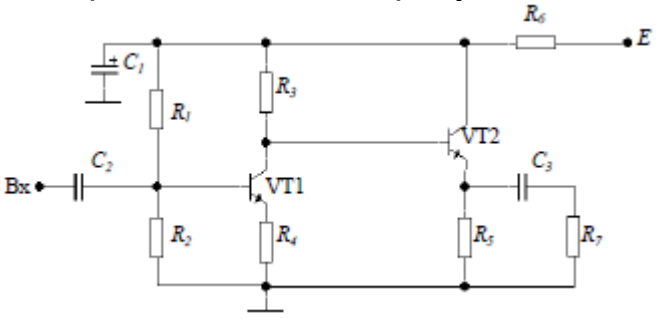
3 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



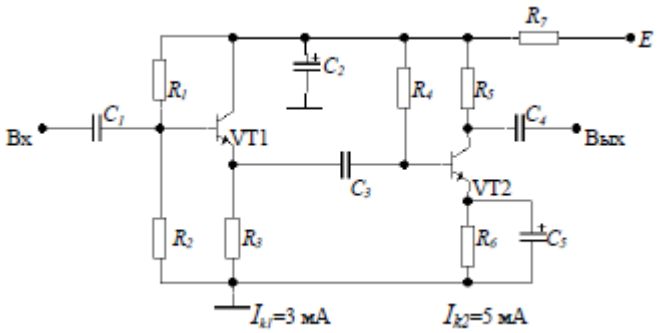
4 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



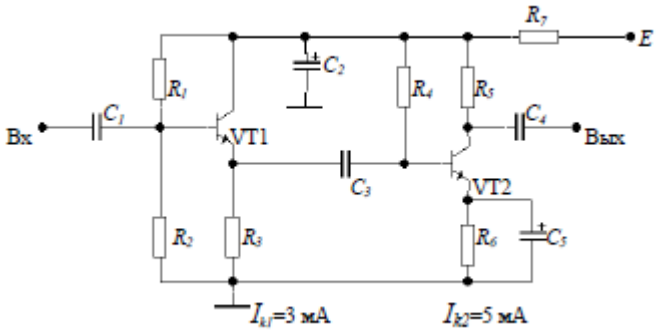
5 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



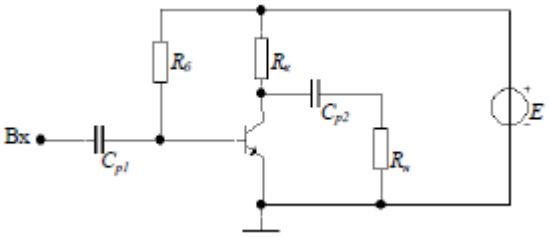
6 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



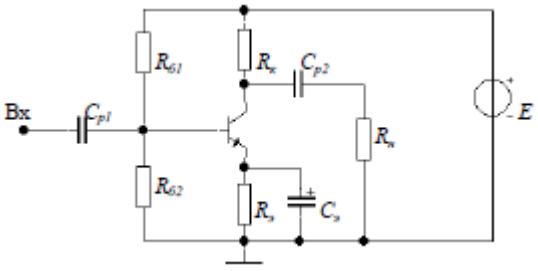
7 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



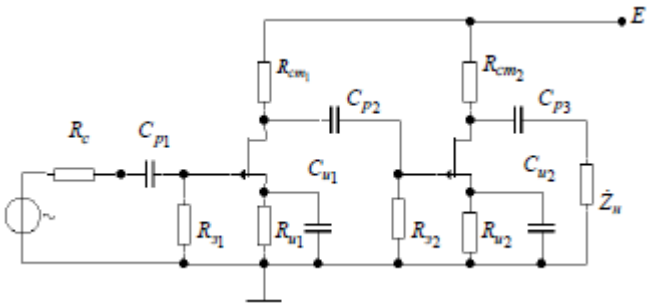
8 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



9 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.



10 Разработать топологию ГИМС устройства, принципиальная электрическая схема которого показана на рисунке.


E
R_{cm_1}
R_{cm_2}
C_{p2}
C_{p3}
R_c
C_{p1}
C_{u1}
C_{u2}
$\dot{Z}_н$
$R_{э1}$
R_{u1}
$R_{э2}$
R_{u2}