МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых систем

программы подготовки специалистов среднего звена
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Форма обучения: очная

Владивосток 2026

Рабочая программа профессионального МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых устройств профессионального модуля ПМ,01 Проектирование цифровых систем разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утверждённого приказом Минпросвещения России от 25 мая 2022 г. № 362, примерной образовательной программой.

Разработчики: Д.И. Головин, преподаватель КСД ВВГУ

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии

Протокол № 9 от « 18 » 05 2026 г.

Председатель ЦМК _____ *Е.А. Стефанович*
подпись

Согласована:

Начальник отдела информационных технологий, Филиал Российской телевизионной и радиовещательной сети «Приморский краевой радиотелевизионный передающий центр»

Д.М. Шумов
(подпись, печать)

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Рабочая программа МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых систем является частью профессионального цикла основной образовательной программы (далее ООП) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины, обучающиеся должны продемонстрировать результаты обучения, соотнесённые с результатами освоения ООП СПО, приведенные в таблице:

Код ОК, ПК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ПК1.1-ПК.14 ОК1-ОК9	У1	Применять методы анализа требований
	У2	Применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы
	У3	Применять системы автоматизированного проектирования
	У4	Осуществлять компьютерное моделирование цифровых систем с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования
	У5	Оформлять результаты тестирования цифровых систем
	У6	Применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию
	У7	Пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации
	У8	Выполнять требования нормативно-технической документации
	У9	Разрабатывать рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов
	У10	Применять имеющиеся шаблоны для составления технической документации
	У11	Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации
	У12	Работать в средах моделирования цифровых систем и систем
	У13	Выполнять тестирование прототипов
	У14	Работать с измерительной техникой при настройке, устранении неисправностей и работоспособности электронных устройств с использованием цифровых схем
	У15	Разрабатывать платы печатные, выполнять их сборку, настройку электронных устройств с использованием цифровых схем
	У16	проектировать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии согласно заданию с использованием нормативно-технической документации

	У17	Работать со справочной литературой для правильного выбора цифровых схем при их проектировании
	З1	Основные параметры и условия эксплуатации систем
	З2	Особенности построения, применения и подключения основных типов цифровых систем
	З3	Электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них
	З4	Технические характеристики типовых цифровых систем
	З5	Особенности применения и подключения основных типов цифровых устройств
	З6	Основы электротехники и силовой электроники
	З7	Основы полупроводниковой электроники
	З8	Основы цифровой схемотехники
	З9	Основы аналоговой схемотехники
	З10	Основы микропроцессоров
	З11	Основные понятия теории автоматического управления
	З12	Номенклатуру основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики
	З13	Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
	З14	Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств
	З15	Специальные пакеты прикладных программ для конструирования радиоэлектронных средств: наименования, возможности и порядок работы в них
	З16	Основные методы проведения электротехнических измерений и основы метрологии
	З17	Виды и содержание конструкторской документации на цифровые устройства
	З18	Основные требования Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД)
	З19	Правила оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию
	З20	Специальные пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации: наименования, возможности и порядок работы в них
	З21	Прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них
	З22	Среды моделирования цифровых систем и систем
	З23	Методы построения компьютерных моделей цифровых устройств
	З24	Методы обеспечения качества на этапе проектирования
	З25	Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
	З26	Технологии выполнения интегрально-цифровых схем при их проектировании
	З27	Особенности построения цифровых схем в зависимости от их характеристик
	З28	Характеристики и принцип построения микропроцессорной системы на базе микропроцессорного комплекта КР580 серии
	З29	Разные виды печатных плат и особенности при проектировании цифровых систем с учетом всех влияний на них

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы учебной дисциплины	166
В том числе	
- теоретическое обучение	54
- практические занятия	36
- курсовая работа	36
- самостоятельная работа	22
- консультации	12
- промежуточная аттестация (экзамен)	6

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовой (проект)		Объем часов
6 семестр			
Раздел 2.	**Разработка и прототипирование цифровых систем**		**166**
МДК.01.02.	**Разработка и прототипирование цифровых систем**		**166**
Тема 2.1. Организация проектирования электронной аппаратуры	**Содержание**		**4 (0)**
	1.	Основные задачи и этапы проектирования электронной аппаратуры и система стандартов технической документации (ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, ЕСТПП, ЕСЗКС).	
	2.	Конструкторская документация, оформление схем цифровых систем.	
	Практические занятия		**4 (0)**
	2.1.1	Оформления перечня элементов к схеме Э3. Буквенно-цифровые позиционные обозначения на схеме Э3.	
	2.1.2	Доработка схемы Э3 по индивидуальным вариантам.	
Тема 2.2. Условия эксплуатации цифровых систем	**Содержание**		**6**
	1.	Условия эксплуатации цифровых систем, их влияние на свойства РЭА.	
	2.	Объекты установки РЭА и их характеристики.	
	3.	Требования, предъявляемые к конструкции РЭА (тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, надежности и экономические) при оформлении технического задания.	
	Практические занятия		**4**
	2.2.1	Обеспечение помехоустойчивости: разработка цепей питания.	
	2.2.2	Определение конструктивных показателей электронной аппаратуры.	
	Содержание		

Тема 2.3. Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры	1.	Модульный принцип конструирования. Конструктивная иерархия элементов узлов и устройств. Понятие модуля, иерархия модулей. Стандартизация при модульном проектировании.	**6**
	2.	Конструктивно-технологические модули нулевого уровня (микросхемы).	
	3.	Правила конструирования модулей первого уровня. Принципы компоновки модулей второго и третьего уровня.	
	Практические занятия		**4**
	2.3.1	Составление таблицы соединений.	
	2.3.2	Выбор типоразмеров модулей нулевого уровня.	
Тема 2.4. Основы технологических процессов в производстве электронной аппаратуры	**Содержание**		**6**
	1.	Основные понятия. Исходные данные для разработки техпроцесса. Последовательность и содержание работ.	
	2.	Понятие о технологичности изделий. Показатели технологичности деталей и сборочных единиц	
	3.	Технология изготовления микросхем. Общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления. Основы техпроцессов производства (изготовление монокристаллов, резка монокристаллов, получение пластин, изготовление фотошаблонов). Полупроводниковые микросхемы. Легирование. Фотолитография.	
	Практические занятия		**2**
	2.4.1	Оценка технологичности изделия	
Тема 2.5. Конструирование и производство печатных плат	**Содержание**		**6**
	1.	Общие сведения о печатных платах. Виды печатных плат.	
	2.	Конструктивные характеристики печатных плат. Линейные размеры печатных плат.	
	3.	Технологические операции изготовления печатных плат. Типовые технологические процессы изготовления печатных плат. Методы печатного монтажа: классификация, особенности. Основное оборудование	
	Практические занятия		**4**
	2.5.1	Расчёт элементов печатного монтажа на печатной плате.	
	2.5.2	Разработка эскиза трассировки печатной платы.	
Тема 2.6. САПР моделирования и сквозного проектирования электронных систем	**Содержание**		**10**
	1.	Основы автоматизации проектирования и прототипирования электронных устройств и систем	
	2.	Компьютерное моделирование электронных устройств	
	3.	Системы сквозного проектирования электронных устройств	
	4.	Проектирование электрических схем.	

	5.	Программы постобработки электронных устройств и систем	
	Лабораторные работы		
	2.6.1	Моделирование электронных цифровых схем по индивидуальным заданиям.	
	2.6.2	Создание компонентов в САПР	
	2.6.3	Проектирование схемы в САПР	
	2.6.4	Проектирование печатной платы в САПР	
Тема 2.7. Сборка и монтаж электронной аппаратуры	**Содержание**		**4**
	1.	Операции типового технологического процесса сборки печатных узлов	
	2.	Сборка и монтаж печатных плат (комплектация элементов, подготовка элементов к монтажу, установка элементов на печатную плату и их фиксация). Технология пайки. Групповые способы пайки.	
	Практические занятия		**4**
	2.7.1	Оформление документации на монтаж.	
	2.7.2	Оформление техпроцесса сборки в электронной маршрутной карте.	
Тема 2.8. Надежность на этапах проектирования и производства	**Содержание**		**4**
	1.	Комплексная система контроля качества цифровой техники. ГОСТ 20.57.406. Система показателей качества.	
	2.	Качественные и количественные показатели надежности. Способы повышения надежности на этапах проектирования и производства.	
	Практические занятия		**2**
	2.8.1	Анализ надёжности компонентов разработанного устройства.	
Тема 2.9. Эргономика и дизайн	**Содержание**		**4**
	1.	Основные понятия и определения эргодизайна. Характеристика и количественная оценка этапов функциональной деятельности человека-оператора	
	2.	Требования к эргодизайну цифровых систем и электронной аппаратуры.	
	Практические занятия		**2**
	2.9.1	Разработка дизайна цифрового устройства по индивидуальному заданию.	
Тема 2.10. Физиологические характеристики человека-оператора	**Содержание**		**4**
	1.	Гигиенические показатели, регламентирующие уровень комфортности среды обитания. Организация рабочего места при эксплуатации цифровых систем и электронной аппаратуры.	
	2.	Техника безопасности (пожарной и электробезопасности) при эксплуатации цифровых систем и электронной аппаратуры. Типовые разделы инструкций.	
	Практические занятия		

	2.10.1	Разработка инструкции пользователя цифрового устройства по индивидуальному заданию.	**2**
Обязательная аудиторная нагрузка по курсовому проектированию			**36**
Примерная тематика курсовых работ по модулю			
Цифровой автомат «световой день» Цифровой звонок Цифровой делитель частоты Цифровой блок проверки микросхем Эмулятор ПЗУ Цифровой блок формирования цифр Цифровое устройство управления погружным электронасосом Цифровой частотомер-генератор-часы Цифровое устройство управления стиральной машины Цифровой кодовый замок на ИК лучах Программатор микросхем FLASH-памяти Цифровой пробник Цифровой музыкальный звонок с автоматическим перебором мелодий Цифровой стабилизатор температуры и влажности Цифровой термометр «дом-улица» Цифровое устройство световых эффектов Цифровой продуктовый дозиметр Шифратор и дешифратор системы телеуправления Цифровой автоматический таймер Синхронный счетчик с коэффициентом пересчета двенадцать Сдвигающий регистр однотактного действия с «удлиненным» асинхронным D-триггером Адресный счетчик Дешифратор системы дистанционного управления Детектор излучения радиопередающих устройств Кварцевый калибратор Сдвигающий регистр двухтактного действия Пробник - индикатор низкочастотных сигналов Детектор скрытой проводки с повышенной чувствительностью Счетчик с параллельно-последовательным переносом сигналов импульсного типа			

Шифратор системы дистанционного управления Сдвигающий регистр многотактного действия Сдвигающий регистр однотактного действия, с распараллеливанием нагрузки Распределитель на кольцевом регистре Триггерная защелка Распределитель импульсов на восемь каналов Цифровой фильтр Пересчетная схема по модулю пять, с запрещающими связями Синхронный счетчик с параллельным переносом сигналов Электронный шагомер	
Самостоятельная работа при изучении раздела 2 ПМ.01 • Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). • Конспектирование текста, работа со словарями и справочниками, учебно-исследовательская работа при самом широком использовании Интернета и других IT-технологий. • Проектные формы работы, подготовка сообщений к выступлению на семинарах и конференциях; подготовка • рефератов, докладов. • Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите. • Подбор и изучение материалов, оформление курсовой работы **Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы:** 1. Изучить принципы цифро-аналогового преобразования. 2. Изучить принцип действия схем источника вторичного электропитания. 3. Изучить характеристики семейств логических микросхем. 4. Изучить интегральную схему таймера 555. 5. Изучить принцип фазовой автоподстройки. 6. Изучить микромощные таймерные интегральные схемы. 7. Изучить преобразователи напряжение — частота. 8. Изучить основные параметры АЦП. 9. Изучить инструментальный комплект SET-StarterKit.	**22**
Консультации по разделу 2 ПМ.01	**12**
Учебная практика **Виды работ:**	**72**

– анализ требований технического задания; – применение рекомендуемых нормативных и руководящих материалов на разрабатываемые цифровые системы; – использование систем автоматизированного проектирования в процессе выполнения индивидуальных заданий; – компьютерное моделирование цифровых систем в заданной среде; – оформление результатов тестирования цифровых систем; – разработка и оформление отдельных технических документов с применением стандартного программного обеспечения, прикладных программ и шаблонов; – тестирование прототипов разрабатываемых устройств.	
Производственная практика (по профилю специальности) **Виды работ:** – выявление первоначальных требований заказчика; – информирование заказчика о возможностях типовых устройств; – определение возможности соответствия типового устройства первоначальным требованиям заказчика; – разработка схем цифровых систем на основе типовых решений в соответствии с требованиями технического задания; – моделирования цифровых систем в специализированных программах; – создание принципиальных схем в специализированных программах; – создание рисунков печатных плат в специализированных программах; – проведение испытаний разрабатываемых схем цифровых систем в соответствии с программой и методикой испытаний; – монтаж печатных плат макетов устройств; – выполнение рабочих чертежей на разрабатываемые устройства; – внесение исправлений в техническую документацию на устройства в соответствии с решениями, принятыми при рассмотрении и обсуждении выполняемой работы; – формирования документации для производства печатных плат и монтажа компонентов; – разработка мастер-модели; – выбор тестовых воздействий; – тестирования прототипа ИС на корректность принятых решений; – выбор режимов для отладки; – проведение испытаний разрабатываемых прототипов цифровых систем в соответствии с программой и методикой испытаний.	**180**
Промежуточная аттестация	**12**
Всего	**530**

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Реализация программы модуля предполагает наличие учебного кабинета Проектирования цифровых систем; лабораторий: Цифровой схемотехники; Сборки, монтажа и эксплуатации средств вычислительной техники; библиотеки, читального зала с выходом в сеть Интернет.

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета **Проектирования цифровых систем:**

количество посадочных мест – 25, стол для преподавателя 1 шт., стул для преподавателя 1 шт., шкаф 3 шт., компьютерный стол 20 шт., персональный компьютер ПК i3 2120/500Gb/4Gb 20 шт., мультимедийный комплект: проектор, интерактивная доска Elite Panaboard UBT-T880W 1 шт., колонки ОКЛИК 1 шт., доска маркерная меловая комбинированная 1 шт., информационный стенд 2 шт., сервер (процессор-i7-6700 (4 ядра, 3.4Ghz, L3 8 Mb), оперативная память-32Gb; накопитель-HDD 5 Tb) 1 шт.,

типовой состав для монтажа и наладки компьютерной сети: набор для обжима и тестирования кабеля UTP, кабель UTP - 305м 1шт., коннекторы 8P8C, 12 шт., коммутатор: CISCO WS-C2960-24TT-L 1 шт., блок бесперебойного питания, фильтр: APC 2200 1 шт., фильтр 6 розеток 6 шт., дидактические пособия.

ПО: 1. Windows 7(профессиональная лицензия, ООО "Битроникс Владивосток" Контракт№ 0320100030814000018-45081 от 09.09.14 № 48609744, №62096196, № 48958910, № 45829305, бессрочно);

2. MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898, бессрочно);

3. visual c++ 2008 express edition (свободное),

4. oracle vm virtualbox (свободное),

5. cisco packet tracer (свободное),

6. microsoft SQL server 2008 (свободное),

7. k-lite codec pack (свободное),

8. visual studio 2008 (свободное),

9. Google Chrome (свободное);

10. Internet Explorer (свободное)

Оборудование лаборатории **«Цифровой схемотехники»:**

рабочие место радиомонтажника 24, электрооборудование к рабочим местам - 12 шт, стол преподавателя 1 шт, стулья – 25 шт, компьютер DEPO 1 шт, паяльные станции 12 шт, стеллаж для оборудования 11 шт, измерительные приборы: осциллограф GOS – 7630FC 7 шт, осциллограф SRS – 6052A 1 шт, осциллограф С1-65 6 шт, осциллограф С1-55 3 шт, осциллограф С1-67 1шт, милливольтметр В3 – 38 6 шт, милливольтметр АВМ -1072 2 шт, генератор Г3 – 102 3 шт, генератор Г3 – 112 2 шт, генератор Г3 – 118 1 шт, генератор Г3 – 109 2шт, генератор Г4 – 102 4 шт, генератор Г4 153 4 шт, генератор Г4 – 151 6 шт, генератор видеосигналов АНР - 3126 4 шт, различная электронная техника и устройства, детали электромонтажных изделий 17

Программное обеспечение:

1. Windows 8.1 (профессиональная лицензия № 45829305, бессрочно);

2. MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898, бессрочно);
3. Yandex (свободное);
4. Google Chrome (свободное);
5. Internet Explorer (свободное)

Оборудование лаборатории **сборки, монтажа и эксплуатации средств вычислительной техники:**

количество посадочных мест – 25, стол для преподавателя 1 шт., стул для преподавателя 1 шт., компьютерный стол 20 шт., персональный компьютер ПК i3 2120/500Gb/4Gb 20 шт., сервер (процессор-i7-6700 (4 ядра, 3.4Ghz, L3 8 Mb), оперативная память-32Gb; накопитель-HDD 5 Tb) 1 шт., мультимедийный комплект: проектор, интерактивная доска Elite Panaboard UBT-T880W 1 шт., звуковые колонки 1 шт., типовой состав для монтажа и наладки компьютерной сети: набор для обжима и тестирования кабеля UTP, кабель UTP - 305м 1шт., коннекторы 8P8C, 12 шт., коммутатор: CISCO WS-C2960-24TT-L 1 шт., блок бесперебойного питания, фильтр: APC 2200 1 шт., фильтр 6 розеток 6 шт., доска маркерная меловая комбинированная 1 шт., информационный стенд 2 шт., дидактические пособия.

ПО: 1. Windows 7(профессиональная лицензия, ООО "Битроникс Владивосток" Контракт№ 0320100030814000018-45081 от 09.09.14 № 48609744, №62096196, № 48958910, № 45829305, бессрочно);
2. MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898, бессрочно);
3. Autodesk AutoCAD 2019 Edu (свободное);

ПО: 1. Windows 7(профессиональная лицензия, ООО "Битроникс Владивосток" Контракт№ 0320100030814000018-45081 от 09.09.14 № 48609744, №62096196, № 48958910, № 45829305, бессрочно);
2. MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898, бессрочно);
3. visual c++ 2008 express edition (свободное),
4. oracle vm virtualbox (свободное),
5. cisco packet tracer (свободное),
6. microsoft SQL server 2008 (свободное),
7. k-lite codec pack (свободное),
8. visual studio 2008 (свободное),
9. Google Chrome (свободное);
10. Internet Explorer (свободное)

Реализация учебной дисциплины предполагает обязательную производственную практику, которую можно проводить как сосредоточенно, т.е. после изучения МДК, так и распределенно.

1. Договор о комплексном сотрудничестве № 18 от 16.05.2019. Место прохождения практики на базе МКУ «Архив города Владивостока»

2. Договор о комплексном сотрудничестве № 09 от 25.09.2017. Место прохождения практики на базе ООО «ИМСКАИ»

3. Договор о комплексном сотрудничестве № 16 от 22.04.2019. Место прохождения практики на базе ООО «Меридиан Менеджмент»

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен другими изданиями.

1.2.1. Основные печатные издания

1. Степина, В. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы: учебник / В.В. Степина. — Москва: КУРС : ИНФРА-М, 2021. — 384 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-07-3.

2. Шишов, О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник / О.В. Шишов. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 365 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). -ISBN 978-5-16-015321

1.2.2. Основные электронные издания

1. Проектирование цифровых устройств: учебник / А.В. Кистрин, Б.В. Костров, М.Б. Никифоров, Д.И. Устюков. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2019. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-59-1. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1002587 (дата обращения: 09.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Черепанов, А. К. Микросхемотехника [Электронный ресурс]: учебник / А. К. Черепанов. — М.: ИНФРА-М, 2020. — 292 с. — Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/1043132.

3. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие для СПО / Л. Г. Муханин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-8972-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/185993 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.2.3. Дополнительные источники

1. Титов, В. С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие /

В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 143 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-009101-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/422720.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
У1 - применять методы анализа требований	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У2 - применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У3 - применять системы автоматизированного проектирования	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У4 - осуществлять компьютерное моделирование цифровых устройств с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У5 - оформлять результаты тестирования цифровых систем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У6 - применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У7- пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У8 - выполнять требования нормативно-технической документации	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки	оценка выполнения и защиты практических работ

	к выполнению заданий по практическим работам	
У9 - разрабатывать рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У10 - применять имеющиеся шаблоны для составления технической документации	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У11 - использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У12 - работать в средах моделирования цифровых устройств и систем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У13 - выполнять тестирование прототипов	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У14 - работать с измерительной техникой при настройке, устранении неисправностей и работоспособности электронных устройств с использованием цифровых схем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У15 - разрабатывать платы печатные, выполнять их сборку, настройку электронных устройств с использованием цифровых схем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
У16 - проектировать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии согласно заданию с использованием нормативно-технической документации	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ

У17 - работать со справочной литературой для правильного выбора цифровых схем при их проектировании	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З1 - основные параметры и условия эксплуатации систем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З2 - особенности построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З3 - электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З4 - технические характеристики типовых цифровых устройств	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З5 - особенности применения и подключения основных типов цифровых устройств	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З6 - основы электротехники и силовой электроники	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З7 - основы полупроводниковой электроники	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста	- устный опрос; - тестовые задания

	- правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	
З8 - основы цифровой схемотехники	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З9 - основы аналоговой схемотехники	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З10 - основы микропроцессоров	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З11 - основные понятия теории автоматического управления	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З12 - номенклатуру основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З13 - типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З14 - типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З15 - специальные пакеты прикладных программ для	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения	- устный опрос; - тестовые задания

конструирования радиоэлектронных средств: наименования, возможности и порядок работы в них	теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	
З16 - основные методы проведения электротехнических измерений и основы метрологии	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З17 - виды и содержание конструкторской документации на цифровые устройства	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З18 - основные требования Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД)	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З19 - правила оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З20 - специальные пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации: наименования, возможности и порядок работы в них	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З21 - прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З22 - среды моделирования цифровых устройств и систем	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З23 - методы построения компьютерных моделей цифровых устройств	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки	оценка выполнения и защиты практических работ

	к выполнению заданий по практическим работам	
З24 - методы обеспечения качества на этапе проектирования	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З25 - требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З26 - технологии выполнения интегрально-цифровых схем при их проектировании	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З27 - особенности построения цифровых схем в зависимости от их характеристик	- четкость изложения материала при устном опросе; - правильность выполнения теста - правильность, полнота самостоятельной подготовки к устному опросу и зачету	- устный опрос; - тестовые задания
З28 - характеристики и принцип построения микропроцессорной системы на базе микропроцессорного комплекта КР580 серии	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ
З29 - разные виды печатных плат и особенности при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на них	- правильность выполнения практических работ; - правильность, полнота самостоятельной подготовки к выполнению заданий по практическим работам	оценка выполнения и защиты практических работ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
по учебной дисциплине

МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых систем

программы подготовки специалистов среднего звена
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Форма обучения: очная

Владивосток 2026

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых систем разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утверждённого приказом Минпросвещения России от 25 мая 2022 г. № 362, примерной образовательной программой.

Разработчик: Д.И. Головин, преподаватель КСД ВВГУ

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии

Протокол № _9__ от «_18___» ___05____2026_ г.

Председатель ЦМК _____*Е.А. Стефанович*

1 Общие положения

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины МДК.01.02 Разработка и прототипирование цифровых систем.

ФОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости в виде устного собеседования или теста и промежуточной аттестации по дисциплине, которая проводится в форме дифференцированного зачета (с использованием оценочного средства - опрос в форме ответов на тест).

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

Код ОК, ПК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ПК 1.1, ОК 1	У1	Применять методы анализа требований
ПК1.1, ОК 1	У2	Применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы
ПК 1.2, ОК 1	У3	Применять системы автоматизированного проектирования
ПК 1.2, ОК 2	У4	Осуществлять компьютерное моделирование цифровых систем с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования
ПК1.2, ОК 1	У5	Оформлять результаты тестирования цифровых систем
ПК1.3, ОК 1	У6	Применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию
ПК1.3, ОК 1, 2	У7	Пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации
ПК1.3, ОК 9	У8	Выполнять требования нормативно-технической документации
ПК 1.3, ОК 9	У9	Разрабатывать рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов
ПК1.3, ОК 9	У10	Применять имеющиеся шаблоны для составления технической документации
ПК1.3, ОК 2, 9	У11	Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации
ПК1.4, ОК 2	У12	Работать в средах моделирования цифровых устройств и систем
ПК1.4, ОК 1, 9	У13	Выполнять тестирование прототипов
ПК1.4, ОК 1, 9	У14	Работать с измерительной техникой при настройке, устранении неисправностей и работоспособности электронных устройств с использованием цифровых схем
ПК1.2, ОК 1, 9	У15	Разрабатывать платы печатные, выполнять их сборку, настройку электронных устройств с использованием цифровых схем
ПК1.2, ОК 1, 9	У16	Проектировать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии согласно заданию с использованием нормативно-технической документации проектиро-

		вать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии со-гласно заданию с использованием нормативно-технической документации
ПК 1.2, ОК 1	У17	Работать со справочной литературой для правильного выбора цифровых схем при их проектировании
ПК1.1, ОК1	З1	Основные параметры и условия эксплуатации систем
ПК 1.1, ОК 1	З2	Особенности построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств
ПК 1.1-1.3, ОК 2	З3	Электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них
ПК 1.2, 1.4, ОК 2	З4	Технические характеристики типовых цифровых устройств
ПК 1.2, 1.4, ОК 2	З5	Особенности применения и подключения основных типов цифровых устройств
ПК 1.2, ОК 2	З6	Основы электротехники и силовой электроники
ПК 1.2, ОК 2	З7	Основы полупроводниковой электроники
ПК 1.2, ОК 2	З8	Основы цифровой схемотехники
ПК 1.2, ОК 2	З9	Основы аналоговой схемотехники
ПК 1.2, ОК 2	З10	Основы микропроцессоров
ПК.1.2, ОК 2	З11	Основные понятия теории автоматического управления
ПК.1.2, ОК 1	З12	Номенклатура основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики
ПК.1.2, ОК1	З13	Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
ПК.1.2, ОК 1	З14	Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств
ПК 1.2, ОК 2	З15	Специальные пакеты прикладных программ для конструирования радиоэлектронных средств: наименования, возможности и порядок работы в них
ПК.1.2, ОК 2	З16	Основные методы проведения электротехнических измерений и основы метрологии
ПК1.3, ОК 9	З17	Виды и содержание конструкторской документации на цифровые устройства
ПК1.3, ОК 9	З18	Основные требования Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД)
ПК1.3, ОК 9	З19	Правила оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию
ПК1.3, ОК 9	З20	Специальные пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации: наименования, возможности и порядок работы в них
ПК1.3, ОК 2 ,9	З21	Прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них
ПК1.4, ОК 2	З22	Среды моделирования цифровых устройств и систем
ПК1.4, ОК 2	З23	Методы построения компьютерных моделей цифровых устройств
ПК1.4, ОК 2	З24	Методы обеспечения качества на этапе проектирования
ПК.1.2, ОК 1, 7	З25	Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
ПК.1.2, ОК 1	З26	Технологии выполнения интегрально-цифровых схем при их проектировании
ПК.1.2,ОК 1	З27	Особенности построения цифровых схем в зависимости от их характеристик

ПК.1.2, ОК 1	З28	Характеристики и принцип построения микропроцессорной системы на базе микропроцессорного комплекта КР580 серии
ПК.1.2, ОК 1	З29	Разные виды печатных плат и особенности при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на них

3 Соответствие оценочных средств контролируемым результатам обучения

3.1 Средства, применяемые для оценки уровня теоретической подготовки

Краткое наименование раздела (МДК), темы, параграфа дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Тема 2.1 Организация проектирования электронной аппаратуры: - Основные задачи и этапы проектирования электронной аппаратуры и система стандартов технической документации (ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, ЕСТПП, ЕСЗКС).; - конструкторская документация, оформление схем цифровых устройств.; **Тема 2.3** Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры: - модульный принцип конструирования; - конструктивная иерархия элементов узлов и устройств; - понятие модуля иерархия модулей; - стандартизация при модульном проектировании; - конструктивно-технологические модули нулевого уровня (микросхемы);	**З2**	Способность использовать знания особенностей построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.	*Устные ответы на вопросы: 1-21; 38-60; 91-108. (п. 5.1)* *Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 1, 3 (п. 5.3).*	*Ответы на экзаменационные билеты (п.6.1)* *Курсовая работа (п. 5.2)*
	З3	Способность использовать знания электронных справочных систем и библиотек: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З4	Способность использовать знания принципов функционирования и использования цифровых устройств и схем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении		

- правила конструирования модулей первого уровня; - принципы компоновки модулей второго и третьего уровня. **Тема 2.6** САПР моделирования и сквозного проектирования электронных систем: - основы автоматизации проектирования и прототипирования электронных устройств и систем; - компьютерное моделирование электронных устройств; - системы сквозного проектирования электронных устройств - проектирование электрических схем и печатных плат; - программы постобработки электронных устройств и систем		САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З12	Способность использовать знания номенклатуры основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З13	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения радиоматериалов при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З14	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З15	Способность использовать специальных пакетов прикладных программ для		

		конструирования радиоэлектронных средств: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З17	Способность использовать знания видов и содержания конструкторской документации на цифровые устройства при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З18	Способность использовать знания основных требований Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД) при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З19	Способность использовать знания правил оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры,		

		применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З20	Способность использовать знания специальных пакетов прикладных программ для разработки конструкторской документации: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З21	Способность использовать знания прикладных компьютерных программ для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З22	Способность использовать знания сред моделирования цифровых устройств и систем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		

	З23	Способность использовать знания методов построения компьютерных моделей цифровых устройств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З27	Способность использовать знания особенностей построения цифровых схем в зависимости от их характеристик при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З28	Способность использовать знания характеристик и принципа построения микропроцессорной системы на базе микропроцессорного комплекта КР580 серии при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У1	Способность применять методы анализа требований при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования		

		электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У2	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У3	Способность применять системы автоматизированного проектирования при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У4	Способность осуществлять компьютерное моделирование цифровых устройств с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У6	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие ма-		

		териалы на разрабатываемую техническую документацию при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У7	Способность применять стандартное программное обеспечение при оформлении документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У9	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		

	У10	Способность применять имеющиеся шаблоны для составления технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У11	Способность использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У12	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У16	Способность проектировать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии согласно заданию с использованием нормативно-технической документации.		
	У17	Способность работать со справочной литературой для правильного выбора		

		цифровых схем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
Тема 2.2 Условия эксплуатации цифровых устройств: - условия эксплуатации цифровых устройств, их влияние на свойства РЭА; - объекты установки РЭА и их характеристики; - объекты установки и их характеристики; - требования, предъявляемые к конструкции РЭА (тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, надежности и экономические) при оформлении технического задания; **Тема 2.8** надежность на этапах проектирования и производства: - комплексная система контроля качества цифровой техники; - система показателей качества; - качественные и количественные показатели надежности - способы повышения надежности на этапах проектирования и производства.	**З1**	Способность использовать знания основных параметров и условий эксплуатации систем в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.	*Устные ответы на вопросы: 22-37; 129-146 (п. 5.1)* *Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 2, 6, 7, 8 (п. 5.3).*	*Ответы на экзаменационные билеты (п.6.1)* *Курсовая работа (п. 5.2)*
	З2	Способность использовать знания особенностей построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З5	Способность использовать знания особенностей применения и подключения основных типов цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		

Тема 2.9 Эргономика и дизайн: - основные понятия и определения эргодизайна; - характеристика и количественная оценка этапов функциональной деятельности человека-оператора; - требования к эргодизайну цифровых систем и электронной аппаратуры. **Тема 2.10** Физиологические характеристики человека-оператора: - гигиенические показатели, регламентирующие уровень комфортности среды обитания; - организация рабочего места при эксплуатации цифровых систем и электронной аппаратуры; - техника безопасности (пожарной и электробезопасности) при эксплуатации цифровых систем и электронной аппаратуры; - типовые разделы инструкций.	**З6**	Способность использовать знания основ электротехники и силовой электроники в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З7	Способность использовать знания полупроводниковой электроники в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З16	Способность использовать знания основных методов проведения электротехнических измерений и основ метрологии в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З17	Способность использовать знания видов и содержания конструкторской документации на цифровые устройства в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна,		

		разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З18	Способность использовать знания основных требований Единой системы конструкторской документации в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З19	Способность использовать знания правил оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З24	Способность использовать знания методы обеспечения качества на этапе проектирования в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З25	Способность использовать знания требований охраны труда, пожарной,		

		промышленной, экологической безопасности и электробезопасности в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности.		
	У5	Способность оформлять результаты тестирования цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У6	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства,		

		мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У9	Способность разрабатывать рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У13	Способность выполнять тестирование прототипов в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У14	Способность работать с измерительной техникой при настройке, устранении неисправностей и работоспособности электронных устройств с использованием цифровых схем в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		

Тема 2.4 Основы технологических процессов в производстве электронной аппаратуры: - основные понятия; - исходные данные для разработки техпроцесса; - последовательность и содержание работ; - технологичность деталей и сборочных единиц. **Тема 2.5** Конструирование и производство печатных плат: - общие сведения о печатных платах; - виды печатных плат; - конструктивные характеристики печатных плат; - линейные размеры печатных плат; - технологические операции изготовления печатных плат; - типовые технологические процессы изготовления печатных плат; - методы печатного монтажа: классификация, особенности; - основное оборудование. **Тема 2.7** Сборка и монтаж электронной аппаратуры:	**З3**	Способность использовать знания электронных справочных систем и библиотек: наименования, возможности и порядок работы в них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.	*Устные ответы на вопросы: 61-79; 80-90; 129-146 (п. 5.1)* *Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 4, 5 (п. 5.3).*	*Ответы на экзаменационные билеты (п.6.1)* *Курсовая работа (п. 5.2)*
	З4	Способность использовать знания технических характеристик типовых цифровых устройств в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З6	Способность использовать знания основ электротехники и силовой электроники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З7	Способность использовать знания полупроводниковой электроники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З8	Способность использовать знания основ цифровой схемотехники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З9	Способность использовать знания основы аналоговой схемотехники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З11	Способность использовать знания основных понятий теории автоматиче-		

- операции типового технологического процесса сборки печатных узлов; - сборка и монтаж печатных плат; - технологии пайки; - групповые способы пайки.		ского управления в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З12	Способность использовать знания номенклатуры основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З13	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения радиоматериалов в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З14	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З16	Способность использовать знания основных методов проведения электротехнических измерений и основ метрологии в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З26	Способность использовать знания технологий выполнения интегральноцифровых схем при их проектировании в ходе технологических процессов		

		в производстве электронной аппаратуры.		
	З27	Способность использовать знания особенностей построения цифровых схем в зависимости от их характеристик в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З29	Способность использовать знания разных видов печатных плат и особенностей при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У1	Способность применять методы анализа требований при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У2	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У5	Способность оформлять результаты тестирования цифровых устройств ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		

	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У15	Способность разрабатывать платы печатные, выполнять их сборку, настройку электронных устройств с использованием цифровых схем в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
Курсовая работа				

3.2 Средства, применяемые для оценки уровня практической подготовки

Краткое наименование раздела (МДК), темы дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Тема 2.1. Организация проектирования электронной аппаратуры *Практическая работа 2.1.1* Оформления перечня элементов к схеме Э3. Буквенно-цифровые позиционные обозначения на схеме Э3 *Практическая работа 2.1.2* Доработка схемы Э3 по индивидуальным вариантам	**З2**	Способность использовать знания особенностей построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.	*Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;*	*Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 1, 3 (п. 5.3).*
	З3	Способность использовать знания электронных справочных систем и		

Тема 2.3. Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры *Практическая работа 2.3.1* Составление таблицы соединений *Практическая работа 2.3.2* Выбор типоразмеров модулей нулевого уровня		библиотек: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.	*Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;* *Защита практической работы 2.1.1;*	
Тема 2.6 САПР моделирования и сквозного проектирования электронных систем *Практическая работа 2.6.1* Моделирование электронных цифровых схем по индивидуальным заданиям *Практическая работа 2.6.2* Создание компонентов в САПР *Практическая работа 2.6.3*Проектирование схемы в САПР *Практическая работа 2.6.4* Проектирование печатной платы в САПР	**З4**	Способность использовать знания принципов функционирования и использования цифровых устройств и схем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З12	Способность использовать знания номенклатуры основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З13	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения радиоматериалов при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппара-		

		туры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З14	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З15	Способность использовать специальных пакетов прикладных программ для конструирования радиоэлектронных средств: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З17	Способность использовать знания видов и содержания конструкторской документации на цифровые устройства при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных		

		устройств и разработки цифровых устройств.		
	318	Способность использовать знания основных требований Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД) при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	319	Способность использовать знания правил оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	320	Способность использовать знания специальных пакетов прикладных программ для разработки конструкторской документации: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		

	З21	Способность использовать знания прикладных компьютерных программ для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З22	Способность использовать знания сред моделирования цифровых устройств и систем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З23	Способность использовать знания методов построения компьютерных моделей цифровых устройств при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З27	Способность использовать знания особенностей построения цифровых схем в зависимости от их характеристик при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении		

		САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	З28	Способность использовать знания характеристик и принципа построения микропроцессорной системы на базе микропроцессорного комплекта КР580 серии при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У1	Способность применять методы анализа требований при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У2	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У3	Способность применять системы автоматизированного проектирования при проектировании и конструировании		

		элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У4	Способность осуществлять компьютерное моделирование цифровых устройств с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У6	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У7	Способность применять стандартное программное обеспечение при оформлении документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		

	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У9	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У10	Способность применять имеющиеся шаблоны для составления технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У11	Способность использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных		

		устройств и разработки цифровых устройств.		
	У12	Способность выполнять требования нормативно-технической документации при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
	У16	Способность проектировать микропроцессорную схему на основе микропроцессорного комплекта КР580 серии согласно заданию с использованием нормативно-технической документации.		
	У17	Способность работать со справочной литературой для правильного выбора цифровых схем при проектировании и конструировании элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры, применении САПР моделирования электронных устройств и разработки цифровых устройств.		
Тема 2.2. Условия эксплуатации цифровых устройств *Практическая работа 2.2.1* Обеспечение помехоустойчивости: разработка цепей питания *Практическая работа 2.2.2* Определение конструктивных показателей электронной аппаратуры	**З1**	Способность использовать знания основных параметров и условий эксплуатации систем в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.	*Защита практической работы 2.2.1;* *Защита практической работы 2.2.2;* *Защита практической работы 2.8.1;* *Защита практической работы 2.9.1;*	*Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 2, 6, 7, 8 (п. 5.3).*

Тема 2.8. Надежность на этапах проектирования и производства *Практическая работа 2.8.1* Анализ надёжности компонентов разработанного устройства **Тема 2.9. Эргономика и дизайн** *Практическая работа 2.9.1* Разработка дизайна цифрового устройства по индивидуальному заданию **Тема 2.10. Физиологические характеристики человека-оператора** *Практическая работа 2.10.1* Разработка инструкции пользователя цифрового устройства по индивидуальному заданию	**З2**	Способность использовать знания особенностей построения, применения и подключения основных типов цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.	*Защита практической работы 2.10.1.*	
	З5	Способность использовать знания особенностей применения и подключения основных типов цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З6	Способность использовать знания основ электротехники и силовой электроники в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З7	Способность использовать знания полупроводниковой электроники в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий		

		эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	316	Способность использовать знания основных методов проведения электротехнических измерений и основ метрологии в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	317	Способность использовать знания видов и содержания конструкторской документации на цифровые устройства в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	318	Способность использовать знания основных требований Единой системы конструкторской документации в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		

	З19	Способность использовать знания правил оформления и внесения изменений в техническую и эксплуатационную документацию в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З24	Способность использовать знания методы обеспечения качества на этапе проектирования в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	З25	Способность использовать знания требований охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности.		
	У5	Способность оформлять результаты тестирования цифровых устройств в ходе эксплуатации цифровых		

		устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У6	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У9	Способность разрабатывать рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производ-		

		ства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У13	Способность выполнять тестирование прототипов в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
	У14	Способность работать с измерительной техникой при настройке, устранении неисправностей и работоспособности электронных устройств с использованием цифровых схем в ходе эксплуатации цифровых устройств, оценки надежности на этапах проектирования и производства, мероприятий эргономики и дизайна, разработке мероприятий охраны труда и техники безопасности.		
Тема 2.4. Основы технологических процессов в производстве электронной аппаратуры *Практическая работа 2.4.1* Оценка технологичности изделия **Тема 2.5 Производство печатных плат** *Практическая работа 2.6.1* Расчёт элементов печатного монтажа на печатной плате	**З3**	Способность использовать знания электронных справочных систем и библиотек: наименования, возможности и порядок работы в них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.	*Защита практической работы 2.4.1;* *Защита практической работы 2.6.1;* *Защита практической работы 2.6.2;* *Защита практической работы 2.7.1;* *Защита практической работы 2.7.2;*	*Выполнение курсовой работы (п. 5.2)* *Ответы на вопросы тестов 4, 5 (п. 5.3).*
	З4	Способность использовать знания технических характеристик типовых цифровых устройств в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		

Практическая работа 2.6.2 Разработка эскиза трассировки печатной платы **Тема 2.7 Сборка и монтаж электронной аппаратуры** *Практическая работа 2.7.1* Оформление документации на монтаж *Практическая работа 2.7.2* Оформление техпроцесса сборки в электронной маршрутной карте	**З6**	Способность использовать знания основ электротехники и силовой электроники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З7	Способность использовать знания полупроводниковой электроники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З8	Способность использовать знания основ цифровой схемотехники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З9	Способность использовать знания основы аналоговой схемотехники в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З11	Способность использовать знания основных понятий теории автоматического управления в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З12	Способность использовать знания номенклатуры основных радиоэлектронных компонентов: назначения, типы, характеристики в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	З13	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначе-		

		ния радиоматериалов в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	314	Способность использовать знания типов, основных характеристик, назначения материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	316	Способность использовать знания основных методов проведения электротехнических измерений и основ метрологии в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	326	Способность использовать знания технологий выполнения интегральноцифровых схем при их проектировании в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	327	Способность использовать знания особенностей построения цифровых схем в зависимости от их характеристик в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	329	Способность использовать знания разных видов печатных плат и особенностей при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на		

		них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У1	Способность применять методы анализа требований при проектировании цифровых устройств с учетом всех влияний на них в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У2	Способность применять рекомендуемые нормативные и руководящие материалы на разрабатываемые цифровые системы в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У5	Способность оформлять результаты тестирования цифровых устройств ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У8	Способность выполнять требования нормативно-технической документации в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		
	У15	Способность разрабатывать платы печатные, выполнять их сборку, настройку электронных устройств с использованием цифровых схем в ходе технологических процессов в производстве электронной аппаратуры.		

4 Описание процедуры оценивания

Результаты обучения по учебной дисциплине, уровень сформированности компетенций оцениваются по четырёх бальной шкале оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущая аттестация по профессиональному модулю проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками при проведении практических работ, качество выполнения самостоятельной работы, учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой профессиональному модулю).

При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по учебной дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом. Оценка на зачете выставляется с учетом оценок, полученных при прохождении текущей аттестации.

Критерии оценивания устного ответа

Оценочные средства: собеседование, устное сообщение, семинар.

5 баллов - ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

4 балла - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

3 балла – ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

2 балла – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценивания письменной работы

Оценочные средства: курсовая работа, конспект, контрольная работа, письменный отчет по лабораторной работе, доклад (сообщение), в том числе выполненный в форме презентации.

5 баллов - студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Проблема раскрыта полностью, выводы обоснованы. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы,

статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент владеет навыком самостоятельной работы по заданной теме; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

4 балла - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Проблема раскрыта. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

3 балла – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

2 балла - работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Проблема не раскрыта. Выводы отсутствуют. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценивания тестового задания

Оценка	*Отлично*	*Хорошо*	*Удовлетворительно*	*Неудовлетворительно*
Количество правильных ответов	91 % и ≥	от 81% до 90,9 %	не менее 60%	менее 60%

Критерии выставления оценки студенту на зачете

Оценочные средства: устный опрос в форме ответов на контрольные вопросы, устный опрос в форме собеседования, выполнение реферата.

Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенций
«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на продвинутом уровне: обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на пороговом уровне: имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части программного материала, студент допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, умения и навыки не сформированы.

5. Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

5.1 Вопросы для собеседования (устного опроса):

Тема 2.1 Организация проектирования электронной аппаратуры

1. Стадии разработки и этапы выполнения работ при проектировании.
2. Что включает этап разработки технического предложения?
3. Что включает этап разработки эскизного проекта?
4. Что включает этап разработки технического проекта?
5. Что включает этап разработки рабочей конструкторской документации опытного образца?
6. Что включает этап разработки рабочей конструкторской документации серийного производства?
7. Что такое Единая система конструкторской документации (ЕСКД)?
8. Что такое Единая система технологической документации (ЕСТД)?
9. Что такое Единая система программной документации (ЕСПД)?
10. Что такое Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)?
11. Что такое Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС)?
12. Какие разновидности электрических схем существуют?
13. Что такое структурная схема?
14. Что такое функциональная схема?
15. Что такое принципиальная схема?
16. Что такое схема соединений?
17. Что такое схема подключения?
18. Что такое общая схема?
19. Что такое схема расположения?
20. Изобразить условные графические обозначения (УГО) различных элементов на электрических схемах.
21. Что такое ведомость технического проекта?

Тема 2.2 Условия эксплуатации цифровых устройств

22. Какие требования предъявляются к конструкции РЭА?
23. Какие внешние факторы влияют на условия эксплуатации любой РЭА?
24. Что такое климатические факторы?
25. Что такое механические факторы?

26. Что такое радиационные факторы?
27. Влияние климатических факторов на работу РЭА.
28. Влияние механических воздействий на работу РЭА.
29. Влияние радиации на работоспособность изделий РЭА.
30. Классификация устройств РЭА по условиям эксплуатации на объекте.
31. Что включают тактико-технические требования к конструкции РЭА?
32. Что включают технические требования к конструкции РЭА?
33. Что включают эксплуатационные требования к конструкции РЭА?
34. Что включают характеристики надежности к конструкции РЭА?
35. Что включают экономические требования к разрабатываемой РЭА?
36. Что включают показатели качества конструкции РЭА?
37. Что включает нормативная документация эксплуатации РЭА?

Тема 2.3 Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры

38. Что такое модуль РЭА?
39. Что такое принципы композиции и декомпозиции?
40. Что лежит в основе модульного принципа конструирования?
41. Что такое иерархия модулей РЭА?
42. Какие уровни конструктивной иерархии РЭА существуют?
43. Что такое 0-ой уровень конструктивной иерархии РЭА?
44. Что такое 1-ой уровень конструктивной иерархии РЭА?
45. Что такое 2-ой уровень конструктивной иерархии РЭА?
46. Что такое 3-ой уровень конструктивной иерархии РЭА?
47. Что такое 4-ой уровень конструктивной иерархии РЭА?
48. Какие принципы иерархического конструирования существуют?
49. Что такое моносхемный принцип конструирования?
50. Что такое схемно-узловой принцип конструирования?
51. Что такое каскадно-узловой принцип конструирования?
52. Что такое функционально-узловой принцип конструирования?
53. Что такое модульный принцип конструирования?
54. Что лежит в основе стандартизации модулей?
55. Что такое базовый принцип конструирования?
56. Что такое модуль нулевого уровня?
57. Что такое микросхема?
58. Что такое микросборка?
59. Что такое модуль первого уровня?
60. Что такое модули второго уровня?

Тема 2.4 Основы технологических процессов в производстве электронной аппаратуры

61. Что включает производственный процесс при изготовлении РЭС?
62. Какие операции включает технологический процесс изготовления РЭС?
63. Что входит в обеспечение технологического процесса изготовления РЭС?
64. Какие технологические процессы изготовления РЭС в зависимости от типа производства вы знаете?
65. Какие классификационные признаки характеризуют существующие виды производств?
66. Что понимают под технологичностью конструкции РЭС?
67. Как реализуется обеспечение технологичности конструкции РЭС?
68. Как выполняется качественная и количественная оценки технологичности изделия?

69. Какие базовые показатели технологичности существующих классов блоков РЭС вы знаете?
70. Какой основной химический элемент используется для производства интегральных микросхем?
71. Как получить кристалл чистого кремния по методу Жокральски?
72. Как получить подложку для производства микросхем?
73. Что собой представляет фотолитографический процесс?
74. Для чего нужен фотошаблон (маска)?
75. Что такое слой металлизации при производстве микросхем?
76. Что подразумевается под - нанометровыми технологиями (технонормой) при производстве микросхем?
77. Что такое «выход годных» в технологии производства микросхем?
78. В чем заключается процесс «соединения» при производстве микросхем?
79. Что такое перемаркировка микропроцессора и почему возможен разгон микропроцессора?

Тема 2.5 Производство печатных плат

80. Что такое печатная плата?
81. Перечислите типы печатных плат.
82. Что такое глухой переход?
83. На какие этапы можно разделить процесс изготовления печатной платы?
84. На какие этапы можно разделить процесс изготовления изделий радиоэлектроники?
85. Какие технологии изготовления печатных плат (ПП) вам известны?
86. Какие этапы производства включает комбинированный позитивный метод производства ПП?
87. Какими преимуществами обладает технология гибридных модулей и микросхем?
88. Какие методы пайки применяются в технологии поверхностного монтажа?
89. Перечислите этапы ремонта ПП.
90. Перечислите цели испытания цифровых устройств.

Тема 2.6 САПР моделирования и сквозного проектирования электронных систем

91. Что такое САПР и какие виды типовых операций обработки информации в ходе жизненного цикла изделия она автоматизирует?
92. Перечислите виды обеспечения САПР.
93. Дайте классификацию САПР по отраслевому и целевому назначению.
94. Перечислите основные черты современных САПР электроники.
95. Какие программы результатов документирования Вы можете назвать?
96. Перечислите известные Вам программы моделирования электронных устройств на уровне структурных схем.
97. Назовите достоинства и недостатки программ моделирования электронных устройств на уровне структурных схем.
98. Перечислите известные Вам программы моделирования электронных устройств на уровне принципиальных схем.
99. Назовите достоинства и недостатки программ моделирования электронных устройств на уровне принципиальных схем.
100. В чем заключается процесс трассировки печатных плат?
101. Перечислите САПР для проектирования устройств на ПЛИС.
102. Расшифруйте аббревиатуру ПЛИС.

103. Для чего используются языки описания аппаратуры?
104. Какие операторы языка Verilog вы знаете?
105. Чем отличается поведенческое описание схемы от описания логическими уравнениями?
106. Поясните работу с последовательными операторами. Когда они используются?
107. Поясните работу с параллельными операторами. Когда они используются?
108. Опишите работу операторов «if» и «case».

Тема 2.7 Сборка и монтаж электронной аппаратуры

109. Назовите основные процессы при сборке функционального узла.
110. Для чего проводят входной контроль электрорадиоэлементов перед сборкой функционального узла?
111. Какие схемы технологических процессов используются при сборке и монтаже узлов на печатных платах?
112. Какие контрольные операции необходимо проводить в процессе сборки функционального узла?
113. Какие методы защиты от внешних воздействий применяют при сборке функционального узла?
114. Опишите типовой технологический процесс сборки функционального узла электронных средств на печатной плате.
115. Какие требования предъявляются к компонентам при монтаже в сквозные отверстия?
116. Приведите пример применяемого для формовки электронного оборудования.
117. Каковы основные варианты установки выводных компонентов на печатную плату?
118. Назовите основные операции типового технологического процесса поверхностного монтажа.
119. Как выглядит типовая структурная схема технологического процесса изготовления электронных модулей одностороннего поверхностного монтажа?
120. Как выглядит типовая структурная схема технологического процесса изготовления электронных модулей двухстороннего поверхностного монтажа?
121. Как выглядит типовая структурная схема технологического процесса изготовления электронных модулей смешанного совмещенного монтажа?
122. Опишите процесс нанесения паяльной пасты на печатную плату и применяемое оборудование.
123. Какое оборудование применяется для автоматизации процессов сборки функционального узла?
124. Какие методы групповой пайки используются при монтаже печатных плат?
125. Какие основные дефекты возникают при пайке волной припоя?
126. Назовите особенности селективной пайки
127. Что представляет собой технология пайки микроволной?
128. От чего зависит выбор способа групповой пайки?

Тема 2.8. Надежность на этапах проектирования и производства

129. Дать определение надежности.
130. Что такое интенсивность отказов?
131. Что такое вероятность безотказной работы?
132. Что такое наработка на отказ?
133. Что такое среднее время восстановления работоспособности?
134. Что такое долговечность прибора?
135. Что такое сохраняемость аппаратуры?

136. Дать определение коэффициента оперативной готовности системы.
137. Показать зависимость интенсивности отказов от времени.

Тема 2.9. Эргономика и дизайн

138. Эргодизайн как вид проектной деятельности.
139. Дать определения «микроэргономики» и «макроэргономики»
140. Перечислить цели и задачи эргодизайна.
141. Что такое адаптивный дизайн?
142. Дайте определение понятию юзабилити.

Тема 2.10. Физиологические характеристики человека-оператора

143. Дать понятие физиологических параметров человека-оператора.
144. Что такое субъективные параметры человека-оператора?
145. Что такое объективные параметры человека-оператора?
146. Какие типовые разделы включает инструкция по технике безопасности при эксплуатации цифровых систем и электронной аппаратуры?

5.2 Темы курсовых работ

1. Цифровой автомат «световой день»
2. Цифровой звонок
3. Цифровой делитель частоты
4. Цифровой блок проверки микросхем
5. Эмулятор ПЗУ
6. Цифровой блок формирования цифр
7. Цифровое устройство управления погружным электронасосом
8. Цифровой частотомер-генератор-часы
9. Цифровое устройство управления стиральной машины
10. Цифровой кодовый замок на ИК лучах
11. Программатор микросхем FLASH-памяти
12. Цифровой пробник
13. Цифровой музыкальный звонок с автоматическим перебором мелодий
14. Цифровой стабилизатор температуры и влажности
15. Цифровой термометр «дом-улица»
16. Цифровое устройство световых эффектов
17. Цифровой продуктовый дозиметр
18. Шифратор и дешифратор системы телеуправления
19. Цифровой автоматический таймер
20. Синхронный счетчик с коэффициентом пересчета двенадцать
21. Сдвигающий регистр однотактного действия с «удлиненным» асинхронным D-триггером
22. Адресный счетчик
23. Дешифратор системы дистанционного управления
24. Детектор излучения радиопередающих устройств
25. Кварцевый калибратор
26. Сдвигающий регистр двухтактного действия
27. Пробник - индикатор низкочастотных сигналов
28. Детектор скрытой проводки с повышенной чувствительностью

29. Счетчик с параллельно-последовательным переносом сигналов
30. импульсного типа
31. Шифратор системы дистанционного управления
32. Сдвигающий регистр многотактного действия
33. Сдвигающий регистр однотактного действия, с распараллеливанием нагрузки
34. Распределитель на кольцевом регистре
35. Триггерная защелка
36. Распределитель импульсов на восемь каналов
37. Цифровой фильтр
38. Пересчетная схема по модулю пять, с запрещающими связями
39. Синхронный счетчик с параллельным переносом сигналов
40. Электронный шагомер

5.3 Примеры тестовых заданий

Тест 1 Организация проектирования электронной аппаратуры
Количество вопросов – 44. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, связанный с представлением законов, принципов, явлений и эффектов реального мира, а также математические модели, лежащие в основе создания и функционирования элементной базы аппаратной составляющей ВС.? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд. 7) Уровень операционной системы. 8) Уровень языка ассемблера. 9) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 10) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	1
2	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, связанный с определением базовых аналоговых элементов, реализующих простейшие математические модели и функционально законченные математические операции? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд. 7) Уровень операционной системы. 8) Уровень языка ассемблера.	2

	9) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 10) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	
3	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, представляющий иерархическую структуру цифровой аппаратуры, задействованной в ВС? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд. 7) Уровень операционной системы. 8) Уровень языка ассемблера. 9) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 10) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	3
4	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, определяющий ее общую структуру и отражающий (состав оборудования) и отражающий принципы построения и закономерности функционирования системы с учетом влияния внешних факторов, технико-экономических и других показателей? 11) Базовый естественно-математический уровень. 12) Аналоговый уровень. 13) Уровень цифровой схемотехники. 14) Системотехнический уровень. 15) Микроархитектурный уровень. 16) Уровень машинных команд. 17) Уровень операционной системы. 18) Уровень языка ассемблера. 19) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 20) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	4
5	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, отражающий логические и схемотехнические принципы интерпретации машинных команд с использованием различных технологий вычислительного процесса? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд. 7) Уровень операционной системы. 8) Уровень языка ассемблера.	5

	9) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 10) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	
6	Как называется уровень общего представления архитектуры ВС, связывающий аппаратные средства компьютера с его программным обеспечением? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд. 7) Уровень операционной системы. 8) Уровень языка ассемблера. 9) Алгоритмические языки и системы программирования высокого уровня. 10) Проблемно-ориентированные языки систем предписывающего и декларативного типа.	6
7	К какому уровню общего представления архитектуры ВС относятся цифровые элементы, вспомогательные элементы цифровой аппаратуры, функциональные узлы и цифровые устройства? 1) Базовый естественно-математический уровень. 2) Аналоговый уровень. 3) Уровень цифровой схемотехники. 4) Системотехнический уровень. 5) Микроархитектурный уровень. 6) Уровень машинных команд.	3
8	К какому уровню иерархии цифровой схемотехники относятся запоминающие элементы типа триггер? 1) Цифровые элементы. 2) Вспомогательные элементы. 3) Функциональные узлы. 4) Цифровые устройства.	4
9	К какому уровню иерархии цифровой схемотехники относятся микропроцессоры? 1) Цифровые элементы. 2) Вспомогательные элементы. 3) Функциональные узлы. 4) Цифровые устройства.	4
10	К какому уровню иерархии цифровой схемотехники относятся арифметико-логические устройства (АЛУ)? 1) Цифровые элементы. 2) Вспомогательные элементы. 3) Функциональные узлы. 4) Цифровые устройства.	3

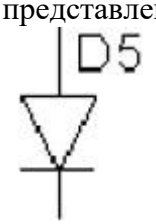
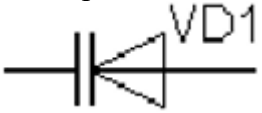
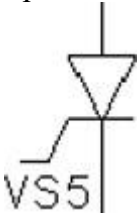
11	К какому уровню иерархии цифровой схемотехники относятся генераторы импульсных сигналов? 1) Цифровые элементы. 2) Вспомогательные элементы. 3) Функциональные узлы. 4) Цифровые устройства.	2
12	Как называется комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, создаваемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия? 1) ЕСКД. 2) ЕСТД. 3) ЕСПД. 4) ЕСТПП. 5) ЕСЗКС.	1
13	Как называется комплекс межгосударственных стандартов и рекомендаций, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении, контроле, приемке и ремонте (модернизации) изделий (включая сбор и сдачу технологических отходов)? 1) ЕСКД. 2) ЕСТД. 3) ЕСПД. 4) ЕСТПП. 5) ЕСЗКС.	2
14	Как называется система государственных стандартов Российской Федерации, устанавливающих взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации? 6) ЕСКД. 7) ЕСТД. 8) ЕСПД. 9) ЕСТПП. 10) ЕСЗКС.	3
15	Как называется система организации и управления технологической подготовкой производства, которая регламентирована государственными стандартами, оформленными в виде комплекса межгосударственных стандартов, использование которых обеспечивает сокращение сроков подготовки производства продукции заданного качества, обеспечение высокой гибкости производственной структуры и значительной экономии трудовых, материальных и финансовых ресурсов? 1) ЕСКД. 2) ЕСТД.	4

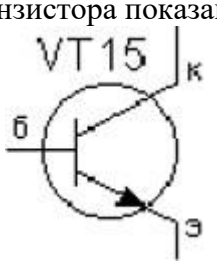
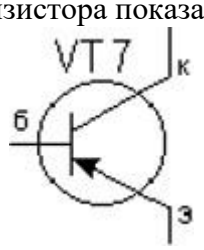
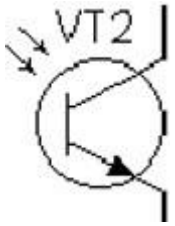
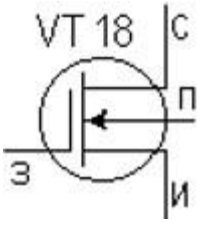
	3) ЕСПД. 4) ЕСТПП. 5) ЕСЗКС.	
16	Как называется комплекс взаимоувязанных межгосударственных стандартов, устанавливающих общие требования, правила, нормы и методы защиты изделий, конструкций и материалов от коррозии, старения и биоповреждений на всех стадиях жизненного цикла изделий и конструкций (исследование и обоснование разработки, разработка, производство и эксплуатация (хранение), капитальный ремонт), включая работы по сертификации? 1) ЕСКД. 2) ЕСТД. 3) ЕСПД. 4) ЕСТПП. 5) ЕСЗКС.	5
17	Документ, выполненный на любом материале и предназначенный для изготовления по нему подлинника. 1) Оригинал; 2) Подлинник; 3) Дубликат; 4) Копия.	1
18	Документ, оформленный подлинными установленными подписями и выполненный на любом материале, позволяющий многократное воспроизведение с него копий. 1) Оригинал; 2) Подлинник; 3) Дубликат; 4) Копия.	2
19	Копия подлинника, обеспечивающая идентичность воспроизведения подлинника, выполненная на любом материале, позволяющее снятие с нее копий. 1) Оригинал; 2) Подлинник; 3) Дубликат; 4) Копия.	3
20	Документ, выполненный способом, обеспечивающим его идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенный для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий. 1) Оригинал; 2) Подлинник; 3) Дубликат; 4) Копия.	4
21	Документ или несколько документов, определяющих цель, структуру, свойства и методы какого-либо проекта, и исключающие двусмысленное толкование различными исполнителями.	1

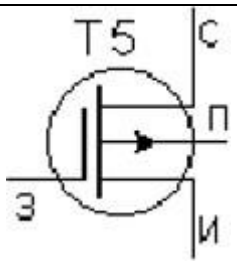
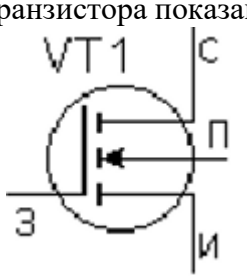
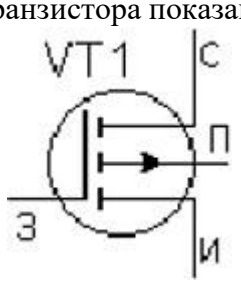
	5) Техническое задание. 6) Техническое предложение. 7) Эскизный проект. 8) Технический проект. 9) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 10) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	
22	Совокупность КД, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделия. 1) Техническое задание. 2) Техническое предложение. 3) Эскизный проект. 4) Технический проект. 5) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 6) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	2
23	Совокупность КД, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры рассматриваемого изделия. 1) Техническое задание. 2) Техническое предложение. 3) Эскизный проект. 4) Технический проект. 5) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 6) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	3
24	Совокупность КД, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. 1) Техническое задание. 2) Техническое предложение. 3) Эскизный проект. 4) Технический проект. 5) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 6) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	4
25	Совокупность КД по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца. 1) Техническое задание.	5

	2) Техническое предложение. 3) Эскизный проект. 4) Технический проект. 5) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 6) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	
26	Совокупность КД по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия. 1) Техническое задание. 2) Техническое предложение. 3) Эскизный проект. 4) Технический проект. 5) Рабочая конструкторская документация опытного образца. 6) Рабочая конструкторская документация серийного производства.	6
27	Наименее подробная электрическая схема, предназначенная для отображения общей структуры устройства, т.е. его основных блоков, узлов, частей и главных связей между ними. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	1
28	Электрическая схема, позволяющая понять логику работы устройства, все его отличия от других подобных устройств, но не позволяющая полностью воспроизвести устройство. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	2
29	Наиболее подробная электрическая схема, которая обязательно показывает все использованные в устройстве элементы и все связи между ними и позволяет полностью воспроизвести устройство. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3).	3

	4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	
30	Электрическая схема, которая изображает все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.д.), а также соединения между этими устройствами и элементами. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	4
31	Электрическая схема, на которой должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т.п.) и проводимые к ним концы проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей и (или) адреса). 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	5
32	Электрическая схема, на которой изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, а также провода, жгуты и кабели, соединяющие эти устройства и элементы, расположение графических обозначений которых на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	6
33	Электрическая схема, на которой изображают составные части изделия, а, при необходимости, связи между ними и конструкцию, на которой эти составные части будут расположены, причем расположение	7

	обозначений составных частей должно соответствовать действительному размещению в конструкции. 1) Структурная схема (Э1). 2) Функциональная схема (Э2). 3) Принципиальная схема Э3). 4) Схема соединений (Э4). 5) Схема подключения (Э5). 6) Общая схема (Э6). 7) Схема расположения Э7).	
34	Какой электрический элемент представлен на рисунке?  1) Диод. 2) Стабилитрон. 3) Варикап. 4) Тиристор.	1
35	Какой электрический элемент представлен на рисунке? 1) Диод. 2) Стабилитрон. 3) Варикап. 4) Тиристор.	2
36	Какой электрический элемент представлен на рисунке?  1) Диод. 2) Стабилитрон. 3) Варикап. 4) Тиристор.	3
37	Какой электрический элемент представлен на рисунке?  1) Диод. 2) Стабилитрон. 3) Варикап. 4) Тиристор.	4

38	Какой тип биполярного транзистора показан на рисунке?  1) n-p-n транзистор. 2) p-n-p транзистор. 3) Фототранзистор.	1
39	Какой тип биполярного транзистора показан на рисунке?  1) n-p-n транзистор. 2) p-n-p транзистор. 3) Фототранзистор.	2
40	Какой тип биполярного транзистора показан на рисунке?  1) n-p-n транзистор. 2) p-n-p транзистор. 3) Фототранзистор.	4
41	Какой тип униполярного транзистора показан на рисунке?  1) Транзистор полевой со встроенным n-каналом. 2) Транзистор полевой со встроенным p-каналом. 3) Транзистор полевой с индуцированным n-каналом. 4) Транзистор полевой со встроенным p-каналом.	1
42	Какой тип униполярного транзистора показан на рисунке?	2

	 1) Транзистор полевой со встроенным n-каналом. 2) Транзистор полевой со встроенным p-каналом. 3) Транзистор полевой с индуцированным n-каналом. 4) Транзистор полевой со встроенным p-каналом.	
43	Какой тип униполярного транзистора показан на рисунке?  1) Транзистор полевой со встроенным n-каналом. 2) Транзистор полевой со встроенным p-каналом. 3) Транзистор полевой с индуцированным n-каналом. 4) Транзистор полевой со встроенным p-каналом.	3
44	Какой тип униполярного транзистора показан на рисунке?  1) Транзистор полевой со встроенным n-каналом. 2) Транзистор полевой со встроенным p-каналом. 3) Транзистор полевой с индуцированным n-каналом. 4) Транзистор полевой со встроенным p-каналом.	4

Тест 2 Условия эксплуатации цифровых устройств

Количество вопросов – 36. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	Относится ли наличие движущихся потоков пыли или песка к внешним климатическим факторам, влияющим на работоспособность РЭА?	да
2	К внешним факторам, влияющим на работоспособность РЭА, относятся (несколько вариантов ответа): 1) климатический,	1, 2, 4

	2) механический, 3) человеческий, 4) радиационный, 5) природный.	
3	К каким внешним факторам, влияющим на работоспособность РЭА, относится акустический удар? 1) климатический, 2) механический, 3) человеческий, 4) радиационный, 5) природный.	2
4	Какая влажность относится к нормальным климатическим условиям? 1) 50...70 % 2) 60...80 % 3) 45...80 % 4) 55...75 % 5) 45...60 % 6) 40...70 %.	3
5	Какая температура относится к нормальным климатическим условиям? 1) +25±10 °С 2) +25±5 °С. 3) +20±10 °С 4) +20±5 °С 5) +22±10 °С 6) +22±5 °С.	1
6	На сколько климатических зон разделен весь земной шар? 1) 5. 2) 6. 3) 7. 4) 8. 5) 9. 6) 10.	3
7	Какой индекс присваивается РЭА, пригодной для эксплуатации на суше и на море? 1) Т. 2) В. 3) ОМ. 4) ТВ. 5) О. 6) М.	3
8	В какие климатические зоны включена Россия? 1) Очень холодный регион. 2) Холодная зона. 3) Умеренный климатический регион. 4) Влажная тропическая зона.	2, 3

	5) Зона с сухим тропическим климатом. 6) Умеренно холодная морская зона. 7) Тропическая морская зона.	
9	Какая климатическая зона включает моря, океаны и прибрежные территории, расположенные севернее 30° северной широты и южнее 30° южной широты.? 1) Очень холодный регион. 2) Холодная зона. 3) Умеренный климатический регион. 4) Влажная тропическая зона. 5) Зона с сухим тропическим климатом. 6) Умеренно холодная морская зона. 7) Тропическая морская зона.	6
10	Как называются температуры, которые характеризуют тепло- и холодопрочность конструкции РЭА? 1) Критические. 2) Предельные. 3) Номинальные. 4) Исключительные. 5) Допустимые.	2
11	Как называется температурный режим, который характеризуется резким изменением температуры окружающей среды? 1) Тепловой удар. 2) Резкий перепад. 3) Критический перепад. 4) Резкое изменение. 5) Тепловой перепад	1
12	При какой температуре возникает точка росы, соответствующая относительной влажности 60%? 1) 15,5 2) 12,1 3) 7,8 4) 2,0 6) 6,6	3
13	Какое воздействие оказывает на элементы конструкции РЭА повышенное атмосферное давление? 1) Климатическое. 2) Механическое. 3) Радиационное. 4) Атмосферное.	2
14	Как изменяется отвод тепла конвективным теплообменом при снижении атмосферного давления? 1) Ухудшается.	1

	2) Улучшается. 3) Не изменяется.	
15	Какие три уровня концентрации пыли (г/м$^{3)}$ определены стандартами? 1) 0,05. 2) 0,1. 3) 0,18. 4) 0,5. 5) 1,0. 6) 1,5. 7) 2,0.	3, 5, 7
16	Как называется способность РЭА выполнять заданные функции во включенном состоянии в условиях воздействия вибраций? 1) Вибропрочность. 2) Виброустойчивость. 3) Виброзависимость.	2
17	Какими характеристиками определяется акустический шум, проявляющийся в РЭА, устанавливаемых вблизи сильно шумящих объектов (несколько вариантов ответа)? 1) Давлением звука. 2) Мощностью колебаний источника звука. 3) Силой звука. 4) Спектром звуковых частот.	1, 2, 3, 4
18	Какие виды радиационного излучения оказывают наиболее значимое воздействие на РЭА? 1) Альфа-излучение. 2) Бета-излучение. 3) Гамма-излучение. 4) Рентгеновское излучение. 5) Нейтронное излучение. 6) Ионизирующее излучение.	3, 4
19	Какие электрорадиоэлементы наименее стойки к радиационному облучению? 1) Резисторы. 2) Конденсаторы. 3) Катушки индуктивности. 4) Диоды. 5) Транзисторы. 6) Интегральные микросхемы.	4, 5, 6
20	Электронная аппаратура, работающая на автомобильном и дорожном транспорте, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе.	3

	4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	
21	Электронная аппаратура, работающая в отапливаемых сооружениях, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	1
22	Электронная аппаратура, работающая в неотапливаемых сооружениях, на открытом воздухе, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	2
23	Электронная аппаратура, переносная, работающая в помещении, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	6
24	Электронная аппаратура, переносная, работающая на открытом воздухе, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе.	7

	7) 7 группе. 8) 8 группе.	
25	Электронная аппаратура, работающая на морских и речных судах, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	4
26	Электронная аппаратура, работающая на железнодорожных объектах, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	5
27	Электронная аппаратура, работающая на самолетах, вертолетах, ракетах и космических аппаратах, относится к: 1) 1 группе. 2) 2 группе. 3) 3 группе. 4) 4 группе. 5) 5 группе. 6) 6 группе. 7) 7 группе. 8) 8 группе.	8
28	Как классифицируется электронная аппаратура в зависимости от условий эксплуатации и вида объекта установки (несколько вариантов ответов)? 1) Стационарная. 2) Переносная. 3) Портативная. 4) Транспортируемая. 5) Сухопутная. 6) Морская. 7) Воздушная.	1, 3, 4

29	Какое требование к РЭА заключается в разбиении принципиальной схемы изделия на такие функционально законченные узлы, которые могут быть выполнены в виде идентичных конструктивно-технологических единиц? 1) Обеспечение функционально-узлового принципа построения конструкции РЭА. 2) Технологичность. 3) Минимальная номенклатура комплектующих изделий. 4) Минимальные габариты и масса. 5) Защита от воздействия климатических и механических факторов. 6) Ремонтопригодность.	1
30	В каком документе обычно содержатся тактико-технические требования на аппаратуру? 1) В техническом задании. 2) В техническом предложении. 3) В эскизном проекте. 4) В техническом проекте. 5) В рабочей конструкторской документация опытного образца. 6) В рабочей конструкторской документации серийного производства.	1
31	Какое требование к РЭА определяется рациональным выбором ее структуры, которая должна быть разработана с учетом автономного, раздельного изготовления и наладки основных элементов, узлов, блоков? 1) Обеспечение функционально-узлового принципа построения конструкции РЭА. 2) Технологичность. 3) Минимальная номенклатура комплектующих изделий. 4) Минимальные габариты и масса. 5) Защита от воздействия климатических и механических факторов. 6) Ремонтопригодность.	2
32	_____- качественное свойство конструкции РЭА к восстановлению к восстановлению возможности выполнять свои функции и поддержанию заданной долговечности. (Одно слово в именительном падеже).	Работоспособность
33	К эксплуатационным требованиям к РЭА относят (несколько вариантов ответов): 1) Простоту управления и обслуживания. 2) Минимальные габариты и масса. 3) Минимальная номенклатура комплектующих изделий.	1, 4, 5

	4) Сигнализация опасных режимов работы. 5) Наличие аппаратуры, обеспечивающей профилактический контроль и наладку конструктивных элементов.	
34	Вероятность того, что в заданном интервале времени при заданных режимах и условиях работы в аппаратуре не произойдет ни одного отказа – это: 1) Вероятность безотказной работы. 2) Наработка на отказ. 3) Среднее время восстановления работоспособности. 4) Долговечность прибора. 5) Сохранность аппаратуры.	1
35	Средняя продолжительность работы аппаратуры между отказами – это: 1) Вероятность безотказной работы. 2) Наработка на отказ. 3) Среднее время восстановления работоспособности. 4) Долговечность прибора. 5) Сохранность аппаратуры.	2
36	Продолжительность РЭА до полного износа с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта. Под полным износом при этом понимают состояние аппаратуры, не позволяющее ее дальнейшую эксплуатацию 1) Вероятность безотказной работы. 2) Наработка на отказ. 3) Среднее время восстановления работоспособности. 4) Долговечность прибора. 5) Сохранность аппаратуры.	4

Тест 3 Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры
Количество вопросов – 34. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

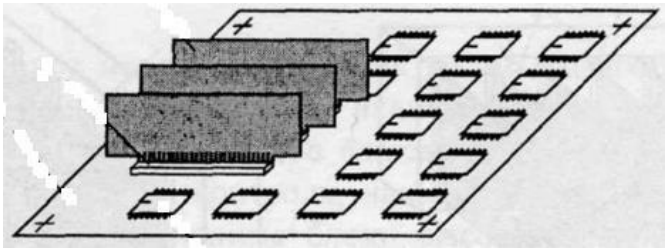
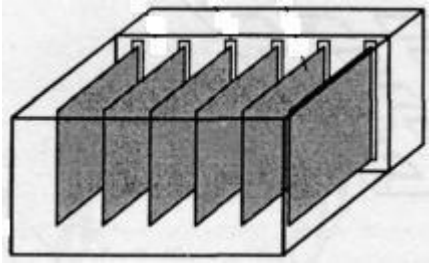
№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	_____ - составная часть аппаратуры, выполняющая в конструкции подчиненные функции, имеющая законченное функциональное и конструктивное оформление и снабженная элементами коммутации и механического соединения с подобными компонентами и с компонентами низшего уровня в изделии (одно слово в именительном падеже).	Модуль
2	Принцип конструирования, предполагающий разукрупнение электронной схемы РЭА на функционально законченные части, выполняющие определенные функции (несколько вариантов ответов):	1,2

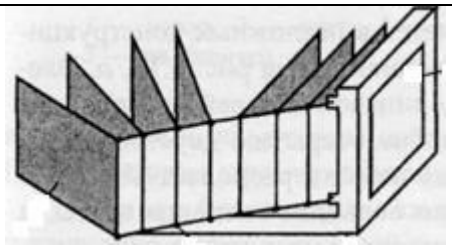
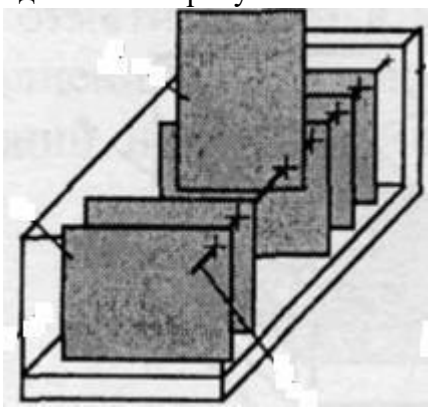
	1) Модульный принцип конструирования 2) Метод декомпозиции. 3) Метод композиции.	
3	Принцип конструирования, когда частям детально разработанной функциональной схемы изделия ставятся в соответствие схемы выбранной серии микросхем, а электрическая схема изделия как бы «покрывается» электрическими схемами микросхем. 1) Модульный принцип конструирования 2) Метод декомпозиции. 3) Метод композиции.	3
4	Какое максимальное количество уровней модульности в современной радиоэлектронной аппаратуре? 1) 4 2) 5 3) 6 4) 7 5) 8	3
5	К какому уровню модульности относится электронный компонент (микросхема)? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	1
6	К какому уровню модульности относится печатная плата? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	2
7	К какому уровню модульности относится блок, основными конструктивными элементами которого является панель с ответными соединителями модулей первого уровня? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	3
8	К какому уровню модульности относится стойка, в которой устанавливаются блоки или 2— 3 рамы? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень.	4

	3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	
9	К какому уровню модульности относится микросборка, состоящая из подложки с размещенными на ней безкорпусными микросхемами? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	5
10	К какому уровню модульности относится рама, в которой размещаются 6— 8 блоков? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	6
11	Сколько уровней коммутации предусматривает модульный принцип конструирования? 1) 2 2) 3 3) 4 4) 5 5) 6 6) 7	4
12	К какому уровню относится коммутация печатным и (или) проводным монтажом электронных компонентов на плате? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	2
13	К какому уровню относится коммутация печатным или объемным монтажом ответных соединителей модулей первого уровня в блоке? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	3

14	К какому уровню относится электрическое объединение блоков или рам в стойке и стоек между собой жгутами и кабелями? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	4
15	К какому уровню относится электрическое соединение выводов бескорпусных микросхем пленочными проводниками? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	5
16	К какому уровню относится коммутация блоков в раме проводами, жгутами или кабелями? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Уровень 0,5 6) Уровень 2,5	6
17	На низшем нулевом уровне конструктивной иерархии РЭА находятся: 1) Печатные платы. 2) Микросхемы. 3) Корпуса компьютеров. 4) Микросборки. 5) Блоки ТЭЗов. 6) Рамы с блоками.	2
18	Корпуса микросхем бывают (несколько вариантов ответов): 1) Металлостеклянными. 2) Металлокерамическими. 3) Металлопластмассовыми. 4) Металлодеревянными. 5) Стеклянными. 6) Керамическими. 7) Пластмассовыми.	1, 2, 3, 5, 6, 7
19	В металлостеклянных, металлокерамических, металлопластмассовых корпусах микросхем крышка выполняется: 1) Металлической.	1

	2) Стеклянной. 3) Керамической. 4) Пластмассовой.	
20	Можно ли заливать формы корпусов микросхем пластмассой (ответ: да или нет)?	Да
21	Сколько типов корпусов микросхем существует? 1) 2. 2) 3 3) 4 4) 5 5) 6 6) 7 7) 8	5
22	В какой зоне интегральные микросхемы имеют ключ для правильной установки на плату корпуса (выводы нумеруются слева направо или по часовой стрелке со стороны расположения выводов)? 1) Зона первого вывода. 2) Зона второго вывода. 3) Зона предпоследнего вывода. 4) Зона последнего вывода.	1
23	Какая латинская буква вводится для ИМС в экспортном исполнении вместо регистрационного номера? 1) A 2) B 3) C 4) D 5) E 6) F	5
24	Правда ли, что корпус с планарными выводами для установки и монтажа требует на печатной плате почти вдвое больше площади, чем тех же размеров корпус, но с ортогональным расположением выводов (ответ: да или нет).	Да
25	Правда ли, что установка корпусов с планарными выводами возможна с двух сторон платы (ответ: да или нет)?	Да
26	_____ - представляет собой бескорпусную гибридную ИМС индивидуального применения (одно слово в именительном падеже).	Микро-сборка
27	Как называются конденсаторы, устанавливаемые на печатную плату для исключения влияния на работу микросхем помех по электропитанию?	4

	1) Согласующие. 2) Исключающие. 3) Предохраняющие. 4) Развязывающие. 5) Помехозащищающие.	
28	К какому уровню конструктивной иерархии относятся печатные платы? 1) К нулевому уровню. 2) К первому уровню. 3) Ко второму уровню. 4) К третьему уровню. 5) К четвертому уровню.	2
29	К какому уровню конструктивной иерархии относятся блоки различных видов? 1) К нулевому уровню. 2) К первому уровню. 3) Ко второму уровню. 4) К третьему уровню. 5) К четвертому уровню.	3
30	На рисунке показана _____плата (прилагательное в именительном падеже. 	Объединительная, материнская, системная
31	Блок какого типа представлен на рисунке?  1) Этажерочный. 2) Стеллажный. 3) Книжный. 4) С откидными платами.	2
32	Блок какого типа представлен на рисунке?	3

	 1) Этажерочный. 2) Стеллажный. 3) Книжный. 4) С откидными платами.	
33	Блок какого типа представлен на рисунке?  1) Этажерочный. 2) Стеллажный. 3) Книжный. 4) С откидными платами.	4
34	К какому уровню конструктивной иерархии относится шкафная стойка? 1) Нулевой уровень. 2) Первый уровень. 3) Второй уровень. 4) Третий уровень. 5) Четвертый уровень	4

Тест 4 Основы технологических процессов в производстве электронной аппаратуры
Количество вопросов – 60. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	_____- это любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии, это продукт конечной стадии производство (одно слово, существительное в именительном падеже).	Изделие
2	_____- это изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятие-изготовителе сборочными операциями	Деталь

	(свинчивание, сварка, пайка, склеивание), например: ячейка, ТЭЗ, разъем, блок и т. д. (существительное в именительном падеже).	
3	_____ - это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например, ось, клемма, рама и т. д. (два слова в именительном падеже).	Сборочная единица
4	_____- два или более изделия, несоединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (одно слово, существительное в именительном падеже).	Комплекс
5	_____- совокупность действий рабочих и орудий производства, в результате которых исходные материалы, полуфабрикаты и компоненты превращаются в готовую продукцию (платы, ячейки, блоки и т. п.), соответствующую своему назначению (два слова в именительном падеже).	Производственный процесс
6	_____- часть производственного процесса, непосредственно связанная с последовательным изменением состояния предмета труда с превращением его в готовую продукцию (одно или два слова в именительном падеже).	Технологический процесс, Техпроцесс
7	_____- законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими над одним или несколькими совместно обрабатываемыми или собираемыми деталями (два слова в именительном падеже).	Технологическая операция
8	_____- интервал времени, через который производится выпуск изделий. Например, 1 компьютер через 10 мин. (два слова в именительном падеже).	Такт выпуска
9	_____- обратная величина такта - количество изделий в единицу времени (два слова в именительном падеже).	Ритм выпуска
10	Характеризуется единичным или малым объемом выпускаемых изделий, процесс изготовления которых не повторяется или повторяется через неопределенный промежуток времени. 1) Единичное производство. 2) Серийное производство. 3) Массовое производство. 4) Плановое производство.	1
11	Характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями, сериями. 1) Единичное производство. 2) Серийное производство. 3) Массовое производство. 4) Плановое производство.	2
12	Это производство одинаковых изделий в течение длительного периода времени 1) Единичное производство. 2) Серийное производство. 3) Массовое производство. 4) Плановое производство.	3
13	Как называется технологический процесс на начальной стадии?	1

	1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный. 6) Перспективный.	
14	Как называется технологический процесс конкретный. для работы? 1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный. 6) Перспективный.	2
15	Как называется технологический процесс только на данное изделие, как правило, массовое производство? 1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный. 6) Перспективный.	3
16	Как называется технологический процесс только на конструктивно подобные изделия, например, ТП на изготовление печатных плат? 1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный. 6) Перспективный.	4
17	Как называется технологический процесс (оперативный), для имеющегося на предприятии оборудования при изготовлении пробных изделий? 1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный. 6) Перспективный.	5
18	Как называется технологический процесс для вновь разрабатываемых производств или модернизации старых предприятий? 1) Проектный. 2) Рабочий. 3) Единичный. 4) Типовой. 5) Временный.	6

	6) Перспективный.	
19	Какие три технологических процесса определяют степень подробности разработки ТП? 1) Проектный. 2) Маршрутный. 3) Рабочий. 4) Операционный. 5) Единичный. 6) Маршрутно-операционный.	2, 4, 6
20	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится изучение конструкторской документации? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	1
21	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится определение места изделия в классификационных группах ТП? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	2
22	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится выбор базовой детали или сборочной единицы? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	3

23	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится определение последовательности технологических операций? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	4
24	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится разработка структуры операции и последовательности переходов? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	5
25	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится определение разряда работ по классификатору разрядов и профессий? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	6
26	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится выбор и анализ требований по шуму, вибрациям, воздействию вредных веществ? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности.	7

	7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	
27	К какому этапу разработки технологического процесса монтажа и сборки электронных узлов относится оформление эскизов технологических операций и карт? 1) Анализ исходных данных. 2) Выбор типового (базового) ТП. 3) Разработка схемы сборки. 4) Составление маршрутного ТП. 5) Разработка технологических операций. 6) Расчет технико-экономической эффективности. 7) Анализ ТП с точки зрения безопасности. 8) Оформление технологической документации. 9) Разработка ТЗ на специальную оснастку.	8
28	К какому этапу технологического процесса сборки элементов первого уровня относится распаковка из тары поставщика и входной контроль параметров? 1) Комплектация. 2) Подготовка к монтажу. 3) Установка на печатную плату. 4) Выполнение контактных соединения. 5) Контроль модуля и защита от внешних воздействий.	1
29	К какому этапу технологического процесса сборки элементов первого уровня относятся промывка платы и формовка выводов? 1) Комплектация. 2) Подготовка к монтажу. 3) Установка на печатную плату. 4) Выполнение контактных соединения. 5) Контроль модуля и защита от внешних воздействий.	2
30	К какому этапу технологического процесса сборки элементов первого уровня относятся установка и закрепление соединителей, контроль и установка элементов? 1) Комплектация. 2) Подготовка к монтажу. 3) Установка на печатную плату. 4) Выполнение контактных соединения. 5) Контроль модуля и защита от внешних воздействий.	3
31	К какому этапу технологического процесса сборки элементов первого уровня относится промывка и сушка модуля? 1) Комплектация. 2) Подготовка к монтажу. 3) Установка на печатную плату. 4) Выполнение контактных соединения. 5) Контроль модуля и защита от внешних воздействий.	4

32	К какому этапу технологического процесса сборки элементов первого уровня относятся контроль параметров, испытания и контроль? 1) Комплектация. 2) Подготовка к монтажу. 3) Установка на печатную плату. 4) Выполнение контактных соединения. 5) Контроль модуля и защита от внешних воздействий.	5
33	Какой метод при сборке электронного узла первого уровня требует оснащения рабочего места монтажника проекционной системой и транспортером подачи тары с элементами? 1) Установка вручную. 2) Световая индикация. 3) Установка по шаблону. 4) Автоматизированная установка.	2
34	При использовании какого метода монтажник по схеме или маркировке на плате определяет место положения элемента, извлекает его из тары, устанавливает и, если необходимо, распаивает выводы? 1) При установке вручную. 2) При применении метода световой индикации. 3) При установке по шаблону. 4) В случае автоматизированной установки.	1
35	При использовании какого метода точное позиционирование монтажного стола осуществляется вручную с помощью щупа и координатных отверстий на шаблоне, а установка элементов — автоматически укладочной головкой? 1) При установке вручную. 2) При применении метода световой индикации. 3) При установке по шаблону. 4) В случае автоматизированной установки.	3
36	Когда применяется специализированное оборудование с ЧПУ или робото-технологические комплексы с подачей элементов из технологических кассет? 1) При установке вручную. 2) При применении метода световой индикации. 3) При установке по шаблону. 4) В случае автоматизированной установки.	4
37	При одностороннем монтаже навесных элементов на плате и фиксации их положения применяется: 1) Механизированная пайка волной припоя. 2) Пайка расплавленным припоем с постоянным нагревом паяльником или расплавляемым припоем с импульсным нагревом. 3) Дополнительной подачей припоя путем напрессовки	1
38	Групповая пайка планарных выводов ИМС проводится: 1) Механизированной пайкой волной припоя. 2) Пайка расплавленным припоем с постоянным нагревом паяльником или расплавляемым припоем с импульсным нагревом.	2

	3) Дополнительной подачей припоя путем напрессовки.	
39	Функционально законченный электронный узел (модуль), элементы и соединения в котором конструктивно неразделимы и изготовлены одновременно в едином технологическом процессе в общем кристаллеосновании, это _____ (одно или два слова в именительном падеже).	Микросхема, интегральная микросхема, интегральная схема.
40	Интегральная микросхема относится к _____уровню конструктивной иерархии (числительное прилагательное в дательном падеже).	нулевому
41	Совокупность бескорпусных микросхем, смонтированных на общей коммутационной плате, это _____(одно или два слова в именительном падеже).	Микросборка, многокристальная микросхема
42	Микросхемы на основе монокристалла кремния с нанесенными методами фотолитографии транзисторами, резисторами и конденсаторами относятся к: 1) полупроводниковым микросхемам; 2) гибридно-пленочным микросхемам; 3) смешанным микросхемам.	1
43	Микросхемы на основе подложки из изоляционного материала с нанесенными пленочными резисторами и конденсаторами и безкорпусными полупроводниковыми кристаллами относятся к: 1) полупроводниковым микросхемам; 2) гибридно-пленочным микросхемам; 3) смешанным микросхемам.	2
44	Какие транзисторы используются в микросхемах униполярного вида (несколько вариантов ответа)? 1) МДП – транзисторы. 2) МОП – транзисторы. 3) Биполярные транзисторы. 4) Униполярные транзисторы.	1, 2, 4
45	Какие транзисторы используются в микросхемах биполярного вида? 1) МДП – транзисторы. 2) МОП – транзисторы. 3) Биполярные транзисторы. 4) Униполярные транзисторы.	3
46	Какие транзисторы используются в микросхемах биполярно-полевого вида (несколько вариантов ответа)? 1) МДП – транзисторы. 2) МОП – транзисторы. 3) Биполярные транзисторы. 4) Униполярные транзисторы.	1, 2, 3, 4
47	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^9? 1) Средние (СИС).	4

	2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	
48	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^3? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	1
49	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^4? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	2
50	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^6? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	3
51	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл более 10^9? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	5
52	Наиболее высокой степенью интеграции обладают цифровые интегральные схемы (несколько вариантов ответов): 1) С регулярной структурой. 2) С нерегулярной структурой. 3) Схемы динамической памяти. 4) Схемы статической памяти. 5) Постоянные ЗУ. 6) Перепрограммируемые ЗУ.	1, 3 ,4 ,5, 6
53	Наименее высокой степенью интеграции обладают цифровые интегральные схемы: 1) С регулярной структурой. 2) С нерегулярной структурой. 3) Схемы динамической памяти. 4) Схемы статической памяти. 5) Постоянные ЗУ. 6) Перепрограммируемые ЗУ.	2
54	Отдельный однородный кристалл, имеющий во всем объеме единую кристаллическую решетку и зависимость физических свойств от направления, это _____(существительное в именительном падеже).	Монокристалл

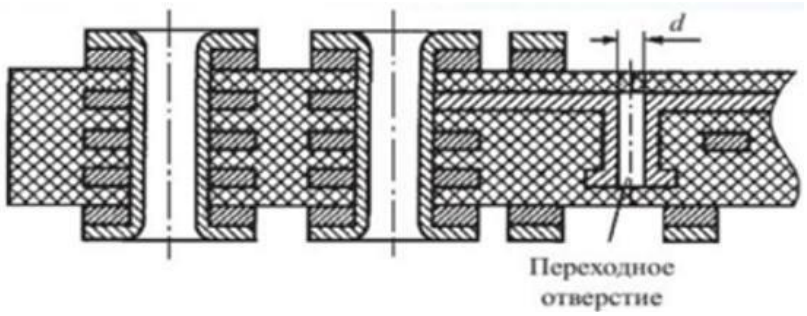
55	Метод Чохральского используется при: 1) изготовлении монокристалла; 2) разрезке монокристалла на пластины; 3) многократном оксидировании, травлении, легировании; 4) металлизации; 5) изготовлении фотошаблона.	1
56	Стеклянная пластина (подложка) с нанесенным на ее поверхности маскирующим слоем – покрытием, образующим трафарет с прозрачными и непрозрачными для оптического излучения участками, это _____(существительное в именительном падеже).	Фотошаблон
57	При формировании топологического слоя в объеме кристалла используется следующая последовательность: 1) окисление, фотолитография, примесь, травление; 2) фотолитография окисление травление, примесь; 3) примесь, фотолитография, окисление, травление; 4) окисление, примесь, фотолитография, травление.	1
58	Сколько фотошаблонов входит в комплект для формирования полупроводниковой структуры? 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5 6) 6 7) 7 8) 8	8
59	Процесс избирательного травления поверхностного слоя с использованием защитной фотомаски это_____ (существительное в именительном падеже).	Фотолитография
60	Светочувствительный полимер, используемый при нанесении фотослоя, это _____ (существительное в именительном падеже).	Фоторезист

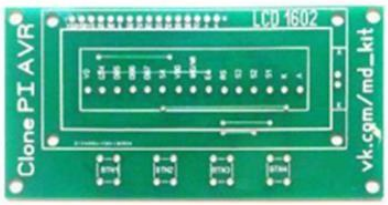
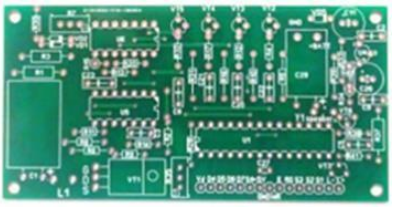
Тест 5 Производство печатных плат

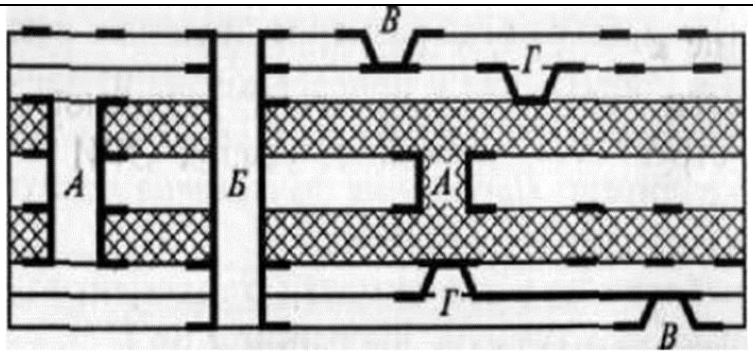
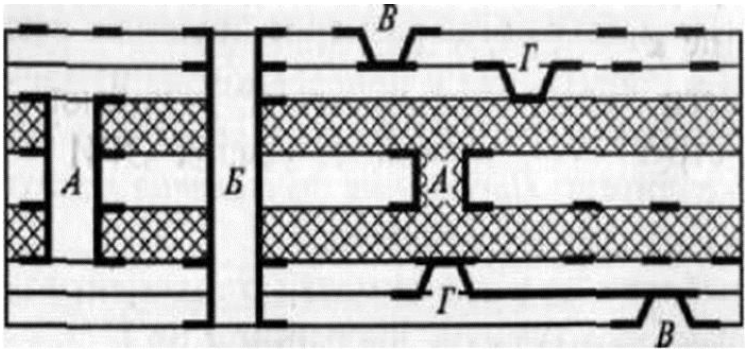
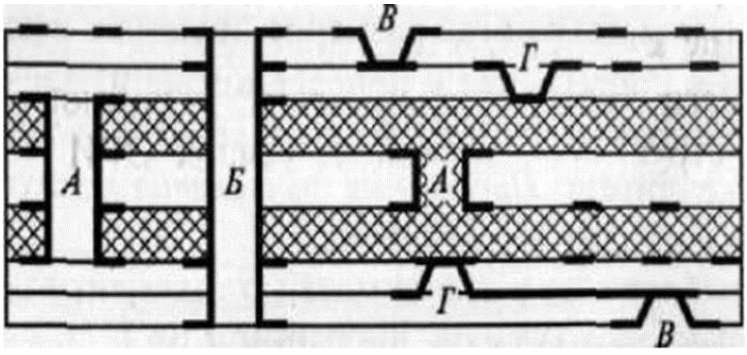
Количество вопросов – 60. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

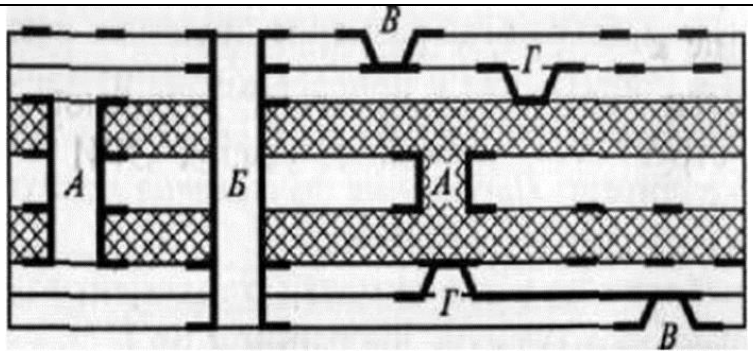
№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	_____- пластина с проводящим рисунком и установленными на ней электронными компонентами - микросхемами, разъемами и т. д. (два слова в именительном падеже).	Печатная плата
2	_____- печатная плата е подсоединенными к ней в соответствии с чертежом электрическими и механическими элементами и (или) другими печатными платами (два слова в именительном падеже).	Печатный узел

3	_____- печатная плата., на одной стороне которой выполнены элементы проводящего рисунка (три слова в именительном падеже).	Односторонняя печатная плата
4	_____- печатная плата, на обеих сторонах основания которой выполнены проводящие рисунки (три слова в именительном падеже).	Двухсторонняя печатная плата
5	_____- печатная плата, состоящая из чередующихся проводящих и непроводящих рисунков, соединенных в соответствии с электрической схемой печатного узла (три слова в именительном падеже).	Многослойная печатная плата
6	_____- одна полоска в проводящем рисунке печатной платы (два слова в именительном падеже).	Печатный проводник
7	_____- отверстие в печатной плате с проводниковым материалом на его стенке (два слова в именительном падеже).	Металлизированное отверстие
8	_____- металлизированное отверстие печатной платы, предназначенное для электрического соединения проводящих рисунков печатной платы, находящихся на разных проводящих слоях печатной платы (два слова в именительном падеже).	Переходное отверстие
9	_____ - неметаллизированное отверстие печатной платы, предназначенное для механического крепления печатной платы к базовой несущей конструкции (два слова в именительном падеже).	Крепежное отверстие
10	_____- отверстие, предназначенное для электрического подсоединения к проводящему рисунку печатной платы выводов изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий (два слова в именительном падеже).	Монтажное отверстие
11	_____- часть проводящего рисунка, используемая для соединения токопроводящего рисунка схемы (печатных проводников с металлизацией монтажных отверстий) и для установки и пайки (сварки) ЭРИ (два слова в именительном падеже).	Контактная площадка
12	_____- отверстие на технологическом поле заготовки печатной платы, предназначенное для обеспечения правильного расположения фотошаблона рисунка печатной платы на заготовке печатной платы при экспонировании и слоев многослойной печатной платы при прессовании (два слова в именительном падеже).	Фиксирующее отверстие
13	_____ - паз на краю печатной платы, который используют для ее правильной установки и ориентации в электронной аппаратуре (два слова в именительном падеже).	Ориентирующий паз
14	_____- фоторезистивное покрытие, металлизированных отверстий печатной платы и проводящего рисунка (одно слово в именительном падеже).	Тентинг
15	_____- органический материал, предназначенный для нанесения на заготовку печатной платы для формирования на ней под воздействием облучения защитного рельефа (одно слово в именительном падеже).	Фоторезист
16	_____ - фотопленка или стеклянная пластина с изображением проводящего рисунка печатной платы, выполненным в позитивном или негативном виде в зависимости от применяемого технологического процесса изготовления этой печатной платы (одно слово в именительном падеже).	Фотошаблон

17	Печатные платы бывают (несколько вариантов ответа): 1) односторонние, 2) двухсторонние, 3) многослойные, 4) гибкие, 5) гибко-жесткие, 6) на металлическом основании.	1, 2, 3, 4, 5, 6
18	Правда ли, что односторонние печатные платы обладают невысокой надежностью и низкой механической прочностью крепления навесных электрорадиокомпонентов?	Да
19	Правда ли, что двухсторонние печатные платы обеспечивают высокую плотность установки ЭРК и трассировки?	Да
20	Правда ли, что двухсторонние ПП – наименее распространенная разновидность печатных плат в производстве модулей ЭС?	Нет
21	Пример какой печатной платы приведен на рисунке?  1) Односторонней печатной платы. 2) Двухсторонней печатной платы. 3) Многослойной печатной платы. 4) Печатной платы на металлическом основании. 5) Гибко-жесткой печатной платы.	3
22	Для монтажа мощных микросхем, требующих подложки с высоким теплоизлучением, применяют: 1) Односторонние печатные платы. 2) Двухсторонние печатные платы. 3) Многослойные печатные платы. 4) Печатные платы на металлическом основании. 5) Керамические платы.	4
23	Для высокочастотных электронных приборов применяют (несколько вариантов ответов): 1) Многослойные керамические платы. 2) Платы HTCC. 3) Платы LTCC. 4) Печатные платы на металлическом основании. 5) Гибкие печатные платы.	1, 2, 3
24	Какие материалы применяют для СВЧ печатных плат (несколько вариантов ответов)? 1) Высокочастотная керамика.	5

	2) Высокочастотные ламинаты. 3) Стеклотекстолит. 4) Алюминий. 5) Сталь.	
25	Какие платы относятся к платам высокой сложности? 1) Многослойные керамические платы. 2) Платы HTCC. 3) Платы LTCC. 4) Печатные платы на металлическом основании. 5) Гибкие печатные платы. 6) Платы HDI.	6
26	Установить соответствие: 1. Многослойные печатные платы из оксида алюминия 2. Многослойные печатные платы из смеси керамики и стекла. 3. Печатные платы из высокочастотных ламинатов. 4. Печатные платы высокой сложности. 5. Печатные платы для монтажа в трехмерном пространстве. a) Гибкие печатные платы. b) Платы HTCC. c) Платы LTCC. d) СВЧ платы. e) Платы HDI	1 – b 2 – c 3 – d 4 – e 5 - a
27	Пример какой печатной платы приведен на рисунке?   1) Односторонней печатной платы. 2) Двухсторонней печатной платы. 3) Многослойной печатной платы. 4) Печатной платы на металлическом основании. 5) Гибко-жесткой печатной платы.	2
28	Сколько классов точности выполнения элементов и предельных отклонений ПП существует? 1) 2. 2) 3. 3) 4. 4) 5. 5) 6.	4
29	Как называется переходное отверстие, обозначенное на рисунке МПП буквой *А*?	4

	 1) Скрытый микропереход. 2) Сквозное металлизированное отверстие. 3) Глухой микропереход. 4) Сквозное скрытое переходное отверстие.	
30	Как называется переходное отверстие, обозначенное на рисунке МПП буквой *Б*?  1) Скрытый микропереход. 2) Сквозное металлизированное отверстие. 3) Глухой микропереход. 4) Сквозное скрытое переходное отверстие.	2
31	Как называется переходное отверстие, обозначенное на рисунке МПП буквой *В*?  1) Скрытый микропереход. 2) Сквозное металлизированное отверстие. 3) Глухой микропереход. 4) Сквозное скрытое переходное отверстие.	3
32	Как называется переходное отверстие, обозначенное на рисунке МПП буквой *Г*?	1

	 1) Скрытый микропереход. 2) Сквозное металлизированное отверстие. 3) Глухой микропереход. 4) Сквозное скрытое переходное отверстие.	
33	Установить соответствие для электрических параметров печатных плат: 1. Выбирается в зависимости от допустимого превышения температуры проводника относительно температуры окружающей среды. 2. Зависит от расстояния между элементами проводящего рисунка, расположенными в соседних слоях ПП и ГПК. 3. Характеризует величину тока утечки через участок диэлектрика, к которому приложено определенное постоянное напряжение. 4. Определяется удельным поверхностным сопротивлением диэлектрика. 5. Зависит от длины, поперечного сечения, удельного сопротивления, а также температуры и частоты печатного проводника. 6. Зависит от толщины слоя диэлектрика и средней ширины проводников. 7. Характеризует способность диэлектрика поляризоваться под действием приложенного извне электрического напряжения. a) Допустимая токовая нагрузка. b) Допустимое рабочее напряжение. c) Сопротивление печатного проводника. d) Сопротивление изоляции. e) Поверхностное сопротивление изоляции. f) Объемное сопротивление изоляции. g) Диэлектрическая проницаемость	1 – a 2 – b 3 – d 4 – e 5 – c 6 – f 7 - g
34	Установить соответствие для технологических требований к печатным платам. 1. Характеризуется приспособленностью восстановления работоспособного состояния после отказа или повреждения. 2. Свойство паяемых материалов вступать в физико-химическое взаимодействие с расплавленным припоем с образованием качественного соединения контактной площадки с выводами ЭРИ.	1 – e 2 – a 3 – b 4 – c 5 - d

	3. Обусловлена сорбционным взаимодействием меди и диэлектрика, которое не обеспечивает высокой и равномерной прочности сцепления. 4. Определяется количеством допустимых перепаек, которое должны выдержать контактные площадки с металлизированными отверстиями при ремонте. 5. Способность ПП сохранять паяемость в течение длительного времени. a) Паяемость. b) Прочность сцепления проводников с диэлектриками. c) Устойчивость к перепайкам. d) Пригодность к пайке. e) Ремонтопригодность.	
35	Фольгированные материалы, используемые для изготовления печатной платы, должны допускать воздействие до: 1) минус 20 °С, 2) минус 30 °С, 3) минус 40 °С, 4) минус 50 °С, 5) минус 60 °С, 6) минус 70 °С, 7) минус 80 °С.	5
36	Гетинакс с дополнительной влагозащитой и стеклотекстолит всех марок предназначены для изготовления печатных плат, на которые в процессе работы может воздействовать окружающая среда, характеризующаяся относительной влажностью воздуха до 98 % при температуре не выше: 1) 40 °С, 2) 50 °С, 3) 60 °С, 4) 70 °С, 5) 80 °С.	1
37	Верно ли, что категории FR-2 применяются при изготовлении промышленного оборудования?	Нет
38	Верно ли, что категории FR-4 используются в производстве бытовой техники?	Нет
39	Верно ли, что фольга из никеля и нержавеющей стали применяется крайне редко?	Да
40	Верно ли, что альтернативой применению фольги из никеля и стали является использование золота?	Да
41	_____- это изоляционный прокладочный материал, который служит для склеивания заготовок внутренних слоев, (ядер) многослойной печатной платы, а также для создания ламинатов (фольгированных с одной или двух сторон диэлектрических оснований), из которых впоследствии изготавливаются ядра МПП (существительное в именительном падеже).	Препрег
42	Верно ли, что ламинаты композитные материалы, обладающие как диэлектрическими, так и проводящими свойствами?	Да

43	Установить соответствие для финишных покрытий печатных плат. 1. Покрытие на основе оловянно-свинцового эвтектического сплава. 2. Иммерсионное золото по подслою гальванического никеля. 3. Иммерсионное золото с подслоем гальванического никеля и палладия. 4. Гальваническое золото по подслою гальванического никеля. 5. Иммерсионное серебро. a) HASL SnPb. b) ENIG. c) ENEPIG. d) Flash Gold. e) Immersion Silver.	1 – a 2 – b 3 – c 4 – d 5 - e
44	Установить соответствие для способов нанесения защитного рельефа. 1. Основан на переносе изображения печатной схемы с фотошаблона на заготовку ПП. поверхность которой покрыта светочувствительным слоем фоторезиста. 2. Основан на переносе изображения печатной схемы с сетчатого трафарета на заготовку ПП путем продавливания краски. 3. Основан на восстановлении под действием УФ-излучения при фотохимической реакции на поверхности нефольгированного диэлектрика заготовки ПП ионов металлов из водных растворов солей металлов. 4. Основан на получении рисунка печатной схемы в объеме диэлектрического основания ПП путем механического или термического воздействия на материал. a) Фотографический способ. b) Сеткографический способ. c) Способ фотоформирования. d) Механический способ.	1 – a 2 – b 3 – c 4 - d
45	Установить соответствие для методов получения проводящего рисунка печатной платы. 1. Удаление меди в зоне непроводящего рисунка (пробельных мест) печатной схемы. 2. Наращивание меди на диэлектрик в зоне проводящего рисунка в качестве подслоя для последующего гальванического наращивания меди или в качестве основного слоя путем толстослойного химического меднения. 3. Увеличение толщины предварительно осажденного слоя химической меди, а также образование проводящего рисунка схемы с толщиной меди в металлизируемых отверстиях не менее 25 мкм. 4. Осаждение меди на диэлектрик в зоне проводящего рисунка путем напыления через трафарет. e) Химический - травление. f) Химический - осаждение. g) Электрохимический - наращивание.	1 – a 2 – b 3 – c 4 - d

	h) Термический - напыление.	
46	Установить соответствие для способов подготовки поверхностей в производстве печатных плат. 1. Осуществляется вручную под струей воды смесью венской извести и шлифовального порошка. 2. Применяется для очистки н получения необходимой шероховатости поверхности бомбардировкой ее зернами пемзы. 3. Применяется для очистки слоев МПП перед прессованием, нефольгированных диэлектриков, отверстий после сверления. 4. Применяется для подготовки поверхности перед химическим меднением. 5. Применяется для обработки внутренних слоев МПП с последующей защитой от окисления перед нанесением сухого пленочного фоторезиста; удаления жировых пятен, отпечатков пальцев и оксидов перед металлизацией сквозных отверстий ММП с двухсторонними слоями, ДПП и ДПП с тонкими проводниками; обработки экранных слоев для повышения прочности сцепления с сигнальными слоями. 6. Производится перед химическим осаждением металлических покрытий. a) Механическая подготовка. b) Струйная обработка пемзовым абразивом. c) Химическая подготовка. d) Комбинированная подготовка. e) Электрохимическая подготовка. f) Подготовка поверхности фольги.	1 – a 2 – b 3 – c 4 – d 5 – e 6 - f
47	Установить соответствие для основных методов изготовления печатных плат. 1. Образование проводящего рисунка путем удаления (травления) фольги в зонах, образующих непроводящий рисунок, в зонах пробельных мест. 2. Монтажные или переходные отверстия ДПП подучают до образования проводящего рисунка на слоях. 3. применяется для производства ДПП на двусторонне фольгированных диэлектриках. 4. Для изготовления прецизионных ПП применяются аддитивные методы, реализуемые на нефольгированных диэлектриках. 5. Для изготовления печатных плат с шириной проводников и зазоров 50-100 мкм, с толщиной проводников 30-50 мкм рекомендуется использовать аддитивный метод формирования рисунка. 6. Изготавливаются прецизионные ДПП на нефольгированном диэлектрике. a) Химический метод. b) Комбинированный позитивный метод. c) Тентинг-метод. d) Электрохимический метод. e) Аддитивная технология формирования слоев методом «ПАФОС».	1 – a 2 – b 3 – c 4 – d 5 – e 6 - f

	f) Аддитивный метод фотоформирования - «ФОТО-ФОРМ».	
48	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^3? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	1
49	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^4? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	2
50	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл 10^6? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	3
51	К какому уровню интеграции относятся микросхемы с число элементов на кристалл более 10^9? 1) Средние (СИС). 2) Большие (БИС). 3) Сверхбольшие (СБИС). 4) Ультрабольшие (УБИС). 5) Гигабольшие (ГБИС).	5
52	Наиболее высокой степенью интеграции обладают цифровые интегральные схемы (несколько вариантов ответов): 1) С регулярной структурой. 2) С нерегулярной структурой. 3) Схемы динамической памяти. 4) Схемы статической памяти. 5) Постоянные ЗУ. 6) Перепрограммируемые ЗУ.	1, 3 ,4 ,5, 6
53	Наименее высокой степенью интеграции обладают цифровые интегральные схемы: 1) С регулярной структурой. 2) С нерегулярной структурой. 3) Схемы динамической памяти. 4) Схемы статической памяти. 5) Постоянные ЗУ. 6) Перепрограммируемые ЗУ.	2
54	Отдельный однородный кристалл, имеющий во всем объеме единую кристаллическую решетку и зависимость физических свойств от направления, это _____(существительное в именительном падеже).	Монокристалл
55	Метод Чохральского используется при:	1

	1) изготовлении монокристалла; 2) разрезке монокристалла на пластины; 3) многократном оксидировании, травлении, легировании; 4) металлизации; 5) изготовлении фотошаблона.	
56	Стеклянная пластина (подложка) с нанесенным на ее поверхности маскирующим слоем – покрытием, образующим трафарет с прозрачными и непрозрачными для оптического излучения участками, это _____(существительное в именительном падеже).	Фотошаблон
57	При формировании топологического слоя в объеме кристалла используется следующая последовательность: 1) окисление, фотолитография, примесь, травление; 2) фотолитография окисление травление, примесь; 3) примесь, фотолитография, окисление, травление; 4) окисление, примесь, фотолитография, травление.	1
58	Сколько фотошаблонов входит в комплект для формирования полупроводниковой структуры? 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5 6) 6 7) 7 8) 8	8
59	Процесс избирательного травления поверхностного слоя с использованием защитной фотомаски это_____ (существительное в именительном падеже).	Фотолитография
60	Светочувствительный полимер, используемый при нанесении фотослоя, это _____ (существительное в именительном падеже).	Фоторезист

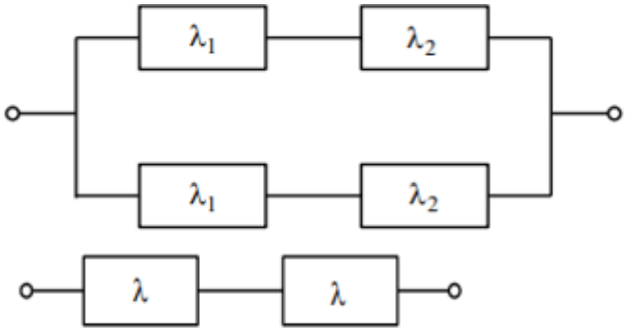
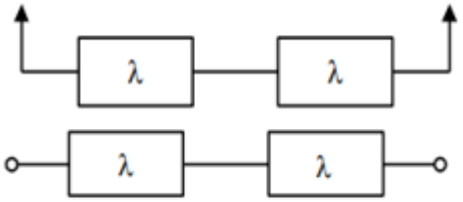
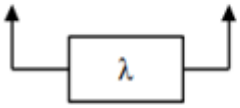
Тест 6 Надежность на этапах проектирования и производства

Количество вопросов – 26. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	_____- свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в заданных пределах (одно слово в именительном падеже)	Надежность
2	_____- свойство объекта, характеризующее его приспособленность к переводу из любого исходного состояния в состояние применения по назначению (одно слово в именительном падеже)	Готовность
3	_____— свойство, характеризующее затраты, связанные с эксплуатацией РЭА (одно слово в именительном падеже)	Экономичность

4	Какие бывают отказы по характеру изменения (несколько вариантов ответа)? 1. внезапные 2. постепенные 3. зависимые 4. независимые 5. явные 6. не явные	1, 2
5	Установить соответствие между свойствами надежности и их содержанием 1. свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторого заданного времени; 2. такое состояние аппаратуры, при котором выполняются заданные функции в пределах требований нормативно-технической документации; 3. свойства РЭА, заключающиеся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения ее отказов и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов 4. свойство РЭА сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе ТО и ремонтов 5. свойство РЭА сохранять исправное состояние в течение и после хранения, транспортирования a) Безотказность b) Работоспособность c) Ремонтопригодность d) Долговечность e) Сохраняемость	1 – a) 2 – b) 3 – c) 4 – d) 5 – e)
6	Какие бывают отказы по взаимосвязи между собой (несколько вариантов ответа)? 1. внезапные 2. постепенные 3. зависимые 4. независимые 7. явные 5. не явные	3, 4
7	На складе 100 приборов, из них 50 - исправные, 30 - не имеют отказов и 20 - отказавших. Чему равна вероятность того, что взятый наугад прибор будет работоспособен? 1. 0,5 2. 0,6 3. 0,7 4. 0,8 5. 0,9	4
8	_____ - свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой (заданной) наработки (одно слово в именительном падеже)	Безотказность

9	_____ — отношение числа отказавших объектов (образцов аппаратуры, изделий, деталей, механизмов, устройств, узлов и т. п.) в единицу времени к среднему числу объектов, исправно работающих в данный отрезок времени при условии, что отказавшие объекты не восстанавливаются и не заменяются исправными (два слова в именительном падеже)	Интенсивность отказов
10	Приемник к началу наблюдения за отказами проработал 470 часов. К концу наблюдения наработка на отказ составила 18500 часов, зарегистрировано 15 отказов. Чему равна средняя наработка на отказ? 1. 1152 2. 1202 3. 1252 4. 1304 5. 1326.	2
11	Установить соответствие между показателями долговечности и их содержанием 1. математическое ожидание срока службы от начала эксплуатации до наступления предельного состояния 2. время от начала эксплуатации РЭА до ее списания, обусловленного предельным состоянием a) средний срок службы b) средний срок службы до списания	1 – a) 2 – b)
12	В зависимости от технологии изготовления интегральные микросхемы делят на (несколько вариантов ответа): 1. полупроводниковые 2. пленочные 3. гибридные 4. цифровые 5. аналоговые	1, 2, 3
13	По функциональному назначению интегральные микросхемы делят на (несколько вариантов ответа): 1. полупроводниковые 2. пленочные 3. гибридные 4. цифровые 5. аналоговые	4, 5
14	Установить соответствие между способами включения резерва и их реализацией 1. резервные элементы участвуют в функционировании изделия наравне со всеми 2. функции основного элемента передаются резервному после отказа основного элемента 3. применяется при наличии в аппаратуре одинаковых элементов (узлов, блоков) a) постоянное b) замещение c) скользящее	1 – a) 2 – b) 3 – c)

15	Установить соответствие между внешним видом схемы расчета надежности и ее названием 1.  2.  3.  a) Расчет надежности с общим резервированием элементов b) Способ замещения с ненагруженным состоянием резерва c) Скользящее резервирование	1 – a) 2 – b) 3 – c)
16	16. Верно ли, что самым экономичным является последовательный метод контроля изделий? 1. да 2. нет	1
17	Верно ли, что для испытаний серийных образцов изделий не используется однократный контроль? 1. да 2. нет	2
18	Для бытовой аппаратуры нормируемым показателем является: 1. наработка на отказ 2. вероятность безотказной работы 3. ремонтопригодность	1
19	При испытании опытных образцов оценивают (несколько вариантов ответа) 1. наработку на отказ 2. вероятность безотказной работы 3. ремонтопригодность	2, 3
20	Основными документами, которыми руководствуются при испытаниях, являются (несколько вариантов ответа): 1. Госстандарты 2. Технические условия	1, 2, 3, 4

	3. Программа испытаний 4. Методика испытаний 5. Инструкция по эксплуатации	
21	Верно ли, что испытаниям на надежность подвергаются только изделия опытной партии? 1. да 2. нет	2
22	Верно ли, что испытаниям на надежность подвергаются только изделия серийного производства? 1. да 2. нет	2
23	Верно ли что испытания опытной партии проводит только разработчик? 1. да 2. нет	2
24	Верно ли, что испытания произведенных изделий проводит разработчик? 1. да 2. нет	2
25	Ведется ли статистика эксплуатации бытовой РЭА в период гарантийного срока? 1. да 2. нет	1
26	Ведется ли статистика эксплуатации бытовой РЭА после окончания гарантийного срока 1. да 2. нет	2

Тест 7 Эргономика и дизайн

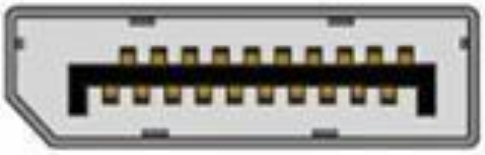
Количество вопросов – 30. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ
1	Установить соответствие между понятиями и определениями эргодизайна 1. наука, изучающая особенности деятельности человека (или группы людей) в условиях производства и жизнедеятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда 2. проектная художественно-техническая деятельность по формированию гармоничной предметной среды во всех сферах жизнедеятельности человека совокупность положительных психофизиологических ощущений человека в процессе его контактов с внешними объектами или средой a) эргономика	1 – a) 2 – b) 3 – c)

	b) дизайн c) комфорт	
2	2. Установить соответствие между понятиями и определениями эргодизайна 1. особое значение объекта, возникающее в процессе контакта с ним человека в ситуации эстетического восприятия и переживания 2. средства деятельности должны быть адекватны возможностям человека, осуществляющего его деятельность 3. научно-техническое направление, предметом изучения которого является деятельность, направленная на формирование у проектируемого объекта таких свойств, которые обеспечивают при взаимодействии с ним человека функциональный комфорт и придают ему бóльшую эстетическую ценность a) эстетическая ценность b) закон соответствия c) эргодизайн	1 – a) 2 – b) 3 – c)
3	К гигиеническим показателям относятся (несколько вариантов ответа): 1. освещенность 2. тепловой баланс 3. компоновка 4. досягаемость рабочих органов 5. зрительные 6. слуховые	1, 2
4	К антропометрическим показателям относятся (несколько вариантов ответа): 1. освещенность 2. тепловой баланс 3. компоновка 4. досягаемость рабочих органов 5. зрительные 6. слуховые	3, 4
5	К физиолого-психологическим показателям относятся (несколько вариантов ответа): 1. освещенность 2. тепловой баланс 3. компоновка 4. досягаемость рабочих органов 5. зрительные 6. слуховые	5, 6
6	Какой вид проектирования обеспечивает эстетичность и привлекательность составных частей системы? 1. техническое проектирование 2. дизайнерское проектирование 3. эргономическое проектирование	2
7	Какой вид проектирования обеспечивает учет требований человеческого фактора при разработке системы?	3

	1. техническое проектирование 2. дизайнерское проектирование 3. эргономическое проектирование	
8	Установить соответствие между видом технического проектирование и его содержанием 1. представляет собой определение структуры и архитектуры технической системы, количества ее компонентов, их функции, определение параметров информационных потоков, циркулирующих в системе, определение входных и выходных параметров компонентов и т.д. 2. обеспечивает разработку структурных, функциональных, принципиальных электрических схем всех компонентов системы с проведением необходимых расчетов и испытаний 3. представляет собой компоновку элементов системы, обеспечение их тепловой, магнитной и электромагнитной совместимости, разработку конструкторской документации всех видов (чертежей деталей, сборочных и электромонтажных чертежей, спецификаций и т. д.). 4. связан с разработкой технологических процессов изготовления всех компонентов системы, а также ее монтажа, наладки, регулировки. Оно заключается в подготовке всей технологической документации, необходимой для их осуществления. a) Системотехническое проектирование b) Схемотехническое проектирование c) Конструкторское проектирование d) Технологическое проектирование	1 – a) 2 – b) 3 – c) 4 – d)
9	Какой вид проектирования определяет структуру и архитектуру технической системы? 1. системотехническое проектирование 2. схемотехническое проектирование 3. программное проектирование 4. конструкторское проектирование 5. технологическое проектирование	1
10	Какой вид проектирования обеспечивает разработку структурных, функциональных и принципиальных электрических схем? 1. системотехническое проектирование 2. схемотехническое проектирование 3. программное проектирование 4. конструкторское проектирование 5. технологическое проектирование	2
11	Какой вид проектирования связан с разработкой технологических процессов изготовления всех компонентов системы, а также ее монтажа, наладки, регулировки? 1. системотехническое проектирование 2. схемотехническое проектирование 3. программное проектирование 4. конструкторское проектирование 5. технологическое проектирование	5

12	Какой уровень эргономического проектирования представляет собой реализацию машиноцентрического подхода к проектированию СЧТС? 1. коррективный уровень 2. проективный уровень	1
13	Какой уровень эргономического проектирования основан на реализации антропоцентрического подхода к проектированию СЧТС? 1. коррективный уровень 2. проективный уровень	2
14	14. Расставить по порядку последовательность участия разных видов проектирования в общем процессе проектирования СЧТС 1. системотехническое проектирование 2. схемотехническое проектирование 3. эргономическое проектирование 4. программное проектирование 5. конструкторское проектирование 6. технологическое проектирование	1, 2, 3, 4, 5, 6
15	Решаются ли задачи эргономического проектирования на этапе разработки технического задания? 1. да 2. нет	1
16	Решаются ли задачи эргономического проектирования на этапе формулирования технических требований? 1. да 2. нет	1
17	17. Установить соответствие между параметрами плоского монитора и их определением 1. это характеристика, которая определяет степень изгиба поверхности экрана монитора в горизонтальной плоскости 2. это расстояние между противоположными углами дисплея, измеряемое в дюймах 3. это параметр дисплея, определяющий количество пикселей по горизонтали и вертикали, которыми обладает матрица монитора a) Радиус изогнутости b) Диагональ монитора c) Максимальное разрешение	1 – a) 2 – b) 3 – c)
18	Установить соответствие между типом подсветки плоского монитора и его характеристикой 1. тип подсветки обеспечивает более высокое качество изображения и более глубокие черные цвета за счет того, что каждый пиксель может быть самостоятельно включен или выключен 2. используются квантовые точки для улучшения цветопередачи и яркости 3. аналог LED-подсветки, в которой используются светодиоды меньшего размера, что позволяет создавать более точное и равномерное освещение	1 – a) 2 – b) 3 – c)

	1. OLED 2. QLED 3. Mini-LED	
19	_____ — это сетка из множества маленьких пикселей (точек), из которых состоит дисплей монитора (одно слово в именительном падеже)	матрица
20	Какие соотношения сторон обычно используются для работы с офисными программами (несколько вариантов ответа)? 1. 4:3 2. 5:4 3. 16:9 4. 16:10 5. 21:9	1, 2
21	Какое покрытие монитора создает более яркие и насыщенные цвета? 1. матовое покрытие 2. глянцевое покрытие 3. антибликовое покрытие	2
22	_____ монитора — это параметр, определяющий интенсивность света, излучаемого экраном (одно слово в именительном падеже)	яркость
23	_____ — это способность монитора отображать разницу между самым ярким и самым темным участком изображения (одно слово в именительном падеже)	контрастность
24	Установить соответствие между внешним видом и названием интерфейса подключения монитора 1  2 3 a) DisplayPort b) HDMI c) Dual-link DVI	1 – a) 2 – b) 3 – c)
25	С точки зрения требований эргономики конструкция клавиатуры должна предусматривать высоту среднего ряда клавиш не более ___мм (вставить число)	30
26	Какое требование технической эстетики определяет способность ЭА своим внешним видом наглядным образом отображать качество, обеспечивая соответствующее эстетическое восприятие?	1

	1. выразительность 2. оригинальность 3. гармоничность 4. современность стиля	
27	Какое требование технической эстетики определяет совокупность своеобразных элементов формы и их отношений, дающих возможность отличить данный вид аппаратуры от ряда однотипных? 1. выразительность 2. оригинальность 3. гармоничность 4. современность стиля	2
28	Какое требование технической эстетики определяет согласованность между общим стилем ЭА и уровнем развития стиля мира материальной культуры? 1. выразительность 2. оригинальность 3. гармоничность 4. современность стиля	4
29	_____— построение целостного произведения, элементы которого находятся во взаимосвязи и гармоническом единстве (одно слово в именительном падеже)	композиция
30	Установить соответствие между средством композиции и его содержанием 1. взаимосвязанная совокупность объемно-пространственных, фактурно-цветовых, конструктивно-технологических показателей, характеризующих качество ЭА 2. зрительно-пространственная характеристика размеров конструкции изделия 3. Пропорциональность — соразмерность частей формы между собой и с целым. От удачно найденного соотношения конструктивных частей изделия зависит в значительной мере его композиционная целостность 4. средство композиции, обеспечивающее выделение и связь элементов формы путем их повторения, чередования, нарастания, убывания 5. средство композиции, позволяющее активнее выразить функциональные и конструктивные особенности элементов a) Форма b) Масштабность c) Пропорциональность d) Ритм e) Контраст	1 – a) 2 – b) 3 – c) 4 – d) 5 – e)

Тест 8 Физиологические характеристики человека-оператора

Количество вопросов – 27. Преподаватель формирует нужное количество вариантов теста с любым количеством вопросов.

№ п/п	Вопрос с вариантами ответов	Правильный ответ

1	Установите соответствие между системой типа «человек-инструмент» и ее описанием 1. психофизиологическая особенность этого класса заключается в изменении характера воздействия на предмет труда по сравнению с естественными двигательными реакциями человека 2. с помощью таких орудий естественный образ предмета труда превращается в измененный образ, который можно рассматривать как простейшую информационную модель предмета, характеризующуюся изменением масштаба, ракурса, отдельных признаков и появлением новых (например, при работе с микроскопом) 3. в результате использования таких орудий происходит изменение психологической структуры принятия решений a) с эффективными орудиями (инструментами) b) с афферентными орудиями c) с орудиями преобразования информации (калькулятор, логарифмическая линейка)	1 – a) 2 – b) 3 – c)
2	2. Установите соответствие между системой типа «человек-машина» и ее описанием 1. преобразование информации совершается по элементарной линейной программе 2. характерным является существенное, почти полное отчуждение человека от предмета труда и его преобразования a) с простой машиной b) с репродуктивно-преобразующей машиной (обычные компьютеры)	1 – a) 2 – b)
3	Среди эмпирических методов исследования выделяют (несколько вариантов ответа): 1. анализ результатов деятельности и документации 2. непосредственное наблюдение 3. хронометраж 4. на основе факторных моделей 5. на основе регрессивных моделей	1, 2, 3
4	Среди экспериментальных методов исследования выделяют (несколько вариантов ответа): 1. анализ результатов деятельности и документации 2. непосредственное наблюдение 3. хронометраж 4. на основе факторных моделей 5. на основе регрессивных моделей	4, 5
5	Установите соответствие характеристиками зрительного восприятия человека и их описанием 1. свойство глаза обнаруживать малые объекты и различать тонкие детали 2. процесс фокусировки хрусталика глаза на близкие или далекие предметы	1 – a) 2 – b) 3 – c) 4 – d)

	3. изменение чувствительности глаза в зависимости от воздействия на него раздражителей 4. нацеливание глаз на одну точку с помощью совместного действия глазных мышц и хрусталика a) Острота зрения, или разрешающая способность b) Аккомодация c) Адаптация d) Конвергенция	
6	Звуки с частотами ниже _____Гц относятся к инфразвуку (вставить число)	16
7	Звуки с частотами выше _____Гц относятся к ультразвуку (вставить число)	20000
8	_____чувствительность — способность человека воспринимать механические раздражения кожи через нервные окончания, расположенные на ее поверхности (одно слово)	Тактильная
9	Верно ли, что руки быстрее движутся по горизонтали, чем по вертикали? 1. да 2. нет	1
10	Как называется состояние оператора, которое является оптимальным или близким к оптимальному для данных условий работы человека, включенного в конкретную систему управления? 1. Состояние адекватной мобилизации 2. Состояние динамического рассогласования 3. Состояние полной готовности	1
11	Как называется состояние оператора, при котором нарушается основная закономерность предыдущей стадии — уровень работы по восприятию информации не соответствует ожидаемому физиологическому состоянию? 1. Состояние адекватной мобилизации 2. Состояние динамического рассогласования 3. Состояние полной готовности	2
12	Высоту стоек не рекомендуется выполнять более _____см (вставить число)	200
13	Зона досягаемости рук представляет собой эллипс с вертикальной осью x см и горизонтальной осью y см, где x, y равны соответственно 1. 100, 135 2. 100, 120 3. 110, 145 4. 105, 140 5. 115, 145	1
14	Экран монитора следует располагать от глаз человека-оператора не ближе _____мм (вставить число)	500
15	При работе с ЭА уровень звука на рабочем месте не должен превышать _____дБА (вставить число)	50
16	Какое сопротивление человека обычно принимают для расчета тока? 3. 800 Ом 4. 900 Ом	5

	5. 1000 Ом 6. 1100 Ом 7. 1200 Ом	
17	Установить соответствие степенями тяжести электроударов и их проявлением 1. судорожное сокращение мышц с потерей сознания; дыхание и деятельность сердца сохраняются 2. потеря сознания, нарушение сердечной деятельности и дыхания 3. клиническая (мнимая) смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения a) вторая b) третья c) четвертая	1 – a) 2 – b) 3 – c)
18	Если человек попал под воздействие переменного тока промышленной частоты (f = 50 Гц), он начинает ощущать протекающий через него ток, когда его значение достигнет 4. 0,6 - 1,5 мА 5. 0,4 – 1,6 мА 6. 0,5 – 1,7 мА 7. 0,7 – 1,8 мА	1
19	Токи, вызывающие быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, в результате чего сердце теряет способность перекачивать кровь, в организме прекращаются процессы кровообращения и дыхания и наступает смерть, называются 1. смертельные 2. предельные 3. фибриляционные 4. критические 5. неотпускающие	3
20	Если сила переменного тока, протекающего через; организм, составляет 10 —15 мА и более, а постоянного — 50 — 70 мА (или более), то такие токи называют 1. смертельные 2. предельные 3. фибриляционные 4. критические 5. неотпускающие	5
21	В аварийном режиме предельно допустимым напряжением является (при длительности воздействия более 1 с.) 1. 20 В 2. 25 В 3. 15 В 4. 30 В 5. 12 В	1
22	Верно ли, что рабочие места с ПЭВМ не следует размещать вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования?	1

	1. да 2. нет	
23	Верно ли, что подачу электроэнергии в компьютерные помещения следует осуществлять от отдельного независимого источника питания? 1. да 2. нет	1
24	Верно ли, что нулевой защитный проводник необходимо соединять с нулевым проводом сети? 1. да 2. нет	1
25	Разрешается ли соединять корпус компьютера с батареями парового или водяного отопления? 1. да 2. нет	2
26	Ширина проходов к рабочим местам должна быть не менее 1. 0,75 м 2. 0,85 м 3. 1,00 м 4. 1,10 м 5. 1,20 м	3
27	Огнетушитель должен быть расположен на видном месте вблизи от выхода из компьютерного класса на высоте не более 1. 1,00 м 2. 1,25 м 3. 1.50 м 4. 1,60 м 5. 1,75 м	3

6 Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Примеры экзаменационных билетов – 40 билетов

<table>
<tr><td colspan="3">ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА</td></tr>
<tr><td>Рассмотрено ЦМК
Протокол №_____
«____» _____ 20 г.
Председатель ЦМК
_____
Е.А. Стефанович</td><td>Билет № 1
по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
Группа Курс 3</td><td>Утверждаю
Зам. Директора по УР
А.Т. Бондарь
«____»_____20 г.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9
Инструкция
1. Внимательно прочитайте задание.
Текст задания:
ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте определение понятий: конструкция радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), технология производства (технологический процесс). Какие вопросы конструкторско-технологического проектирования должен знать разработчик РЭА?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:
• в виде устного ответа на теоретический вопрос;
• письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин</td></tr>
</table>

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 2** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите стадии разработки РЭА, определенные государственными стандартами РФ. Что такое техническое задание?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 3** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите стадии разработки РЭА, определенные государственными стандартами РФ. Что такое эскизный проект?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 4** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите стадии разработки РЭА, определенные государственными стандартами РФ. Что такое технический проект?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 5** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Объясните термин и содержание жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 6** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите, какие стандарты технической документации РЭА вы знаете. Дайте краткую характеристику ЕСКД.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 7** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите, какие стандарты технической документации РЭА вы знаете. Дайте краткую характеристику ЕСТД.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 8** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите стадии проектирования цифровых устройств и охарактеризуйте КД, соответствующие этим стадиям.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 9** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите типовые испытания изделий. Что такое приемка продукции?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 10** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите разновидности электрических схем цифровых устройств. Охарактеризуйте каждую.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 11** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите внешние факторы, влияющие на работоспособность РЭА. Дайте понятие теплового удара.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 12** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите объекты установки РЭА. Дайте их краткие характеристики.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 13** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите требования, предъявляемые к конструкции РЭА. Охарактеризуйте технические требования к РЭА.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 14** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите требования, предъявляемые к конструкции РЭА. Охарактеризуйте эксплуатационные требования к РЭА и характеристики надежности устройств.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 15** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте понятия конструктивной иерархии элементов, узлов и устройств. Поясните смысл методов декомпозиции и композиции.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 16** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Охарактеризуйте все модули конструктивной иерархии.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 17** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Объясните, что такое стандартизация при модульном проектировании.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 18** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых устройств» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте краткую характеристику модулей нулевого уровня. Понятие микросборки.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 19** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Расскажите про правила конструирования модулей первого уровня.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 20** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте основные типы производства продукции.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 21** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте виды технологических процессов, перечислите исходные данные для их разработки.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 22** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Объясните понятие технологичности электронного узла и расскажите о выборе техпроцесса сборки электронного узла.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 23** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте определение микросхемы и краткую классификацию интегральных схем.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 24** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Расскажите, что такое фотолитография, Какие этапы фотолитографии при производстве интегральных схем вы можете назвать?

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 25** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте конструктивные разновидности печатной платы.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 26** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте конструктивные разновидности печатной платы в зависимости от используемого материала подложки.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 27** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте технологические требования к печатным платам.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 28** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте материалы, используемые для производства печатных плат.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «___» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 29** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «___»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте определение САПР. Назовите и кратко охарактеризуйте виды обеспечения САПР.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 30** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Предложите классификацию САПР.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 31** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте состояния при макетировании электронного устройства.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 32** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте этапы прототипирования электронного устройства.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 33** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте программы моделирования электронных устройств.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 34** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте системы сквозного проектирования электронных устройств.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 35** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте программы постобработки электронных устройств и систем

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 36** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте этапы операций технологического процесса сборки и монтажа функционального узла на печатной плате.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 37** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Перечислите и охарактеризуйте варианты установки выводных компонентов на печатную плату.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 38** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте основные качественные характеристики электронной техники.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 39** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Назовите и охарактеризуйте основные понятия и определения эргодизайна.

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

Рассмотрено ЦМК Протокол №_____ «____» _____ 20 г. Председатель ЦМК _____ Е.А. Стефанович	**Билет № 40** по МДК.01.02 «Разработка и прототипирование цифровых систем» специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы Группа Курс 3	Утверждаю Зам. Директора по УР А.Т. Бондарь «____»_____20 г.

Компетенции: ПК 1-4, ОК 1-9

Инструкция

1. Внимательно прочитайте задание.

Текст задания:

ЗАДАНИЕ № 1 - теоретическое. Дайте общую характеристику процесса проектирования систем «человек-техника-среда» (СЧТС)

ЗАДАНИЕ № 2 - практическое.

Принципиальную электрическую схему цифрового устройства, разработанного в курсовом проекте, оформить по стандартам ЕСКД.

2. Задание выполнить:

- в виде устного ответа на теоретический вопрос;
- письменно в виде схемы с необходимыми пояснениями на практический вопрос.

Время выполнения задания - 2 академических часа

Преподаватель Д.И. Головин

6.2 Пример макета оформления пояснительной записки к курсовой работе

Пояснительная записка выполняется в виде текстового документа с рисунками и схемами.

Структура пояснительной записки к курсовой работе должна быть представлена следующими разделами:

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Введение
4. Основная часть
   - 4.1 Теоретические основы
   - 4.2 Разработка технического задания
   - 4.3 Разработка устройства
     - 4.3.1 Выбор компонентов и схемотехника
     - 4.3.2 Разработка печатной платы
     - 4.3.3 Программное обеспечение для работы с устройством
     - 4.3.4 Создание прототипа и его тестирование
   - 4.4 Результаты проектирования
     - 4.4.1 Проведение испытаний устройства
     - 4.4.2 Анализ полученных данных
     - 4.4.3 Сравнение с существующими аналогами
   - 4.5 Применение и перспективы
     - 4.5.1 Возможности применения устройства
     - 4.5.2 Достоинства и недостатки по сравнению с аналогами
     - 4.5.3 Рекомендации по использованию
5. Заключение
6. Список использованных источников
7. Приложения

Ключи к ФОС по дисциплине «Разработка и прототипирование цифровых систем»

5.1 Ответы на вопросы для собеседования (устного опроса):

1 Проектирование цифровых систем проходит через ключевые стадии: анализ требова-ний и ТЗ, концептуальное проектирование (архитектура, выбор компонентов), детальная разработка (схемы, топология плат, ПО), прототипирование и тестирование, подготовка к производству, серийный выпуск, а также поддержка и сопровождение; каждый этап включает конкретные работы: от сбора исходных данных до контроля качества и обслуживания, следуя принципам жизненного цикла разработки.

2 Этап разработки технического предложения включает анализ ТЗ, выявление и проработку вариантов решений, их сравнительную оценку, проверку на соответствие нормам и обоснование выбора оптимального варианта. В результате создается документ, который уточняет или дополняет исходное ТЗ, представляя основные конструкторские и технические решения, их обоснование и предварительные расчеты для перехода к эскизному и техническому проекту.

3 Этап эскизного проекта цифровой техники включает разработку концепции, выбор основных технических решений, проработку функциональных и структурных схем, создание предварительных чертежей и 3D-моделей, а также технико-экономическое обоснование; на

этом этапе формируется визуальное представление и общие принципы работы изделия, что позволяет заказчику увидеть и оценить будущий продукт перед детальной разработкой документации.

4 Этап разработки технического проекта цифровых систем включает детализацию требований, разработку архитектуры, выбор компонентов, проектирование схем (принципиальных и топологии печатных плат), создание программного обеспечения (прошивок), проработку дизайна и эргономики, а также подготовку рабочей документации (КД, ПД) для прототипирования, тестирования и последующего производства, формируя полную спецификацию устройства.

5 Этап разработки рабочей конструкторской документации (РКД) опытного образца цифрового устройства включает создание полного комплекта чертежей, схем, спецификаций, технических условий (ТУ) и других текстовых документов для изготовления и испытания опытного образца, а также корректировку этой документации по результатам заводских и приемочных испытаний, присваивая им литеру "О".

6 Этап разработки рабочей конструкторской документации (РКД) для серийного производства включает создание полного комплекта графических (чертежи деталей, сборочные, габаритные) и текстовых документов (спецификации, технические условия, инструкции, программы испытаний, расчеты), а также проведение испытаний установочной серии для финальной корректировки и утверждения всей документации перед запуском массового выпуска. Документация должна соответствовать требованиям ЕСКД и ГОСТ.

7 Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — это комплекс взаимосвязанных государственных стандартов, который устанавливает единые правила и требования к разработке, оформлению, обращению и управлению конструкторской документацией (КД) на всех этапах жизненного цикла изделия, от проектирования до утилизации. Её основная цель — обеспечить унификацию, возможность обмена документами между организациями без переоформления, сократить трудоемкость проектирования и повысить качество продукции за счет стандартизации, включая правила выполнения чертежей, обозначения и учета.

8 Единая система технологической документации (ЕСТД) — это комплекс взаимосвязанных межгосударственных стандартов, который устанавливает общие правила разработки, оформления, комплектации и обращения технологических документов для всех стадий производства, контроля и ремонта изделий, обеспечивая унификацию, совместимость информации и автоматизацию процессов. Она помогает стандартизировать технологическую подготовку производства на предприятиях различных отраслей, создавая единую информационную базу для обмена данными и снижая трудоемкость инженерных работ.

9 ЕСПД (Единая система программной документации) — это комплекс российских государственных стандартов (ГОСТ), которые устанавливают единые правила и требования к разработке, оформлению, обращению и хранению программ и сопутствующей программной документации, чтобы обеспечить унификацию, взаимозаменяемость и эффективность создания ПО для компьютеров и систем.

10 Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) — это комплекс государственных стандартов СССР, а теперь и России (через систему ГОСТ Р), устанавливающий унифицированный системный подход для всех предприятий к организации процессов освоения производства новой продукции, направленный на повышение эффективности за счет стандартизации, типизации и автоматизации, включая обеспечение технологичности конструкции, проектирование техпроцессов и оснастки. ЕСТПП охватывает все

этапы от проектирования до запуска изделия, обеспечивая единые правила и понятийный аппарат, и помогает сократить сроки и затраты.

11 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС) — это комплекс взаимоувязанных межгосударственных стандартов (серия ГОСТ 9.), устанавливающий единые требования, правила, нормы и методы защиты материалов и изделий от коррозии, старения и биоповреждений на протяжении всего жизненного цикла — от разработки до эксплуатации, — с целью поддержания качества продукции, включая требования обороны и конкурентоспособности.

12 Электрические схемы делятся на виды по назначению, которые включают структурные (общий вид, блоки), функциональные (принцип работы блоков), принципиальные (полный состав элементов и связей, основа работы), монтажные (соединения и расположение компонентов), подключения (внешние связи) и расположения (физическое размещение), а также есть аналоговые, цифровые и гибридные для электронных систем, и другие типы (пневматические, гидравлические) для различных сред.

13 Схема электрическая структурная (код Э1) – схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Данные схемы разрабатывают при проектировании изделия на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

14 Функциональная электрическая схема (код Э2) — это документ, который наглядно изображает логику работы электрического устройства, показывая, как его основные функциональные части (блоки) взаимодействуют для выполнения определённых функций и процессов, но без деталей конкретных компонентов, фокусируясь на «что» происходит, а не «как» именно это реализовано. Она объясняет процессы, протекающие в отдельных цепях или изделии в целом, и служит для понимания принципов работы и наладки.

15. Принципиальная электрическая схема (код Э3) – это графическое изображение всех элементов электрического устройства (резисторов, конденсаторов, микросхем и т.д.) и связей между ними, показывающее логику работы и взаимодействия компонентов, но без учета их физического расположения и габаритов. Она использует условные графические обозначения (УГО) и служит основой для понимания, проектирования, наладки и ремонта оборудования, отражая полный состав и принцип действия изделия.

16. Схема электрических соединений (монтажная или подключения) — это графический документ, который показывает, как физически соединены все элементы и устройства в электрооборудовании, отображая их реальное расположение и трассировку проводов и кабелей для монтажа и ремонта, в отличие от принципиальной схемы, показывающей логику работы. Она использует условные обозначения и стандарты ЕСКД (например, ГОСТ 2.701) для точного отображения выводов, разъемов и траекторий кабелей, чтобы специалист мог правильно собрать или найти неисправность в изделии.

17. Электрическая схема подключения — это графический документ, который с помощью условных обозначений показывает, как соединены между собой компоненты электрической цепи (розетки, выключатели, приборы), как проходит ток и где должны располагаться элементы, что необходимо для сборки, монтажа, диагностики и ремонта устройства. Она является важной частью технической документации, описывая связи, а не физическое расположение, и стандартизируется ГОСТами.

18. Общая электрическая схема (Э6) — это документ, который показывает все составные части (устройства, элементы) сложной электротехнической системы и провода (жгуты, кабели), соединяющие их на месте эксплуатации, но не детализирует их внутреннее устройство, являясь, по сути, схемой соединений для всего комплекса или установки, а не конкретного прибора. Она использует условные графические обозначения (прямоугольники для устройств, линии для проводов) и помогает понять, как компоненты связаны между собой в рамках одного объекта.

19. Схема электрическая расположения (Э7) — это чертеж, показывающий физическое размещение электрических компонентов (устройств, проводов, кабелей) в конкретном месте (конструкции, помещении, на местности) и их связи между собой, давая представление, где что находится, в отличие от принципиальной схемы, которая показывает принцип работы. На ней упрощенно изображают оборудование и коммуникации в их реальном расположении, чтобы показать, как они соединены в пространстве.

20. Условные графические обозначения (УГО) — это стандартизированные символы (геометрические фигуры, линии, точки), используемые на электрических схемах для изображения компонентов (резисторов, конденсаторов, выключателей, двигателей) и связей между ними, формируя "язык" инженеров, который облегчает понимание работы устройств, при этом линии выполняются толщиной 0,2-0,4 мм для основных элементов и 0,1-0,2 мм для связей. Для каждого элемента (например, контакты реле, диоды, транзисторы, источники питания) существуют свои уникальные значки, которые могут иметь варианты и дополняться буквенными обозначениями, указывающими на функцию, например, R - резистор, C - конденсатор, Q - транзистор, ~ - переменное напряжение.

21. Ведомость технического проекта (ВТП) — это основной документ в составе комплекта технической документации, который представляет собой перечень всех документов, входящих в технический проект, как вновь разработанных для данного проекта, так и использованных из других проектов или рабочей документации. Она содержит информацию о каждом документе (обозначение, наименование, количество листов, форматы) и структурируется по разделам и подразделам в соответствии с государственными стандартами (например, ГОСТ 2.106-96 или ГОСТ 34 для АС).

22. Требования к конструкции РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) охватывают надежность, ремонтопригодность, технологичность, помехозащищенность, эргономичность и соответствие условиям эксплуатации, включая системные (структура, компоновка), электрические (параметры, помехи), механические (прочность, жесткость), климатические (температура, влажность) и специальные (ЭМС, вибропрочность) аспекты, чтобы обеспечить заданные тактико-технические характеристики и долговечность.

23. На условия эксплуатации РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) влияют климатические факторы (температура, влажность, осадки, пыль), механические воздействия (вибрация, удары, ускорения, акустические шумы), электромагнитные помехи и радиация, а также химические факторы (агрессивные среды), которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации для обеспечения надежной работы.

24. Климатические факторы РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) — это совокупность природных условий (температура, влажность, давление, солнечная радиация, осадки, ветер), которые воздействуют на работу аппаратуры и проверяются в ходе испытаний, чтобы гарантировать её надёжность и соответствие требованиям в реальных условиях эксплуатации

(от тропиков до арктических зон). Эти факторы определяют стойкость и устойчивость компонентов РЭА к изменениям окружающей среды и влияют на срок её службы.

25. Механические факторы РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) – это внешние физические воздействия, такие как вибрации, удары, тряска, ускорения и перегрузки, которые могут влиять на работоспособность, надежность и долговечность электронных устройств. Они определяются условиями эксплуатации, например, в авиации, автомобилях, на транспорте, и требуют обязательных механических испытаний, чтобы убедиться, что аппаратура выдержит реальные нагрузки без сбоев, согласно ГОСТам и ТУ.

26. Радиационные факторы РЭА (Радиоэлектронной Аппаратуры) — это источники и виды ионизирующего излучения, с которыми сталкивается аппаратура в процессе эксплуатации (космос, Земля) или при воздействии (тормозное излучение, частицы), вызывая паразитные эффекты, сбои и деградацию, что критично для надежной работы в космосе, авиации и на Земле, влияя на работу микросхем.

27. Климатические факторы (температура, влажность, давление, радиация, осадки, коррозия) критически влияют на радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), вызывая изменение параметров, деградацию материалов, короткие замыкания, окисление, снижение надёжности и срока службы, что требует специальных мер защиты: герметизации, применения защитных покрытий, термостатирования и адаптации конструкции к условиям эксплуатации.

28. Механические воздействия (вибрация, удары, давление, трение) критически влияют на работу РЭА (радиоэлектронной аппаратуры), вызывая деформацию, нарушение контактов, усталостные разрушения компонентов (пайка, проводники, печатные платы), смещение элементов, что приводит к сбоям, ухудшению параметров, ложным срабатываниям или полному отказу оборудования, требуя виброзащиты, амортизации и прочного конструирования.

29. Радиация негативно влияет на радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), вызывая сбои и отказы через ионизацию и выбивание электронов из атомов полупроводников, что приводит к накоплению заряда, изменению характеристик и созданию дефектов в кристаллической решетке, снижая надежность и срок службы, особенно в космической и ядерной технике, где требуется радиационная стойкость.

30. Классификация РЭА по условиям эксплуатации в основном базируется на ГОСТ 15150, который делит их на категории от 1-й (открытый воздух) до 5-й (неотапливаемые помещения с конденсацией влаги), учитывая климатические факторы: температуру, влажность, солнечную радиацию и механические воздействия, что определяет надежность и долговечность аппаратуры в различных средах.

31. Тактико-технические требования (ТТТ) к конструкции радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) охватывают эксплуатационные, боевые/рабочие характеристики, надежность, ремонтопригодность, условия эксплуатации и требования безопасности, определяя, как аппаратура должна работать, выглядеть, функционировать и выдерживать заданные нагрузки, и включают условия применения (климат, вибрация, удары), электромагнитную совместимость (ЭМС), массогабаритные ограничения, потребляемую мощность, а также критерии качества и надежности (MTBF/MTTR)..

32. Технические требования к конструкции РЭА включают функциональные параметры (селективность, чувствительность, быстродействие), эксплуатационные характеристики (надежность, прочность, жесткость), а также электромагнитную совместимость (ЭМС), требования к питанию и условиям эксплуатации (температура, влажность), удобство монтажа

и обслуживания, соблюдение нормативов безопасности и экологичности. Они определяют, как РЭА будет работать, взаимодействовать с окружающей средой и как ее проектировать, производить и использовать.

33. Эксплуатационные требования к конструкции РЭА включают обеспечение надежности, долговечности, ремонтопригодности, безопасности (электробезопасность, пожаробезопасность, ЭМС, радиационная), удобства использования (эргономика, интерфейс), а также соответствие условиям эксплуатации (климат, вибрация, шум), что гарантирует эффективность и безопасность в реальных условиях применения, включая монтаж, транспортировку, хранение и утилизацию.

34. Характеристики надежности конструкции РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) включают комплекс свойств: безотказность (способность работать без отказов), долговечность (способность сохранять работоспособность до предельного состояния), ремонтопригодность (легкость восстановления) и сохраняемость (способность сохранять свойства при хранении и транспортировке). Для оценки используют количественные показатели, зависящие от качества элементов, схемотехники, монтажа и условий эксплуатации.

35. Экономические требования к разрабатываемой РЭА (радиоэлектронной аппаратуре) включают технико-экономическое обоснование целесообразности разработки, оценку себестоимости производства и эксплуатации, а также показатели, влияющие на рентабельность и конкурентоспособность, такие как фондоёмкость, материалоёмкость, энергопотребление и «жизненный цикл», направленные на снижение затрат и повышение эффективности на всех этапах жизненного цикла изделия.

36. Показатели качества конструкции РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) включают показатели назначения (функциональность, точность), надежности (долговечность, безотказность), эргономичности (удобство использования), безопасности (электробезопасность, пожаробезопасность), экологичности (утилизация), эстетичности и унифицируемости/стандартизации (совместимость, ремонтопригодность), а также технологичности (производительность труда при изготовлении) и транспортабельности (устойчивость к условиям транспортировки и хранения).

37. Нормативная документация эксплуатации РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) включает комплект обязательных документов, таких как Паспорт, Руководство по эксплуатации (ИЭ), Инструкции (по монтажу, тех. обслуживанию, ремонту), Формуляр, Техническое описание (ТО), Этикетка, а также Технические условия (ТУ) и другие нормативные правовые акты (НПА), определяющие правила использования, обслуживания, хранения и ремонта, обеспечивающие безопасность и работоспособность изделия на всех этапах жизненного цикла, согласно ГОСТ 2.601.

38. Модуль РЭА — это функционально законченная часть радиоэлектронной аппаратуры, которая может эксплуатироваться автономно, размещаться в стандартном корпусе или стойке, и предназначена для выполнения определенной задачи, например, обработки сигнала, питания или управления, обеспечивая простоту монтажа, обслуживания и ремонтопригодности.

39. Принципы композиции и декомпозиции – это два противоположных, но взаимосвязанных подхода к структурированию задач или систем: композиция – это создание целого из частей, сборка, а декомпозиция – это разбиение сложного целого на более мелкие, управляемые подзадачи, что упрощает понимание и выполнение. Декомпозиция помогает в планировании, а композиция – в финальной сборке и интеграции, и эти принципы используются

в программировании, управлении проектами, дизайне, чтобы сделать большие задачи выполнимыми.

40. В основе модульного принципа конструирования лежит создание изделия из ограниченного набора стандартизированных, взаимозаменяемых и функционально законченных частей — модулей — путем их различной компоновки, что обеспечивает гибкость, масштабируемость, ремонтопригодность и упрощение проектирования и производства. Главная идея — «один модуль — одна функция», с четко определенными интерфейсами для взаимодействия, позволяющая абстрагироваться от излишней детализации, как в случае с компьютерами (процессор, память), программным обеспечением и зданиями.

41. Иерархия модулей РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) – это структурированное разбиение сложной аппаратуры на функционально-законченные, конструктивно обособленные части (модули, узлы), которые затем объединяются в более крупные блоки, образуя многоуровневую систему, где каждый уровень отвечает за определенную функцию, от базовых элементов до общей системы. Это позволяет упростить проектирование, производство, тестирование и модернизацию, обеспечивая преемственность при разработке ряда изделий.

42. В конструктивной иерархии радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) выделяют несколько уровней разукрупнения, от базовых элементов до готового изделия: РЭМ-0 (элементы), РЭМ-1 (платы, ячейки), РЭМ-2 (блоки, рамы), РЭМ-3 (шкафы, пульты), которые объединяются в РЭС-2, РЭС-1 и, наконец, в РЭС-0 (конечный радиоэлектронный комплекс, например, бытовой приемник или система связи), формируя функционально-конструктивные узлы, входящие в состав более высоких уровней.

43. Нулевой (0-ой) уровень конструктивной иерархии РЭА — это конструктиво-неделимый элемент, то есть самая нижняя, базовая единица, которая не делится на более мелкие части внутри себя, как правило, это интегральная микросхема (ИС) вместе с ее навесными радиоэлементами (пассивными компонентами), образующими минимальный функциональный узел, например, фильтр или генератор.

44. Первый уровень (Уровень I) конструктивной иерархии РЭА — это схемные сочетания (модули, платы), которые объединяют неделимые элементы (микросхемы и их пассивные радиоэлементы), формируя более сложные функциональные узлы, например, усилители, фильтры, микропроцессоры, еще не являющиеся самостоятельным законченным изделием, но уже представляющие собой значимый строительный блок для аппаратуры более высокого уровня.

45. Второй уровень конструктивной иерархии радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) — это модульный уровень, где аппаратура разбивается на радиоэлектронные модули второго уровня (РЭМ-2), которые представляют собой функционально завершенные, конструктивно объединенные узлы, обеспечивающие взаимозаменяемость и облегчающие сборку, ремонт и модернизацию, формируя основу для построения более крупных блоков и всей системы.

46. Третий уровень конструктивной иерархии РЭА (Радиоэлектронной аппаратуры) в контексте стандартизации часто относится к блочно-модульному принципу конструктивно-компоновочных решений (ККР), где он является уровнем модулей и узлов, представляя собой следующий шаг после общепринятых уровней (например, общего вида аппарата, узлов и блоков), и определяет стандартизацию их размеров, соединений и компоновки для обеспечения взаимозаменяемости и унификации, например, в рамках стандартов ГОСТ Р МЭК 60917, описывающих модульные системы для шкафов и стоек..

47. Четвертый уровень конструктивной иерархии РЭА (Радиоэлектронной аппаратуры) – это уровень типовых элементов замены (ТЭЗы), которые являются функционально законченными, взаимозаменяемыми модулями, представляющими собой более сложные узлы, чем просто электронные компоненты или микросборки, но уступающие по сложности блокам и шкафам. Это стандартизированные модули для удобства ремонта, обслуживания и модернизации РЭА, собираемые в более крупные блоки (пятый уровень), которые, в свою очередь, размещаются в рамах (шестой уровень).

48. Принципы иерархического конструирования включают декомпозицию (разбиение целого на управляемые части) и абстракцию (сокрытие деталей), формирование четкой структуры с родительско-дочерними отношениями (каждый элемент связан с одним родителем), обеспечение целостности и логической последовательности (все части в сумме дают целое без дублирования) и ориентацию на единство целей, где низшие уровни служат достижению целей высших уровней. Ключевые подходы: простая иерархия (без повторов блоков) и сложная иерархия (с повторением блоков), а также принципы управления функциями и распределением полномочий.

49. Моносхемный принцип конструирования — это подход в разработке электронных устройств, при котором все компоненты, формирующие функциональную часть устройства, размещаются на одной единственной печатной плате, в отличие от модульного принципа, где устройство делится на несколько функционально законченных узлов, размещенных на разных платах. Этот метод упрощает сборку и компоновку за счет интеграции всего на одном уровне.

50. Схемно-узловой принцип конструирования — это подход, при котором сложное изделие разбивается на функционально законченные, стандартизированные модули (узлы), соединенные по определенной схеме, что упрощает проектирование, производство, обслуживание и модернизацию, позволяя использовать типовые решения и быстро собирать новые системы из готовых блоков.

51. Каскадно-узловой принцип конструирования — это метод построения сложных систем, особенно в радиоэлектронике, где общая схема разбивается на отдельные, взаимосвязанные блоки (каскады) и узлы; каждый каскад выполняет определённую, но не законченную функцию, а их последовательное соединение (каскадирование) в узлах формирует общую работоспособность устройства, позволяя упростить проектирование и отладку.

52. Функционально-узловой принцип конструирования — это подход к проектированию, при котором изделие разбивается на независимые, функционально законченные узлы (модули), каждый из которых выполняет определенную, самостоятельную функцию, что облегчает разработку, производство, обслуживание и модернизацию сложной техники, особенно в радиоэлектронике и машиностроении. Этот метод фокусируется на целостности функции каждого модуля, а не только на его структуре.

53. Модульный принцип конструирования — это подход к созданию сложных систем (от программного обеспечения до зданий и техники) путем разделения их на независимые, взаимозаменяемые и стандартизированные части — модули, которые легко собирать, разбирать, модернизировать и обслуживать. Он позволяет управлять сложностью, обеспечивать гибкость, масштабируемость и параллельную разработку.

54. В основе стандартизации модулей цифровых систем лежат открытые технологии, общие протоколы, унификация интерфейсов и физических параметров (форм-фактор, разъ-

емы, напряжение питания), что обеспечивает совместимость между модулями разных производителей, снижает стоимость разработки, упрощает интеграцию и модернизацию систем, базируясь на общих принципах булевой алгебры и логики, а также на спецификациях консорциумов (как PICMG), а не на проприетарных решениях.

55. Базовый принцип конструирования цифровых систем — это представление информации в дискретной (двоичной) форме (0 и 1), обработка её с помощью логических вентилей и хранение в виде битов, что позволяет создавать системы, работающие с точностью и легко масштабируемые, в отличие от аналоговых, где сигналы непрерывны. Ключевые элементы — двоичное кодирование, программное управление, однородность памяти и адресность, опирающиеся на архитектуру фон Неймана.

56. Модуль нулевого уровня — это базовый, неделимый электронный компонент (микросхема, дискретный элемент), который является фундаментом для более сложных модулей первого уровня (печатных плат), и обозначает самый низкий уровень иерархии в радиоэлектронных средствах (РЭС). В других контекстах "модуль нулевой точки" (Zero Point Module) — вымышленный источник энергии из сериала «Звездные врата», извлекающий энергию из вакуума, а "модуль числа" в математике — абсолютное значение числа.

57. Микросхема (или интегральная схема, чип) — это компактное электронное устройство, объединяющее на одном маленьком полупроводниковом кристалле (чаще всего кремниевом) множество электронных компонентов, таких как транзисторы, диоды, резисторы и конденсаторы, которые совместно выполняют функции обработки, хранения или передачи информации, являясь основой современной электроники, от смартфонов до компьютеров.

58. Микросборка (МСБ) — это миниатюрный электронный блок, представляющий собой конструкцию из соединенных дискретных компонентов (резисторов, конденсаторов, транзисторов), размещенных на общей подложке, которая выполняет определенную функцию в более крупной радиоэлектронной аппаратуре, часто выступая как «полуфабрикат» для конкретного устройства. По сути, это разновидность гибридной микросхемы, объединяющая как интегрированные, так и навесные элементы для создания законченного узла.

59. Модуль первого уровня — это базовый, наименьший функциональный или конструктивный элемент в иерархической системе (например, в радиоэлектронике или программном обеспечении), который сам может состоять из еще более мелких частей ("нулевого уровня") и является строительным блоком для модулей более высоких уровней (второго, третьего), отвечающий за определенную функцию или компоновку, например, модуль доступа в телекоммуникациях или элемент для замены в электронике.

60. Модули второго уровня (L2) в телекоммуникациях — это аппаратные или программные компоненты в радиоэлектронных системах, которые размещаются на несущей конструкции второго уровня и имеют ответные соединители для модулей первого уровня, обеспечивая более сложную функциональность, например, управление, контроль параметров, резервирование или сервисные функции, выходящие за рамки базовых L1-элементов. Это промежуточный уровень между базовыми элементами (первый уровень) и более сложными системами (третий уровень), позволяющий строить гибкие и масштабируемые решения, например, в сетях связи.

61. Производственный процесс изготовления радиоэлектронных средств (РЭС) включает этапы от проектирования и закупки компонентов до сборки, монтажа, наладки, контроля качества и упаковки, охватывая основные производственные операции (изготовление деталей, сборка плат и узлов) и вспомогательные процессы (снабжение, ремонт, контроль, обеспечение оснасткой).

62. Технологический процесс изготовления РЭС включает этапы подготовки материалов, монтажа компонентов (установка КМП/ЭРЭ), пайки (волновая, ручная, оплавлением), промывки, сушки, сборки (установка корпусов, соединение узлов), а также нанесения маркировки, контроля качества (электрические параметры, внешний вид) и упаковки/транспортировки готовой продукции, охватывая как основные, так, и вспомогательные операции (наладку оборудования, контроль) для обеспечения надежности и соответствия ТУ.

63. Обеспечение технологического процесса изготовления РЭС включает материалы, комплектующие, оборудование, оснастку, персонал, документацию (технологические карты), а также инфраструктуру (помещения, контроль качества, логистику), что в совокупности позволяет переходить от конструкторской документации к производству надежных радиоэлектронных средств, охватывая этапы от монтажа компонентов до сборки и тестирования.

64. Технологические процессы изготовления РЭС зависят от типа производства (единичное, серийное, массовое) и включают заготовительный (литье, штамповка), обработку (механическая, химическая, электрохимическая), монтаж (пайка, сварка, клеение), настройку и контроль (регулировка, тестирование), а также сборочные операции, где все компоненты собираются в готовое изделие, с разной степенью автоматизации и стандартизации в зависимости от объемов выпуска.

65. Классификационные признаки типов производства включают объем выпуска, номенклатуру изделий, специализацию рабочих и оборудования, ритмичность, трудоемкость и квалификацию персонала, определяя, как единичное, серийное и массовое производства различаются по степени повторяемости операций, разнообразию продукции и уровню автоматизации.

66. Технологичность конструкции РЭС (радиоэлектронной аппаратуры) — это совокупность её свойств, которые определяют возможность изготовления, сборки, наладки и ремонта с минимальными затратами времени, труда и материалов, при соблюдении требований качества и надежности. Она характеризуется приспособленностью к достижению оптимальных ресурсных затрат на всех этапах жизненного цикла, от производства до эксплуатации.

67. Обеспечение технологичности конструкции РЭС реализуется через применение унификации, стандартизации, модульности и блочности, использование оптимальных материалов и типовых соединений, а также проектирование с учетом простоты изготовления, сборки, контроля и ремонта, что снижает трудоемкость, себестоимость и время производства, повышая производительность и ремонтопригодность. Это достигается на всех этапах – от выбора компоновки до спецификации деталей.

68. Оценка технологичности изделия включает качественный анализ (соответствие принципам технологичного проектирования: унификация, упрощение форм, минимизация обработки) и количественную оценку с помощью системы показателей (коэффициенты трудоемкости, материалоемкости, ремонтопригодности, которые сравниваются с нормативными), чтобы определить ее приспособленность к производству, эксплуатации и ремонту. Качество определяет "да/нет" для технологичных решений, а количество дает числовое значение для сравнения.

69. Базовые показатели технологичности блоков РЭС охватывают производственную (трудоемкость, себестоимость, материалоемкость, энергоемкость), эксплуатационную (затраты времени и средств на обслуживание и ремонт, ремонтопригодность) и ремонтную технологичность, оцениваемые через количественные метрики, такие как нормо-часы и затраты, для сравнения конструкций.

70. Основным химическим элементом для производства интегральных микросхем является кремний (Si), который служит полупроводниковой подложкой, так как его легко добывать, и он обладает нужными электрическими свойствами для создания транзисторов, диодов и других компонентов, а также образует качественный диэлектрический оксид.

71. Чтобы получить кристалл чистого кремния методом Чохральского, поликристаллический кремний (полученный после очистки) плавят в тигле (часто кварцевом) в инертной аргоновой атмосфере, погружают в расплав затравочный кристалл нужной ориентации, а затем медленно вытягивают его вверх, вращая, чтобы он кристаллизовался, формируя цилиндрический монокристаллический слиток. Постепенное уменьшение температуры и скорости вытягивания позволяет контролировать диаметр кристалла.

72. Чтобы получить подложку для производства микросхем, нужно закупить высокочистые монокристаллические пластины (чаще всего из кремния, реже из арсенида галлия или сапфира) или специализированные печатные платы (для корпусирования), а для силовых приложений – металлические подложки с металлизацией, которые можно заказать у производителей, специализирующихся на компонентах для силовой электроники. Процесс получения подложки зависит от типа микросхемы: это может быть покупка готовых полупроводниковых пластин или заказ металлокерамических плат с уже нанесенным рисунком.

73. Фотолитографический процесс — это ключевая технология в микроэлектронике для создания рисунков на полупроводниковых подложках (например, кремниевых пластинах), которая использует свет для переноса сложного шаблона с фотошаблона на светочувствительный слой (фоторезист) путем последовательности операций: нанесение фоторезиста, экспонирование через маску, проявление для удаления измененных участков и дальнейшая обработка подложки (травление, напыление) для формирования нужной структуры, с последующим снятием фоторезиста.

74. Фотошаблон (маска) — это непрозрачная пластина с прозрачным рисунком, используемая для передачи сложного узора на подложку (например, кремниевую пластину для чипов) с помощью света, позволяя создавать микросхемы, печатные платы, а в цифровой обработке — выделять и редактировать отдельные части изображения, не затрагивая остальное, для точной коррекции.

75. Слой металлизации при производстве микросхем — это тончайший проводящий слой (обычно из алюминия, меди, а иногда и драгметаллов типа золота), наносимый на полупроводниковую подложку для создания электрических соединений (дорожек, контактов) между различными элементами (транзисторами, резисторами) и выводами микросхемы, формируя функциональную схему и обеспечивая передачу сигналов. Они формируют многоуровневую "паутину" соединений, расположенных между слоями изолятора, и критически важны для миниатюризации и быстродействия.

76. Нанометровые технологии (техпроцесс или технонорма) при производстве микросхем — это размер ключевых элементов транзисторов, таких как длина затвора или ширина дорожек, измеряемый в нанометрах (нм), где меньшее число указывает на более тонкую технологию, позволяющую разместить больше транзисторов, повысить их производительность и энергоэффективность чипа, уменьшая при этом его размеры, тепловыделение и потребление энергии. https://www.ixbt.com/platform/nanometers-2020.html.

77. «Выход годных» (Yield) в производстве микросхем — это ключевой показатель качества, который показывает процент годных, то есть не содержащих дефектов, микросхем от общего числа произведенных на одной пластине. Он рассчитывается как отношение количества рабочих микросхем к максимально возможному числу на пластине, выраженное в

процентах, и является обратным показателем брака, напрямую влияя на себестоимость чипов.

78. Процесс «соединения» при производстве микросхем — это многоэтапная технология создания межсоединений (металлических дорожек), которые связывают миллиарды транзисторов на чипе; он включает осаждение металлов (часто меди или алюминия) в микроскопические каналы, созданные литографией и травлением, и последующее шлифование, формируя многослойную «проводку» внутри и между слоями чипа, чтобы обеспечить прохождение электрических сигналов.

79. Перемаркировка процессора — это подмена маркировки на корпусе чипа для выдачи более мощной модели за менее дорогую, а разгон (оверклокинг) — это искусственное повышение тактовой частоты процессора выше заводских установками для увеличения его производительности, что возможно из-за запаса стабильности, заложенного производителями, и физической идентичности чипов, которые могут работать на разных частотах при разных напряжениях.

80. Печатная плата (ПП) — это пластина из диэлектрического материала (например, стеклотекстолита), на которой сформированы проводящие дорожки (обычно из меди), соединяющие электронные компоненты (резисторы, микросхемы и т.д.), обеспечивая их механическое крепление и электрическое взаимодействие. Это основа практически любого современного электронного устройства, заменяющая громоздкие провода и позволяющая компактно размещать элементы.

81. Печатные платы (ПП) классифицируются по количеству слоев (односторонние, двусторонние, многослойные), по типу основы (жесткие, гибкие, жестко-гибкие) и по материалу/специализации (алюминиевые, СВЧ-платы, высокоточные). Основные типы включают одно-, двух- и многослойные для разных уровней сложности, гибкие для подвижных соединений и гибко-жесткие как комбинацию, а также специализированные для теплоотвода (алюминиевые) и высоких частот (СВЧ-платы).

82. Глухой переход (или слепое отверстие) — это металлизированное отверстие в печатной плате (ПП), которое соединяет внешний слой (верхний или нижний) с одним или несколькими внутренними слоями, но не проходит насквозь через всю плату. Оно экономит место, позволяя прокладывать проводники между слоями без использования сквозных отверстий, что идеально для высокоплотных (HDI) плат, используемых в смартфонах, медицинском оборудовании и других компактных устройствах.

83. Процесс изготовления печатной платы (ПП) делится на этапы: проектирование (схема, трассировка), подготовка материала (вырезка заготовки), создание внутренних слоев (фотолитография, травление, металлизация), сборка пакета (прессование многослойных ПП), создание внешних слоев (сверление, металлизация отверстий, фотолитография, травление), финальная обработка (паяльная маска, шелкография, финишное покрытие), тестирование (электроконтроль) и механическая обработка (резка контура).

84. Процесс изготовления изделий радиоэлектроники включает этапы от проектирования до упаковки: разработка и проектирование (концепция, схемотехника), подготовка производства (адаптация под серийное, закупка компонентов), производство печатных плат (ПП), монтаж электронных компонентов, сборка устройства, тестирование и контроль качества на всех стадиях (включая функциональные испытания и установку ПО) и упаковка готовой продукции для транспортировки.

85. Технологии изготовления печатных плат (ПП) делятся на субтрактивные, аддитивные и полуаддитивные/комбинированные; они включают этапы травления меди, фотолитографии, сверления, металлизации сквозных отверстий (<<< PTH), прессования для многослойных плат (<<< MLBs), а также финишных покрытий и шелкографии, при этом субтрактивный метод с фотолитографией является доминирующим в промышленности.

86. Комбинированный позитивный метод производства ПП (печатных плат) включает этапы создания рисунка позитивным фоторезистом и травления меди, сочетая химико-гальваническую металлизацию отверстий и контактных площадок с химическим удалением меди с пробельных участков, что позволяет получать платы с высокой точностью, а основные стадии — это подготовка заготовки, нанесение фоторезиста, засветка через позитивный шаблон, травление, удаление резиста, металлизация отверстий (химическая и гальваническая), нанесение защитных покрытий и финишная обработка.

87. Технология гибридных модулей и микросхем обладает преимуществами в высокой плотности упаковки, надежности, улучшенной теплоотдаче, согласованности параметров компонентов и снижении массы/габаритов устройств, объединяя преимущества монолитных ИМС (мелкие размеры, надежность) и дискретных элементов (возможность использования компонентов с лучшими параметрами для специфических задач, например, мощные транзисторы), что позволяет создавать компактные, высокоэффективные и герметичные функциональные блоки для широкого спектра применения, от СВЧ-устройств до силовой электроники.

88. В технологии поверхностного монтажа (SMT) применяют в основном групповую пайку оплавлением паяльной пасты в конвекционных печах, а также методы паровой фазы, инфракрасного (ИК) или лазерного излучения, где ключевым этапом является нагрев предварительно установленных на плату компонентов для формирования надежного соединения с дорожками.

89. Этапы ремонта ПП (планово-предупредительного ремонта) оборудования включают подготовку (инвентаризация, осмотр), диагностику, выполнение работ (очистка, смазка, настройка, ремонт деталей), обновление ПО, установку новых компонентов, а завершаются приёмкой и испытаниями, в то время как этапы ремонта квартиры — планирование (дизайн, бюджет), демонтаж, черновая и чистовая отделка, прокладка коммуникаций и финальный декор.

90. Цели испытания цифровых систем включают проверку соответствия требованиям (функциональным, производительности, безопасности), поиск дефектов, оценку надежности и устойчивости к нагрузкам, сравнение с эталонными моделями, управление рисками и обеспечение качества для подтверждения готовности к эксплуатации, а также оптимизацию ресурсов и повышение производительности конечного продукта, как сказано на www.prj-exp.ru, sberbs.ru и консультант.ru.

91. САПР (Система Автоматизированного Проектирования) — это комплекс программно-технических средств для создания, редактирования, анализа и оптимизации проектов (чертежей, 3D-моделей, схем), автоматизирующий рутинные этапы проектирования, технологической подготовки производства и управления проектными работами, от геометрического моделирования до подготовки управляющих программ для станков и управления качеством, сокращая сроки и затраты.

92. Основные виды обеспечения САПР (Системы Автоматизированного Проектирования) включают: техническое (аппаратура), программное (ПО), информационное (данные, БД), математическое (алгоритмы, модели), методическое (инструкции), лингвистическое (языки

управления), организационное (правила, структура) и правовое (документация, стандарты) обеспечение, а также эргономическое обеспечение, обеспечивающее удобство пользователя.

93. САПР классифицируются по отраслевому назначению (машиностроение, строительство, электроника и т. д.) и целевому назначению (CAD для проектирования, CAM для производства, CAE для инженерного анализа, CADD/CAAD для черчения/архитектуры, CAGD для геометрии, а также подсистемы для конкретных этапов проекта), охватывая весь жизненный цикл изделия от идеи до производства и анализа.

94. Современные САПР электроники характеризуются интегрированными мультидисциплинарными платформами, искусственным интеллектом (ИИ) для оптимизации проектирования, облачными технологиями для удаленной работы, улучшенным моделированием, автоматизацией трассировки, единым информационным пространством и интеллектуальным пользовательским интерфейсом, что позволяет создавать более точные и эффективные электронные устройства от схемы до печатной платы и дальше.

95. Программы для документирования можно разделить на системы электронного документооборота (СЭД) для бизнеса, как Directum, ELMA, 1С:Документооборот, Контур.Диадок, СБИС, и инструменты для создания и управления контентом, например, Microsoft Word/Office 365, Google Docs, Яндекс Документы для офисной работы, и GitHub для технической документации разработчиков. Есть также специализированные решения для архивации и систематизации, такие как WinRAR, и платформы для управления бизнес-про

96. Для моделирования электронных устройств на уровне структурных схем используются мощные САПР, такие как NI Multisim, Proteus, OrCAD, LTspice, CircuitLab, а также более универсальные системы вроде MATLAB/Simulink и AutoCAD Electrical, а также легковесные инструменты для черчения, вроде sPlan, KiCad, Eagle.

97. Программы моделирования на уровне структурных схем (САПР) ускоряют и удешевляют разработку, позволяя визуализировать процессы, тестировать гипотезы и находить ошибки до создания макета, но их главный недостаток — неполное отражение реальности, так как качество симуляции зависит от точности моделей компонентов и правил, а сложные физические эффекты могут быть не учтены. К достоинствам относятся: удобный графический интерфейс, быстрая проверка целостности сигналов, доступ к обширным библиотекам компонентов, возможность управления временем симуляции и испытания в экстремальных условиях, а к недостаткам — зависимость от качества моделей, возможные ограничения в бесплатных версиях и сложность создания идеально реалистичной симуляции.

98. Существует множество программ для моделирования принципиальных схем, от простых до профессиональных, включая LTspice, Proteus, Multisim, KiCAD, EasyEDA, QUCS, Micro-Cap, OrCAD, PSpice, а также онлайн-симуляторы, как Wokwi, позволяющие рисовать схемы и проверять их работоспособность, часто с интеграцией в разработку печатных плат (PCB).

99. Программы моделирования схем (например, NI Multisim, LTspice, Proteus, Micro-Cap) позволяют быстро тестировать идеи, выявлять ошибки на ранних этапах, визуализировать процессы (транзиенты, частоты, искажения), что снижает затраты и время, но их недостатки включают зависимость от качества библиотек компонентов (их полноты и точности моделей), сложность настройки для нестандартных элементов, возможные погрешности моделей и необходимость обучения для работы с мощным функционалом.

100. Процесс трассировки печатных плат — это создание электрических соединений (дорожек) между выводами компонентов на плате, чтобы реализовать заданную схемотехнику, обеспечивая функциональность и целостность сигнала, что выполняется вручную, автоматически или интерактивно с помощью САПР, учитывая правила и ограничения проекта. Главная цель — проложить оптимальные токопроводящие пути (трассы), связывающие компоненты, такие как микросхемы, резисторы и конденсаторы, в единую рабочую схему.

101. Основные САПР для проектирования на ПЛИС включают пакеты от ведущих производителей микросхем, такие как Vivado (Xilinx/AMD) и Quartus Prime (Intel/Altera), а также сторонние инструменты вроде Synopsys и Cadence для более сложных задач и верификации, часто используется ModelSim для симуляции, а для российских аналогов есть KORUS.

102. ПЛИС расшифровывается как «Программируемая Логическая Интегральная Схема» — это микросхема, логику работы которой пользователь задает сам (программирует) с помощью специального ПО, в отличие от обычных микросхем, где логика определяется при производстве. Она представляет собой конфигурируемую электронную схему, состоящую из большого числа логических элементов и соединений между ними.

103. Языки описания аппаратуры (HDL), такие как Verilog и VHDL, используются для описания, проектирования, моделирования и верификации электронных схем, особенно цифровых (ASIC, FPGA, микропроцессоры). Они позволяют описывать структуру и поведение схем на разных уровнях абстракции, автоматизируя процесс превращения высокоуровневого описания в реальную физическую реализацию.

104. В Verilog есть множество операторов для арифметики, логики, сравнения, сдвига и управления потоком, включая битовые (&, |, ^, ~), арифметические (+, -, *, /, %), логические (&&, ||, !), сравнения (==, !=, >=, <=, >, <), условные (?:), сдвига (<<, >>, <<<, >>>), конкатенации ({}), редукции (&, |, ^, ~&, ~|, ~^, ^~), присваивания (=, <=), и операторы эквивалентности (===, !==) для учета 'x' и 'z'.

105. Поведенческое описание схемы и описание логическими уравнениями отличаются уровнем абстракции, детализацией и удобством использования для разных задач.

106. Последовательные операторы (в контексте программирования и электроники) — это инструкции или операции, которые выполняются строго одна за другой, в определённом порядке, где результат каждой предыдущей операции является входом для следующей, что необходимо для последовательной обработки данных, управления потоком выполнения, создания зависимых команд.

107. Работа с параллельными операторами — это разбиение большой задачи на мелкие, выполняемые одновременно несколькими процессорами (ядрами) или узлами для ускорения вычислений, что достигается через специализированные библиотеки (MPI, OpenMP) или языки (CUDA, mpC), а используется это для ресурсоёмких задач в научных расчётах, 3D-рендеринге, машинном обучении, где важна скорость обработки данных и масштабируемость.

108. Операторы if и case (или switch) — это условные конструкции в программировании, которые позволяют выполнять разные блоки кода в зависимости от условий: if проверяет произвольные логические выражения и позволяет создавать сложные вложения (if-else if-else), а case (или switch) сравнивает значение одной переменной с множеством констант, обеспечивая более читаемый и быстрый выбор из фиксированного набора вариантов.

109. Основные процессы при сборке функционального узла включают анализ исходных данных (чертежи, требования), разработку технологической схемы (последовательность соединения), выбор методов соединения (взаимозаменяемость, подгонка), формирование технологических операций (пайка, крепление) и контроль качества для обеспечения заданных характеристик узла, при этом ключевыми этапами являются подготовка, основная сборка (соединение деталей) и финальная обработка.

110. Входной контроль электрорадиоэлементов (ЭРЭ) перед сборкой функционального узла проводится для предотвращения использования бракованных, контрафактных или несоответствующих техническим требованиям компонентов, чтобы гарантировать качество, надежность и работоспособность конечного изделия, а также избежать дорогостоящих переделок и сбоев на поздних этапах производства. Он выявляет повреждения корпуса, измеряет электрические параметры, проверяет соответствие документации и помогает отбраковать некачественные детали до начала монтажа.

111. При сборке узлов на печатных платах используются схемы поверхностного монтажа (SMT) и монтажа с выводами (THT), которые включают этапы нанесения паяльной пасты или клея, установки компонентов (автоматической или ручной), групповой пайки (конвекционной, инфракрасной, волной), а также контроля качества (AOI, SPI, рентген), с применением современных методов, включая роботизацию, ИИ и машинное зрение.

112. В процессе сборки функционального узла проводят операционный контроль качества: проверяют соответствие деталей чертежам, геометрические параметры, правильность установки, крепления и соединений, а также выполняют промежуточные испытания, контроль качества пайки/сварки, проверяют работоспособность узла в целом и его отдельных функций после завершения сборки, документируя результаты.

113. При сборке функциональных узлов для защиты от внешних воздействий применяют герметизацию (прокладки, компаунды), а также меры по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) и защите от вибраций/ударов, используя специальные корпуса, крепления, демпферы, а также покрытия, которые создают барьер для пыли, влаги, коррозии, электромагнитных помех и механических нагрузок, обеспечивая надежность и долговечность.

114. Типовой процесс сборки функционального узла на печатной плате (ПП) включает подготовку, нанесение паяльной пасты, монтаж SMD-компонентов, пайку в печи оплавления, монтаж выводных компонентов (THT), контроль качества (AOI, X-Ray, ICT), очистку, конформное покрытие и маркировку, обеспечивая надежное соединение компонентов с ПП для получения работоспособного электронного изделия.

115. При монтаже компонентов в сквозные отверстия ключевые требования к компонентам — это правильная предварительная формовка выводов (изгиб, укорачивание без повреждения корпуса) и их достаточная пластичность для компенсации напряжений, а также обеспечение надежного контакта с платой, часто через загиб вывода для фиксации, что гарантирует качественное паяное соединение, где виден смачиваемый припой и видимое очертание вывода.

116. Для формовки компонентов и корпусов электронного оборудования применяются следующие методы:

- Литье под давлением: Используется для изготовления пластиковых корпусов смартфонов, ноутбуков и разъемов.
- Вакуумная формовка: Применяется для создания защитных ложементов в упаковке и простых пластиковых панелей.

- Прессование (Трансферное формовку): Основной метод герметизации микросхем, при котором кристалл заливается эпоксидным компаундом для защиты от внешней среды.
- Штамповка: Используется для изготовления металлических экранов электромагнитной совместимости (ЭМС), контактов и внутренних каркасов.
- 3D-печать (Аддитивное производство): Применяется для прототипирования и создания сложных корпусов специального назначения в 2026 году.

117. Основные варианты установки выводных компонентов (THT, Through-Hole Technology) на печатную плату – это ручной монтаж (пайка паяльником) для сложных или крупногабаритных элементов и автоматизированный монтаж волной припоя для массового производства, при котором выводы компонентов проходят через отверстия и припаиваются к контактным площадкам с обратной стороны, а также возможен смешанный монтаж, сочетающий THT и SMT.

118. Типовой процесс поверхностного монтажа включает нанесение паяльной пасты (трафаретной печатью или дозированием), установку SMD-компонентов автоматическим установщиком, групповую пайку в печи оплавлением (конвекционной или ИК), после чего следуют контроль качества (AOI/SPI), очистка платы (при необходимости) и нанесение защитных покрытий.

119. Типовая структурная схема изготовления электронных модулей одностороннего поверхностного монтажа (SMT) включает этапы подготовки платы, нанесения паяльной пасты, установки компонентов (автоматической и/или ручной), пайки в печи (обычно оплавлением), очистки, контроля и тестирования, а сам процесс монтирует компоненты только на одной стороне печатной платы (ПП), используя специальные компоненты, запаиваемые прямо на поверхность ПП, что типично для современных производств.

120. Типовая схема двухстороннего поверхностного монтажа (SMT) включает последовательные этапы: нанесение паяльной пасты/клея, установка компонентов (автоматическая или ручная), оплавление пасты (печь), контроль, отмывка и монтаж компонентов на вторую сторону (с аналогичными этапами), что позволяет создавать плотные модули с компонентами с обеих сторон платы.

121. Типовая структурная схема технологического процесса изготовления электронных модулей смешанного монтажа (SMT + выводные компоненты) включает подготовку платы, нанесение пасты, установку SMD-компонентов, групповую пайку SMD, установку выводных компонентов, пайку выводных, контроль качества и очистку, отражая последовательность операций для разных типов монтажа на одной плате, часто по слоям или очередности (сначала мелкие SMD, потом крупные, затем выводные).

122. Процесс нанесения паяльной пасты на печатную плату в основном осуществляется методом трафаретной печати (наиболее распространенный, использует принтеры и ракели, продавливающие пасту через апертуры трафарета), реже — методом дозирования (использует пневматические дозаторы), с последующей установкой компонентов и пайкой, а оборудование включает трафаретные принтеры (ручные, полуавтоматические, автоматические), ракели (металлические лезвия) и пневматические дозаторы.

123. Для автоматизации сборки функциональных узлов применяют промышленных роботов (SCARA, Дельта, коллаборативные), автоматические линии, конвейерные системы, а также управляющую электронику (контроллеры, ПЛК), датчики, исполнительные меха-

низмы (суппорты, силовые головки), системы технического зрения и программное обеспечение, которые обеспечивают выполнение операций от подачи деталей до контроля качества без участия человека.

124. Основные методы групповой пайки печатных плат — это пайка волной припоя (для выводных компонентов), пайка оплавлением (для поверхностных, с конвекционным, ИК или парофазным нагревом) и селективная пайка, позволяющая комбинировать оба типа монтажа, а также лазерная пайка, применяемая реже для точечной групповой пайки.

125. Основные дефекты пайки волной припоя включают паяные мосты (короткие замыкания), холодные паяные соединения (недостаточное смачивание из-за низкой температуры или загрязнений), шарики припоя, непропаи (из-за эффекта затенения, плохой паяемости), «усы» и «паутина», а также избыток или недостаток припоя. Эти дефекты часто возникают из-за неправильной настройки температуры, скорости подачи, выбора флюса или проблем с дизайном платы, таких как эффект тени.

126. Особенности селективной пайки включают точечное нанесение флюса и припоя только на нужные участки платы с помощью роботизированных систем, что позволяет не перегревать соседние чувствительные компоненты, обеспечивает высокую повторяемость и качество, актуально для плотных печатных плат и штыревых компонентов, и характеризуется высокой точностью, гибкостью настройки и низким расходом материалов.

127. Технология пайки микроволной – это метод ручной или полуавтоматической пайки мелких SMD-компонентов (например, микросхем в корпусах SSOP, QFP) с использованием специального «микроволнового» жала паяльника, которое имеет плоскую форму с канавкой/углублением, позволяющей одновременно припаивать ножки с одной стороны, обеспечивая быстрое и аккуратное соединение, минимизируя риск перемычек и теплового повреждения платы. Это не промышленная технология, а скорее «народное» решение для точной ручной работы, где само жало легко изготовить из обычного плоского жала.

128. Выбор способа групповой пайки зависит от типа и плотности размещения компонентов, требований к качеству и скорости производства (серийное/массовое). Основные факторы — это характеристики платы и паяемых деталей, необходимая точность, а также доступные ресурсы (оборудование для пайки волной, конвекционного, парофазного нагрева, ИК-пайки, лазером).

129. Надежность — это свойство объекта (технического, программного, а также личности) сохранять во времени способность выполнять заданные функции без сбоев, то есть быть устойчивым к отказам, случайным факторам и внешним помехам. Она характеризуется безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью, показывая, насколько можно доверять системе или человеку в разных условиях и на протяжении времени.

130. Интенсивность отказов (λ) — это показатель надежности, который численно равен вероятности отказа невосстанавливаемого изделия в единицу времени при условии, что до этого момента он работал безотказно, то есть это отношение числа отказавших объектов к среднему числу исправно работающих в данный момент. Этот параметр показывает, какая доля элементов выходит из строя за определенный период работы, и часто выражается в отказах на миллион часов работы (10^{-6} отказ/час).

131. Вероятность безотказной работы (ВБР) — это ключевой показатель надежности, который выражает вероятность того, что техническое устройство или система сохранит свою работоспособность в течение заданного периода времени или при определенном объеме

наработки и не откажет. Это безразмерная величина, выражаемая в долях единицы или процентах, и она уменьшается с течением времени или увеличением наработки, где p(0) = 1 (в момент начала эксплуатации) и стремится к 0 (при бесконечном времени).

132. Наработка на отказ (MTBF, Mean Time Between Failures) — это показатель надёжности, характеризующий среднее время работы восстанавливаемого устройства между двумя последовательными отказами, измеряемый в часах, циклах или других единицах. Он показывает, как долго в среднем система работает до сбоя, после которого её можно восстановить, и используется для оценки долговечности и предсказуемости работы оборудования в течение всего срока службы, а не только до первого отказа.

133. Среднее время восстановления работоспособности (часто обозначается как MTTR - Mean Time To Repair/Recover) — это метрика, показывающая, сколько в среднем требуется времени для устранения отказа и возврата системы или устройства в рабочее состояние, рассчитываемая делением общего времени простоев на количество отказов, и является ключевым показателем надежности и ремонтопригодности в IT и инженерии. Этот показатель измеряет эффективность процессов диагностики и ремонта, а не время физического восстановления организма после нагрузки.

134. Долговечность прибора — это свойство сохранять работоспособность в течение длительного времени до наступления предельного состояния (когда дальнейшая эксплуатация невозможна или нецелесообразна) с учетом планового технического обслуживания и ремонтов, что характеризуется ресурсом (наработка до списания). Это ключевой показатель надежности, определяющий срок службы техники, например, в часах, циклах или годах.

135. Сохраняемость аппаратуры — это свойство технических устройств непрерывно сохранять свои эксплуатационные характеристики и работоспособное состояние в заданных пределах в течение и после хранения, а также при транспортировке, предотвращая деградацию из-за старения, влажности, пыли, радиации и других факторов, что обеспечивается консервацией, защитными покрытиями и профилактикой.

136. Коэффициент оперативной готовности системы — это вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в конкретный момент времени и будет безотказно функционировать в течение определенного интервала. Он важен для систем, которые должны быть готовы к немедленному применению (например, системы ПВО, аварийные системы), учитывая, как отказы, так и периоды ожидания или обслуживания.

137. Зависимость интенсивности отказов (λ(t)) от времени не является постоянной и описывается кривой «банана» (или кривой «ванны»), которая имеет три основные стадии: приработка (высокая, быстро снижающаяся (λ(t)), нормальная эксплуатация (низкая, почти постоянная (λ(t)) и старение/износ (повышающаяся (λ(t)). Графически это выглядит как U-образная кривая, где по оси X — время (наработка), а по оси Y — интенсивность отказов (количество отказов в единицу времени на исправно работающий объект).

138. Эргодизайн — это прогрессивный вид человекоориентированной проектной деятельности, который выходит за рамки традиционного дизайна и эргономики, объединяя научные данные о человеке (эргономику) с художественным конструированием для создания высококачественной, безопасной, удобной и конкурентоспособной продукции, максимально учитывающей физические и психологические возможности пользователя. Он фокусируется на прогнозировании, диагностике и оптимизации взаимодействия человека с системой, обеспечивая здоровье и эффективность.

139. Микроэкономика изучает поведение отдельных экономических агентов (домохозяйств, фирм) и рынков, фокусируясь на спросе, предложении и ценообразовании, в то время как макроэкономика анализирует экономику в целом, изучая агрегированные показатели, такие как ВВП, инфляция, безработица и экономический рост, и стремится к общей стабильности и росту. Эти два направления дополняют друг друга, предоставляя целостное представление об экономических процессах.

140. Цели эргодизайна — повышение безопасности, эффективности, комфорта и здоровья человека в системе «человек — машина — среда», а задачи включают интеграцию дизайна и эргономики, разработку систем и продуктов с учетом физических и психологических возможностей пользователя, минимизацию нагрузок и создание оптимальных условий для деятельности.

141. Адаптивный дизайн — это подход к созданию веб-сайтов, при котором их внешний вид и структура динамически подстраиваются под размер экрана любого устройства (смартфона, планшета, компьютера), обеспечивая удобное отображение и функциональность вне зависимости от того, как пользователь заходит на сайт. Вместо отдельных версий для разных устройств, один сайт перестраивает элементы (блоки, изображения, шрифты) с помощью гибких сеток и медиа-запросов CSS, чтобы контент оставался читаемым, а интерфейс — удобным.

142. Юзабилити (от англ. usability — удобство использования) — это мера того, насколько легко, эффективно и приятно пользователю взаимодействовать с продуктом (сайтом, приложением, устройством) для достижения своих целей, что включает простоту освоения, понятность и отсутствие затруднений в процессе. Хорошее юзабилити позволяет человеку быстро сориентироваться, найти нужное и выполнить задачу без лишних раздумий и шагов, а плохое — приводит к раздражению и уходу пользователя к конкурентам.

143. Физиологические параметры человека-оператора — это измеряемые показатели его функционального состояния (например, ЧСС, давление, активность мозга/кожи, дыхание, температура), отражающие уровень работоспособности, стресса, утомления и концентрации в процессе взаимодействия с техническими системами, позволяющие объективно оценивать его психофизическую готовность к выполнению задач. Они используются для мониторинга состояния, предупреждения ошибок и оптимизации условий труда оператора.

144. Субъективные параметры человека-оператора — это внутренние, личностные характеристики и состояния, которые он сам ощущает и оценивает, такие как самочувствие, настроение, уровень усталости, мотивация, внимание, а также его опыт и отношение к задаче, в отличие от объективных (физиологических и поведенческих) данных, которые можно измерить. Они влияют на качество выполнения работы, принятие решений и общую работоспособность оператора.

145. Объективные параметры человека-оператора в системе «человек — машина» (СЧМ) — это измеряемые характеристики, которые позволяют оценить состояние, возможности и эффективность работы человека без учета его субъективных ощущений.

146. Типовая инструкция по технике безопасности (ТБ) для цифровых систем и электроники включает пять основных разделов: общие требования, требования перед началом работы, во время работы, в аварийных ситуациях, а также требования по окончании работы, охватывая полный цикл эксплуатации оборудования, от подготовки до завершения смены и действий при инцидентах.

6.1 Ответы на теоретические вопросы экзаменационных билетов:

Билет 1: Под **конструкцией радиоэлектронной аппаратуры (РЭА)** понимается совокупность элементов и деталей с различными физическими свойствами и формами, находящихся в определенной пространственной, механической, тепловой, электромагнитной и энергетической взаимосвязи. Эта взаимосвязь определяется электрическими схемами и конструкторской документацией и обеспечивает выполнение электронной аппаратурой заданных функций с необходимой точностью и надежностью в условиях воздействия на нее различных факторов: эксплуатационных, производственных, человеческих.
Технология производства, или технологический процесс — основная часть производственного процесса, заключающаяся в выполнении определенных действий, направленных на изменение исходных свойств объекта производства (в нашем случае ЭА) и достижение им определенного состояния, соответствующего технической (конструкторской) документации.
Строгий учет этих факторов требует от разработчика РЭА знаний по всем вопросам конструкторско-технологического проектирования:

- виды и порядок разработки технической документации;
- влияние внешних факторов на работоспособность РЭА;
- методы проектирования и изготовления микроэлектронных изделий,
- методы конструирования элементов, узлов и устройств РЭА;
- обеспечение электромагнитной совместимости, механической прочности, нормальных тепловых режимов и надежности;
- проектирование РЭА с учетом требований эргономики и технической эсте- тики;
- общие вопросы организации производства РЭА;
- стандартные и специальные технологические процессы в производстве РЭА;
- методы сборки и монтажа РЭА;
- методы регулировки, настройки и испытаний РЭА и т.д.

Билет 2: Государственными стандартами РФ определен порядок разработки и постановки на производство продукции технического назначения, в том числе и РЭА. В частности, Государственным стандартом установлены следующие стадии разработки:

- техническое предложение;
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект.

Основой для разработки является *техническое задание* (ТЗ), содержание которого устанавливает ГОСТ. В ТЗ излагаются назначение и область применения разрабатываемой РЭА, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования к РЭА, условия по ее хранению и транспортированию, требования по надежности, правила проведения испытаний и приемки образцов в производстве.

Билет 3: Государственными стандартами РФ определен порядок разработки и постановки на производство продукции технического назначения, в том числе и РЭА. В частности, Государственным стандартом установлены следующие стадии разработки:

- техническое предложение;
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект.

На стадии *эскизного проектирования* осуществляют конструкторскую и технологическую проработку выбранного варианта реализации РЭА; изготавливается действующий образец или серия РЭА; проводятся их испытания в объеме, достаточном для подтверждения заданных в ТЗ технических и эксплуатационных параметров; организуется разработка

в полном объеме необходимой конструкторской документации, которой присваивается литера «Э»; прорабатываются основные вопросы технологии изготовления, наладки и испытания элементов, узлов, устройств и РЭА в целом, предварительно оценивается надежность изделия.

Билет 4: Государственными стандартами РФ определен порядок разработки и постановки на производство продукции технического назначения, в том числе и РЭА. В частности, Государственным стандартом установлены следующие стадии разработки:

- техническое предложение;
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект.

На стадии *технического проекта* принимаются окончательные решения о конструктивном оформлении РЭА и составляющих ее узлов, разрабатывается полный комплект конструкторской и технологической документации, которой присваивается литера «Т», изготавливается опытная серия РЭА, проводятся испытания РЭА на соответствие заданным в ТЗ техническим и эксплуатационным требованиям. Результаты технического проектирования являются основой для разработки полного комплекта рабочей конструкторской документации, которой присваивается литера «О».

В последующем осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии и организация серийного (массового) выпуска РЭА.

Билет 5: В последние годы применительно к продукции технического назначения используется термин **жизненный цикл изделия (ЖЦИ)**, под которым понимаются все этапы создания изделия, начиная с разработки ТЗ и кончая эксплуатацией готовых изделий с последующей утилизацией. Жизненный цикл РЭА, разделенный на связанные между собой этапы ее разработки, изготовления и эксплуатации, включает:

1. Подготовительный этап
2. Организационное обеспечение хода разработки
3. Научное обоснование разработки (НИР)
4. Разработка технического задания
5. Выбор системы элементов
6. Методическое обеспечение
7. Разработка системы элементов
8. Математическое и физическое моделирование, прототипирование
9. Разработка методов расчета, алгоритмов и программ для расчетов
10. Разработка структурных схем. Технические предложения.
11. Выбор размерной базы, вида конструктивной иерархии.
12. Разработка функциональных и принципиальных схем
13. Разработка печатных плат, узлов коммутации
14. Разработка отраслевых, государственных стандартов
15. Разработка конструкций, узлов, блоков ЭА, системы
16. Общая компоновка блоков ЭА, систем
17. Разработка технологии
18. Изготовления и настройка опытного образца и его эксплуатация
19. Сравнительный анализ разработанной ЭА, системы
20. Подготовка производства и выпуск установочной партии
21. Серийный (массовый) выпуск
22. Эксплуатация, ремонт
23. Утилизация

Билет 6: На всех этапах жизненного цикла (разработка — производство — эксплуатация) РЭА сопровождает *техническая документация* (ТД). Состав этой документации и ее содержание регламентируется Государственными стандартами. В настоящее время в стране действует большое количество стандартов, которые сгруппированы по направлениям жизненного цикла изделий в следующие комплексы:

- единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- единая система технологической документации (ЕСТД);
- единая система программной документации (ЕСПД);
- единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);

единая система защиты изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС) и др.

Государственные стандарты, входящие в ЕСКД, устанавливают взаимосвязанные единые правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации на изделия, разрабатываемые и выпускаемые предприятиями всех отраслей промышленности.

Конструкторские документы (КД) — графические и текстовые документы, в отдельности или в совокупности, определяющие состав и устройство изделия и содержащие необходимые данные для его разработки и изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта, утилизации.

Стандартам ЕСКД присваивают обозначения по классификационному принципу. Номер стандарта составляется из цифры, присвоенной классу стандартов ЕСКД, одной цифры после точки, обозначающей классификационную группу стандартов в соответствии с таблицей 1, числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Например, обозначение стандарта ЕСКД «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» имеет вид: ГОСТ 2.701— 84, т. е. ГОСТ — категория нормативно- технического документа (государственный стандарт), 2 — класс (стандарты ЕСКД), 7 — классификационная группа стандартов, 01 — порядковый номер стандарта в группе, 84 — год регистрации стандарта.
Билет 7: На всех этапах жизненного цикла (разработка — производство — эксплуатация) РЭА сопровождает *техническая документация* (ТД). Состав этой документации и ее содержание регламентируется Государственными стандартами. В настоящее время в стране действует большое количество стандартов, которые сгруппированы по направлениям жизненного цикла изделий в следующие комплексы:

- единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- единая система технологической документации (ЕСТД);
- единая система программной документации (ЕСПД);
- единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);

единая система защиты изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС) и др.

Государственные стандарты, входящие в ЕСТД, устанавливают взаимосвязанные единые правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой на предприятиях всех отраслей промышленности страны.

Технологические документы (ТД) — текстовые и графические документы, в отдельности или в совокупности, определяющие порядок изготовления изделия, проведения процессов и содержащие необходимые данные для контроля и приемки изделий.

Так же как в ЕСКД стандартам ЕСТД присваиваются обозначения на основе классификационного принципа. Номер стандарта составляется из цифры 3, присвоенной классу стандартов ЕСТД, одной цифры после точки, обозначающей подкласс (цифра 1 для изделий машино- и приборостроения), одной цифры, соответствующей классификационной группе

стандартов в соответствии с таблицей 2, числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Например, обозначение стандарта «ЕСТД. Правила оформления документов контроля. Журнал контроля технологического процесса» имеет вид: ГОСТ 3.1505— 75, то есть ГОСТ — категория нормативно-технического документа (государственный стандарт), 3 — класс (стандарты ЕСТД), 1 — изделие машино или приборостроения, 5 — классификационная группа стандартов, 05 — порядковый номер стандарта в группе, 75 — год регистрации стандарта.

Билет 8: Последовательность проектирования устройств строго регламентирована и состоит из нескольких стадий, завершающихся выпуском соответствующих КД:

• *техническое предложение* — совокупность КД, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования;

• *эскизный проект* — совокупность КД, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия;

• *технический проект* — совокупность КД, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации;

• *рабочая конструкторская документация опытного образца (опытной партии) изделия, предназначенного для серийного (массового) или единичного производства*: КД, предназначенная для изготовления и испытания опытного образца (партии). Изготовление и предварительные испытания опытного образца (партии). Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (партии). Приемочные испытания опытного образца (партии). Корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца (партии);

• *рабочая конструкторская документация серийного (массового) производства*: КД, предназначенная для изготовления и испытания установочной серии. Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия.

Билет 9: Изготовленная продукция до ее отгрузки, передачи или продажи потребителю подлежит *приемке* с целью удостоверения ее годности для использования в соответствии с требованиями, установленными в стандартах и (или) технических условиях (ТУ), договорах, контрактах.

Для контроля качества и приемки продукции используются *средства измерений,* которые также подвергают испытаниям.

Приемо-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия продукции требованиям стандартов, а также контрольному образцу для определения возможности приемки продукции. Испытания проводят с применением сплошного или выборочного контроля.

Периодические испытания проводят для периодического подтверждения качества продукции и стабильности технологического процесса с целью подтверждения возможности продолжения изготовления продукции по действующей конструкторской и технологической документации.

Приемо-сдаточные и периодические испытания в совокупности должны обеспечивать достоверную проверку всех свойств выпускаемой продукции, на соответствие требованиям стандартов (механические, электрические, климатические, на надежность и др.).

При этом могут быть использованы различные виды контроля (визуальный, измерительный и др.).

Результаты испытаний оформляют *протоколом испытаний*.

Приемка продукции — процесс проверки соответствия продукции требованиям, установленным в стандартах, КД, ТУ, договоре на поставку, изготовленной для поставки заказчику или непосредственной продажи покупателю.

Билет 10: Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники и их разновидности описаны в ГОСТ 2.702-2011 и ГОСТ 2.708-81.

Схема электрическая — документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части цифрового устройства и их взаимосвязи. Подразделяют: структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключения, общие и схемы расположения. (Э1 – Э7, соответственно). Они могут быть выполнены в бумажной и (или) электронной форме.

Структурная схема — это наименее подробная схема. Она предназначена для отображения общей структуры устройства, т.е. его основных блоков, узлов, частей и главных связей между ними. Из нее должны быть понятны назначение, режимы работы, взаимодействие частей. Обозначения могут быть достаточно произвольными. На ней изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

Схема электрическая принципиальная — это наиболее подробная схема. Она позволяет полностью воспроизвести устройство. На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Функциональная схема представляет собой гибрид структурной и принципиальной. Некоторые наиболее простые блоки, узлы, части устройства отображаются на ней, как на структурной схеме, а остальные — как на принципиальной. Функциональная схема дает возможность понять логику работы устройства, все его отличия от других подобных устройств.

На *схеме соединений* изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.д.), а также соединения между этими устройствами и элементами.

На *общей схеме* изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, а также провода, жгуты и кабели, соединяющие эти устройства и элементы.

На *схеме расположения* изображают составные части изделия, а при необходимости, связи между ними и конструкцию, на которой эти составные части будут расположены. Расположение обозначений составных частей изделия на схеме расположения должно соответствовать действительному размещению в конструкции.

Билет 11: Условия эксплуатации РЭА и систем характеризуются комплексом параметров, называемых *внешними воздействующими факторами*, которые имеют различную физико-химическую природу и изменяются в весьма широких пределах. Эти факторы принято разделять на климатические, механические и радиационные.

К климатическим факторам относят: изменение температуры и влажности окружающей среды; тепловой удар; изменение атмосферного давления; наличие движущихся потоков пыли или песка; присутствие активных веществ в окружающей атмосфере; наличие солнечного облучения, грибковых образований (плесень), микроорганизмов, насекомых, грызунов; взрывоопасной и легковоспламеняющейся атмосферы; дождя и брызг; присутствие в окружающей среде озона.

К механическим факторам относят: воздействие вибраций, ударов, линейного ускорения, акустического удара.

К радиационным факторам относят: космическую радиацию; ядерную радиацию от реакторов, атомных двигателей, радиационно-опасных ситуаций; облучение потоком гамма-фотонов, нейтронов, бета-частиц, альфа-частиц, протонов, дейтронов.

Некоторые из перечисленных факторов могут проявлять себя независимо от остальных, а некоторые — в совместном действии с другими факторами. Например, наличие движущихся потоков песка неизбежно приводит к возникновению вибраций в элементах конструкции РЭА.

Так как электронно-вычислительная аппаратура принадлежит, как правило, к классу так называемых *человеко-машинных систем*, то важное влияние на работоспособность РЭА оказывает человеческий (субъективный) фактор. Квалификация специалиста сказывается на качестве работы РЭА на всех этапах ее жизненного цикла. Несоблюдение правил проектирования, изготовления и эксплуатации РЭА приводит в конечном итоге к снижению их качества. Известно, что в ряде случаев число отказов аппаратуры увеличивается с ростом частоты осмотров и ремонта. Внедрение автоматизации на всех этапах создания РЭА уменьшает влияние человеческого фактора.

Тепловой удар характеризуется резким изменением температуры окружающей среды. При этом время изменения температуры исчисляется минутами, а ее перепад — десятками градусов. Наиболее сильно тепловой удар проявляется в элементах конструкции, где имеются локальные механические напряжения, способствуя образованию микротрещин, их росту и объединению.

Билет 12: По виду объекта установки РЭА можно разделить на три большие группы: стационарные, транспортируемые и портативные.

Стационарная РЭА — это аппаратура, эксплуатируемая в отапливаемых и неотапливаемых помещениях, бункерах, подвалах, помещениях с повышенной влажностью, на открытом воздухе, в производственных цехах (РЭА 1- и 2-й групп).

Транспортируемая РЭА — это аппаратура, устанавливаемая и эксплуатируемая на автомобилях и автоприцепах, железнодорожном и гусеничном транспорте, на судах различных классов (РЭА 3-, 4- и 5-й групп), на борту самолетов, ракет, космических аппаратов искусственных спутников Земли (бортовая РЭА — 8-я группа). Специфика работы этого вида аппаратуры предопределяет повышенное воздействие механических факторов.

Портативная РЭА (6- и 7-я группы) включает микрокалькуляторы, ЭВМ типа «ноут-бук», специализированные вычислители, находящиеся в распоряжении геолога, топографа, строителя, солдата и офицера армии и др. Сюда же можно отнести переносную радиоприемную и радиопередающую аппаратуру, небольшую медицинскую технику и т. д. Небольшие габариты, малая мощность потребления, высокая надежность и сравнительно небольшая стоимость делают этот класс аппаратуры незаменимым для проведения расчетов, не требующих сложного программирования, осуществления экспериментов и исследований и т. д.

Билет 13: Разрабатываемая РЭА должна отвечать тактико-техническим, конструктивно-технологическим, эксплуатационным, надежностным и экономическим требованиям. Все эти требования взаимосвязаны, и оптимальное их удовлетворение представляет собой сложную техническую задачу.

Основные технические требования к любой аппаратуре, в том числе и к цифровым устройствам — это обеспечение функционально-узлового принципа построения конструкции РЭА, технологичность, минимальная номенклатура комплектующих изделий, минимальные габариты и масса, защита от воздействия климатических и механических факторов, ремонтоспособность.

Функционально-узловой принцип конструирования заключается в разбиении принципиальной схемы изделия на такие функционально законченные узлы, которые могут быть выполнены в виде идентичных конструктивно-технологических единиц. Применение этого принципа конструирования позволяет автоматизировать процессы изготовления и контроля конструктивных единиц, упростить их сборку, наладку и ремонт.

Технологичность конструкции в существенной степени определяется рациональным выбором ее структуры, которая должна быть разработана с учетом автономного, раздельного изготовления и наладки основных элементов, узлов, блоков. Конструкция РЭА тем более технологична, чем меньше доводочных и регулировочных операций приходится выполнять после окончательной сборки изделий.

В технологичной конструкции должны максимально использоваться унифицированные, нормализованные и стандартные детали и материалы. Конструкция РЭА должна иметь минимальные габариты и массу, что особенно важно для бортовых и носимых приборов.

В конструкции аппаратуры необходимо предусматривать меры защиты от воздействия климатических и механических факторов.

К числу важных характеристик конструкции РЭА следует также отнести *ремонтоспособность* — качество конструкции к восстановлению работоспособности и поддержанию заданной долговечности. Для повышения ремонтоспособности в конструкции предусматривают:

а) доступность ко всем конструктивным элементам для осмотра и замены без предварительного удаления других элементов;

б) наличие контрольных точек для подсоединения измерительной аппаратуры при настройке и контроле;

в) применение быстросъемных фиксаторов и т.д.

Конструкция аппаратуры тем ремонтоспособнее, чем меньшую конструктивную единицу она позволяет оперативно заменять.

Билет 14: Разрабатываемая РЭА должна отвечать тактико-техническим, конструктивно-технологическим, эксплуатационным, надежностным и экономическим требованиям. Все эти требования взаимосвязаны, и оптимальное их удовлетворение представляет собой сложную техническую задачу.

К э*ксплуатационным требованиям* относят: простоту управления и обслуживания, различные меры сигнализации опасных режимов работы (выход из строя, обрыв заземления и т.д.), наличие аппаратуры, обеспечивающей профилактический контроль и наладку конструктивных элементов (стенды, имитаторы сигналов и т.д.).

В последнее время развивается направление построения систем высокой надежности и живучести, имеющих в своем составе средства самодиагностики и автореконфигурации системы.

Характеристиками надежности являются:

1) вероятность безотказной работы — вероятность того, что в заданном интервале времени при заданных режимах и условиях работы в аппаратуре не произойдет ни одного отказа;

2) наработка на отказ — средняя продолжительность работы аппаратуры между отказами;

3) среднее время восстановления работоспособности — определяет среднее время на обнаружение и устранение одного отказа;

4) долговечность прибора — продолжительность его работы до полного износа с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта. Под полным износом при этом понимают состояние аппаратуры, не позволяющее ее дальнейшую эксплуатацию;

5) сохраняемость аппаратуры — способность сохранять все технические характеристики после заданного срока хранения и транспортирования в определенных условиях.

Билет 15: Под *модульным принципом конструирования* понимается проектирование изделий РЭА на основе конструктивной и функциональной взаимозаменяемости составных частей конструкции — *модулей*.

Модуль — составная часть аппаратуры, выполняющая в конструкции подчиненные функции, имеющая законченное функциональное и конструктивное оформление и снабженная элементами коммутации и механического соединения с подобными модулями и с модулями низшего уровня в изделии.

Модульный принцип конструирования предполагает *разукрупнение* (*разбивку, расчленение*) электронной схемы РЭА на функционально законченные подсхемы (части), выполняющие определенные функции. Эти подсхемы чаще всего разбиваются на более простые и так до тех пор, пока электронная схема изделия не будет представлена в виде набора модулей разной сложности, а низшим модулем не окажется корпус МС. Модули одного уровня объединяются между собой в РЭА на какой-либо конструктивной основе (несущей конструкции). Это метод *декомпозиции.*

Возможен и другой подход к проектированию, когда частям детально разработанной функциональной схемы изделия ставятся в соответствие схемы выбранной серии *микросхем*, а электрическая схема изделия как бы «покрывается» электрическими схемами микросхем. При этом отдельные части схемы изделия могут оказаться непокрытыми микросхемами существующих серий, тогда такие подсхемы реализуются дискретными *электрорадиоэлементами* (ЭРЭ). В результате будет получен набор корпусов МС и ЭРЭ, реализующий схему изделия. Эти корпуса и ЭРЭ устанавливаются и коммутируются между собой в модулях следующего уровня иерархии, которые устанавливаются и коммутируются в модуле более высокого уровня, и т. д. В зависимости от сложности проектируемого изделия будет задействовано разное число уровней модульности (уровней конструктив- ной иерархии). Это метод *композиции*.

Конструкция современной РЭА представляет собой некоторую *иерархию* модулей (порядок в расположении модулей от низшего к высшему), каждая ступень которой называется *уровнем модульности*. При выборе числа уровней модульности проводится *типизация* модулей, т. е. сокращение их разнообразия и установление таких конструкций, которые выполняли бы самые широкие функции в изделиях определенного функционального назначения. Функциональное многообразие изделий достигается использованием различного числа уровней модульности с возможностью конструктивного оформления высшего и, следовательно, самого сложного модуля в виде законченного изделия.

Выделяют четыре основных и два дополнительных *уровня модульности*. Под *основными* понимаются уровни модульности, широко применяемые в разнообразной аппаратуре, под *дополнительными* — используемые в специальной аппаратуре, но не всегда.

Билет 16: Модулем *нулевого уровня* является *электронный компонент*. В зависимости от исполнения аппаратуры модулем нулевого уровня служат ЭРЭ и интегральная микросхема (ИМС).

Модуль *первого уровня — типовой элемент замены* (ТЭЗ) — представляет собой печатную плату (ПП) с установленными на ней модулями нулевого уровня и электрическим соединителем.

Модуль *второго уровня — блок,* основными конструктивными эле ментами которого является *панель* с ответными *соединителями* модулей первого уровня. Межблочная коммутация выполняется соединителями, расположенными по периферии панели блока. Модули первого уровня размещаются в один или несколько рядов. На рисунке 1 показан однорядный блок.

Модуль *третьего уровня — стойка,* в которой устанавливаются блоки или 2— 3 рамы.

Модулем *уровня 0,5* является микросборка, состоящая из подложки с размещенными на ней безкорпусными микросхемами. Межмодульная коммутация обеспечивается введением по периферии подложки контактных площадок. Модуль вводится для увеличения плотности компоновки аппаратуры.

Модуль *уровня 2,5* представляет собой раму, в которой размещаются 6— 8 блоков. Рама применяется в стоечной аппаратуре, использующей небольшие по размерам модули первого уровня.

Модульный принцип конструирования предусматривает несколько уровней коммутации:

1-й уровень — коммутация печатным и (или) проводным монтажом электронных компонентов на плате;

2-й уровень — коммутация печатным или объемным монтажом ответных соединителей модулей первого уровня в блоке;

3-й уровень — электрическое объединение блоков или рам в стойке и стоек между собой жгутами и кабелями;

уровень 0,5 — электрическое соединение выводов бескорпусных микросхем пленочными проводниками;

уровень 2,5 — коммутация блоков в раме проводами, жгутами или кабелями.

При разработке несложной аппаратуры высшие уровни модульности отсутствуют. Полная модульность используется только в сложной аппаратуре, например, в супер-ЭВМ.

Билет 17: Ускорение разработки и производства аппаратуры, увеличение ее серийности, снижение стоимости можно достигнуть унификацией, нормализацией и стандартизацией основных параметров и типоразмеров печатных плат, блоков, приборных корпусов, стоек, широким применением модульного принципа конструирования.

В основе стандартизации модулей и их несущих конструкций лежат типовые функции, свойственные многим электронным системам. Для использования при проектировании модульного принципа конструирования разработаны ведомственные нормали и государственные стандарты, устанавливающие термины, определения, системы типовых конструкций модульных систем.

Конструкционная система прежде всего должна представлять многоуровневое семейство модулей с оптимальным составом набора, обеспечивающим функциональную полноту при построении аппаратуры определенного назначения. Все модули системы должны быть совместимы между собой по конструктивным, электрическим и эксплуатационным параметрам.

Базовым называется принцип конструирования, при котором частные конструктивные решения реализуются на основе стандартных конструкций модулей или конструкционных систем модулей (базовых конструкций), разрешенных к применению в аппаратуре определенного класса, назначения и объектов установки.

При разработке базовых конструкций должны учитываться особенности современных и, что более важно, будущих разработок. При этом частные конструктивные решения обобщаются, а основные свойства и параметры закладываются в конструкции, которые стандартизуются, поставляются и рекомендуются для широкого применения.

Базовые конструкции не должны быть полностью конструктивно завершенными, необходимо предусматривать возможность их изменения (в основном косметического характера) для создания модификаций аппаратурных решений. Иерархическое построение базовых конструкций с гибкой структурой и числом уровней не более четырех является вполне достаточным для разработки РЭА любой сложности.

При стандартизации параметры конструкций объединяются в *параметрические ряды*, характеризующиеся совокупностью числовых значений на основе принятых градаций и диапазонов. Если в качестве параметров ряда используют геометрические размеры конструкции, то говорят не о параметрических, а о *размерных рядах*. Оба вида рядов получили широкое распространение.

Оптимальными с позиций стандартизации следует считать ряды, обеспечивающие наибольший экономический эффект от их использования и опережающую стандартизацию, т. е. сокращение объема работ, связанных с пересмотром стандартов и их модернизацией (опережающая стандартизация позволяет увеличить сроки действия стандартов).

Билет 18: На низшем нулевом уровне конструктивной иерархии РЭА находятся ИМС. Корпуса ИМС служат для защиты помещенных в них полупроводниковых кристаллов, подложек и электрических соединений от внешних воздействий, а также для удобства при сборке

и монтаже модулей первого уровня. Кристаллы или подложки ИМС приклеивают или припаивают к основанию корпуса, а выходные контакты подсоединяют к выводам корпуса пайкой или сваркой.

Корпуса микросхем бывают металлостеклянными, металлокерамическими, металлопластмассовыми, стеклянными, керамическими и пластмассовыми. В первых трех разновидностях корпусов крышка выполняется металлической, а основание — стеклянным, керамическим или пластмассовым. Металлическая крышка обеспечивает эффективную влагозащиту при хорошем отводе теплоты от кристалла, снижает уровень помех.

В пластмассовых и керамических корпусах крышку и основание выполняют из однородного материала. Основание корпуса соединяют с крышкой пайкой, сваркой или склеиванием. Некоторые корпуса получают путем заливки формы корпуса пластмассой. На корпус МС наносится маркировка в соответствии с ее условным обозначением и выполняется нумерация выводов относительно *ключа* или *метки*.

Каждый тип корпуса имеет достоинства и недостатки. Корпус с *планарными выводами* для установки и монтажа требует на печатной плате почти вдвое больше площади, чем тех же размеров корпус, но с ортогональным расположением выводов. Однако установка таких корпусов возможна с двух сторон платы. Жесткие штыревые выводы с ортогональной ориентацией относительно плоскости основания позволяют устанавливать микросхемы на плату без дополнительной поддержки даже при жестких вибрационных и ударных нагрузках. При совместной установке микросхем и ЭРЭ для упрощения монтажных работ следует рекомендовать корпуса со штыревыми выводами. Пластмассовые корпуса дешевы, обеспечивают хорошую защиту от механических воздействий, но хуже других типов корпусов защищают от климатических воздействий, перегрева.

Микросборки. Наивысшая плотность компоновки РЭА имеет место при использовании бескорпусных компонентов. Однако установка и монтаж последних непосредственно на печатной плате не обеспечивает высокой плотности компоновки из-за низкой разрешающей способности монтажа (на сегодняшний день возможности печатного монтажа практически исчерпаны). Введение в конструкцию промежуточного элемента — подложки — устранит этот недостаток.

Бескорпусные активные компоненты фиксируются клеем на подложке, на которой методом *тонко-* или *толстопленочной* технологии выполняются проводники, контактные площадки цепей входа и выхода, пленочные пассивные компоненты. Подобные конструкции называют микросборками. Фактически микросборки представляют собой бескорпусные гибридные ИМС индивидуального применения. Интегральные микросхемы микросборок не обязательно должны быть согласованы по входу и выходу. Пассивная часть схемы микросборки обеспечит необходимую согласованность. По технологии производства микросборки не отличаются от гибридных микросхем, а по функциональной сложности и степени интеграции соответствуют БИС. В отличие от универсальных БИС, используемых в разнообразной аппаратуре, микросборки разрабатывают под конкретную аппаратуру для получения высоких показателей ее *микроминиатюризации*, уменьшения потерь полезного объема аппаратуры. Хотя разрешающая способность толстопленочной технологии ниже тонкопленочной, в ней сравнительно легко удается реализовать многослойные конструкции, повысить плотность компоновки.

Билет 19: При конструировании модулей первого уровня выполняются следующие работы:

• изучение функциональных схем с целью выявления одинаковых по назначению подсхем и унификации их структуры в пределах конкретного изделия, что приводит к уменьшению многообразия различных подсхем и, следовательно, номенклатуры различных типов ТЭЗ;

• выбор серии микросхем, корпусов микросхем, дискретных ЭРЭ;

• выбор единого максимально допустимого числа выводов соединителя для всех типов модулей (за основу принимают число внешних связей наиболее повторяющегося узла

в наборе узлов изделия с учетом цепей питания и нулевого потенциала и 5 ... 10 % - ного запаса контактов на возможную модификацию);

• определение длины и ширины печатной платы. Ширина платы, как правило, кратна или равна длине соединителя с учетом полей установки и закрепления платы в модуле второго уровня. Требования по быстродействию и количество устанавливаемых на плату компонентов влияют на ее длину;

• собственно конструирование печатной платы;

• выбор способов защиты модуля от перегрева и внешних воздействий.

Широкое распространение получила плоская компоновка модуля, когда компоненты схемы устанавливают в плоскости платы с одной или двух сторон. Для плоской компоновки характерна малая высота установки компонентов по сравнению с длиной и шириной платы. Простота выполнения монтажных работ, легкость доступа к компонентам и монтажу, улучшенный тепловой режим являются основными преимуществами плоской компоновки. Если для внешней коммутации модуля вводится соединитель, то подобную конструкцию называют ТЭЗ. На печатную плату устанавливают микросхемы и для исключения влияния на работу микросхем помех по электропитанию — развязывающие конденсаторы.

В блоках транспортируемой аппаратуры печатные платы модулей, как правило, закреплены жестко на несущей конструкции. Модули первого уровня коммутируются между собой приборными соединителями печатного монтажа, непосредственной подпайкой проводов к монтажным отверстиям плат, с использованием переходных штырьков и колодок.

При конструировании печатных плат необходимо решать задачи:

• выбора проводниковых и изоляционных материалов, формы и размеров печатных плат, способов установки компонентов;

• определения ширины, длины и толщины печатных проводников, расстояний между ними, диаметров монтажных и переходных отверстий, размеров контактных площадок;

• трассировки печатного монтажа;

• оформления конструкторской документации.

Билет 20: Различают три основных типа производства продукции — единичное, серийное и массовое. *Единичное производство* характеризуется единичным или малым объемом выпускаемых изделий, процесс изготовления которых не повторяется или повторяется через неопределенный промежуток времени. Для единичного производства характерно применение универсального, переналаживаемого оборудования, высококвалифицированного персонала, высокая себестоимость продукции и низкая производительность.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями, сериями. В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное (серийное), крупносерийное производство. Выпуск партий еженедельный, ежемесячный, ежеквартальный. Для серийного производства характерно использование специализированного и автоматизированного оборудования и оснастки, особенно станков с ЧПУ. В ряде случаев, особенно для крупносерийного производства, используют специальное и автоматическое оборудование. Для многономенклатурного серийного производства экономически выгодно использование гибких производственных систем (ГПС), для которых используют автоматизированную систему технологической подготовки производства (АСТПП), автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУТП). Производство РЭА различного назначения имеет серийный характер. В серийном производстве рабочие имеют среднюю и высокую квалификацию, производительность труда выше, чем при единичном производстве.

Массовое производство — это производство одинаковых изделий в течение длительного периода времени. Особенностью данного производства является закрепление за одним рабочим местом одной операции, требующей использования рабочих невысокой квалификации или исключения из процесса рабочих и замены их роботами и робототехническими комплексами. Для массового производства характерным является поточный принцип изго-

товления продукции на автоматических линиях, цехах и даже автоматических заводах. Оборудование и оснастка, как правило, специальное, дорогое и высокопроизводительное. Производство микросхем и ЭРЭ следует отнести к массовому типу производства.

Билет 21: Технологические процессы (ТП) в зависимости от подробности их разработки, типизации, наличия оборудования и объема выпуска изделий классифицируют на следующие виды:

• *проектный* (начальная стадия, много вариантов);

• *рабочий* (конкретный, для работы);

• *единичный* (ТП только на данное изделие, как правило, массовое производство);

• типовой (на конструктивно подобные изделия. Например, ТП на изготовление печатных плат);

• *групповой* (на технологически подобные изделия для мелкосерийного, многономенклатурного производства);

• *временный* (оперативный), для имеющегося на предприятии оборудования при изготовлении пробных изделий;

• *стандартный* (обязательный к применению для отрасли, государства. Например, стандартные методики испытания электронно-вычислительной аппаратуры);

• *перспективный* (для вновь разрабатываемых производств или модернизации старых предприятий);

• *маршрутный*;

• *операционный;*

• *маршрутно-операционный*.

Последние три определяют степень подробности разработки ТП. Маршрутный технологический процесс определяет порядок (маршрут) следования операций, их вид и наименование, оборудование и оснастку для выполнения операций, трудоемкость выполнения операций и квалификацию работников. Для мелкосерийного производства достаточна разработка маршрутной технологии. При этом все параметры разработки заносятся в маршрутные карты.

Для средне- и крупносерийного, а также массового производств после маршрутной технологии следует разработка *операционной технологии*. При этом каждая операция разрабатывается подробно. Окончательно выбирается оборудование и оснастка, выбираются или рассчитываются технологические режимы. Операция дробится на технологические переходы — используется принцип дифференциации и концентрации технологических переходов при выполнении операции. Вычерчивается эскиз операции с установочными базами и настроечными размерами. Рассчитывается операционное время ($t_{оп}$) и окончательно устанавливается *норма штучного времени* ($Т_{шт}$). Данные раз работки заносятся в операционные карты.

Маршрутно-операционная технология применяется, когда на отдельные наиболее сложные операции маршрутной технологии разрабатывается операционная технология.

Исходными данными для разработки технологических процессов являются:

• конструкторская документация на изделие (сборочные чертежи, рабочие чертежи, электрические схемы, монтажные схемы);

• технические требования на изделие, где указываются дополнительные требования к изделию. Например, необходимость защиты, виды испытаний;

• спецификация на входящие в изделие компоненты;

• объем выпуска продукции (*N*);

• сроки выпуска (еженедельно, ежемесячно, ежеквартально);

• наличие технологического оборудования, оснастки;

• справочная, нормативная литература, программы.

Билет 22: Комплексное понятие «технологичность» включает в себя большое количество параметров запускаемого в производство изделия, ТП и непосредственно производства,

определяющих в конечном итоге потребительские качества изделия. Анализ технологичности позволяет оценить возможность использования для изготовления деталей, сборки и монтажа изделия известных методов выполнения операций и процессов, выполняемых на достаточно высоком уровне механизации и автоматизации.

Количественная оценка технологичности электронных узлов проводится по системе базовых показателей, включающих отработанные и достигнутые при доработке и совершенствовании изделия параметры.

Выбор техпроцесса сборки электронного узла. Этап комплектации навесных элементов и деталей, входящих в состав модулей первого уровня, трудоемок и выполняется в основном вручную. Это связано с многообразием тары, в которой поставляются ЭРЭ и ИМС. Микросхемы в индивидуальной таре-спутнике распаковываются на автоматах с ориентацией по ключу и укладкой в технологические кассеты.

Этап подготовки к монтажу включает техпроцесс подготовки печатных плат, ЭРЭ, ИМС и конструкционных деталей. Операции подготовки ЭРЭ и ИМС в мелкосерийном производстве выполняются вручную на рабочем месте монтажника простейшими приспособлениями и с дальнейшим размещением элементов в технологической таре по номиналам. В крупносерийном производстве применяются автоматы рихтовки и обрезки выводов, флюсования и лужения, промывки и сушки подготовленных навесных эле- ментов. В некоторых автоматах все эти операции объединены в одном цикле и выполняются в виде переходов. Автоматизированная подготовка требует специальных кассет для загрузки и выгрузки элементов. Для ЭРЭ с осевыми выводами, которые кассетируют путем вклеивания в ленту, формовка про- изводится на автомате непосредственно перед установкой на плату.

Установку на плату начинают со штырей, лепестков, навесных шин, прокладок после подготовки (рихтовка, обезжиривание) их базовых поверхностей. Установка ЭРЭ и ИМС в зависимости от типа производства осуществляется несколькими способами: вручную, со световой индикацией, по шаблону, автоматически.

При *установке вручную* монтажник по схеме или маркировке на плате определяет место положения элемента, извлекает его из тары, устанавливает и, если необходимо, распаивает выводы. Первые два перехода составляют большую часть штучного времени. Для сокращения времени установки всех навесных элементов монтажное поле платы делится на зоны, в каждой из которых работает один монтажник. В этом случае может быть организована конвейерная установка элементов.

Применение *метода световой индикации* требует оснащения рабочего места монтажника проекционной системой и транспортером подачи тары с элементами. С помощью светового луча индицируется место установки, а транспортер синхронно подает тару с элементами требуемого типономинала. Остальные переходы осуществляются монтажником вручную.

Установка по шаблону характеризуется более высоким уровнем механизации. Точное позиционирование монтажного стола осуществляется вручную с помощью щупа и координатных отверстий на шаблоне, а установка элементов — автоматически укладочной головкой. Элементы подаются из кассет в последовательности установки на плату. Этот способ более производительный, но менее универсальный, так как требует сменных или переналаживаемых инструментов при изменении типоразмеров корпусов элементов.

Для *автоматизированной установки* применяется специализированное оборудование с ЧПУ или *робото-технологические комплексы* с подачей элементов из технологических кассет.

Получение контактных соединений в модулях первого уровня осуществляется преимущественно пайкой, расплавленным или расплавляемым припоем под действием постоянного или импульсного нагрева зоны соединения. При одностороннем монтаже навесных элементов на плате и фиксации их положения (подгибка, зиг-формовка, подпружинивание, предварительная подпайка выводов, приклеивание корпуса элемента) применяется механизированная пайка волной припоя. Групповая пайка планарных выводов ИМС проводится

расплавленным припоем с постоянным нагревом паяльником или расплавляемым припоем с импульсным нагревом электродами, роликами, лучом лазера, струей газа. Импульсный нагрев локализует тепловое воздействие в зоне выводов, но требует дополнительной подачи припоя путем напрессовки, подачи трубчатого припоя в зону пайки, качественного лужения. Операции промывки и сушки модулей необходимы для удаления флюса, продуктов пайки, следов от рук, пыли. Они выполняются на механизированных конвейерных линиях. Качество контактных соединений оценивается визуально.

Этап контроля модулей наиболее ответственный и трудоемкий. Он выполняется в отладочном, диагностическом и контрольном режимах с по- мощью специальной аппаратуры, стендов и автоматических систем контроля. Замена неисправных ИМС требует дополнительных монтажных операций и повторного контроля параметров. Годные модули проходят операции лакирования и сушки и, если необходимо, испытания с контролем параметров.

Билет 23: Тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные и экономические характеристики ЭВМ и систем определяют примененные в них *микросхемы*, выполняющие функции преобразования, хранения, обработки, передачи и приема информации.

Микросхемой (интегральной микросхемой - ИМС, интегральной схемой - ИС) называют функционально законченный электронный узел (модуль), элементы и соединения в котором конструктивно неразделимы и изготовлены одновременно в едином технологическом процессе в общем кристалле-основании.

Теория, методы расчета и изготовления микросхем составляют основу **микроэлектроники** - современной наукоемкой отрасли техники.

По конструктивно-технологическому исполнению микросхемы делятся на *полупроводниковые* и *гибридно-пленочные*. Полупроводниковые микросхемы имеют в своей основе монокристалл полупроводникового материала (обычно кремния), в поверхностном слое которого методами *литографии* и *избирательного легирования* создаются транзисторы, диоды, резисторы и (иногда) конденсаторы, а соединения между ними формируются по поверхности кристалла с помощью *тонкоплёночной технологии*. Полупроводниковые микросхемы могут быть *однокристальными (монолитными)* и *многокристальными (микросборками)*. Однокристальная микросхема может иметь индивидуальный герметизированный корпус с внешними выводами для монтажа на коммутационной (печатной) плате, или быть *бескорпусной* и входить в состав микросборки.

Многокристальная микросхема (микросборка) представляет собой совокупность бескорпусных микросхем, смонтированных на общей *коммутационной плате*. В качестве компонентов в микросборке могут присутствовать бескорпусные согласующие резисторы и развязывающие конденсаторы. Вследствие высокой насыщенности связей коммутационная плата выполняется многоуровневой и, таким образом, является миниатюрным аналогом многослойной печатной платы. При изготовлении коммутационной платы может быть использована как тонкоплёночная, так и *толстоплёночная* технологии.

Гибридно-плёночные микросхемы включают в себя плёночные пассивные элементы (резисторы и конденсаторы), коммутационные проводники, нанесённые непосредственно на подложку из изоляционного материала, и бескорпусные полупроводниковые кристаллы (транзисторы, диоды, диодные матрицы, несложные микросхемы), монтируемые на той же подложке. Пассивные элементы и проводники могут быть выполнены по тонкоплёночной или толстоплёночной технологии.

В качестве активных элементов в полупроводниковых микросхемах используются *униполярные (полевые)* транзисторы со структурой “металл – диэлектрик (оксид) – полупроводник” (*МДП-* или *МОП-транзисторы*) и *биполярные* транзисторы. В соответствии с этим все полупроводниковые микросхемы делятся на три основные вида: *биполярные, униполярные (МДП или МОП) и биполярно-полевые.*

Число элементов в интегральной микросхеме характеризует ее *степень интеграции*. По этому параметру все микросхемы условно делят на малые (МИС – до 10^2 элементов на кристалл), средние (СИС – до 10^3), большие (БИС – до 10^4), сверхбольшие (СБИС – до 10^6), ультрабольшие (УБИС – до 10^9) и гигабольшие (ГБИС – более 10^9 элементов на кристалл). Наиболее высокой степенью интеграции обладают цифровые интегральные схемы с регулярной структурой: схемы динамической и статической памяти, постоянные и перепрограммируемые ЗУ. Это связано с тем, что в таких схемах доля участков поверхности ИС, приходящаяся на межсоединения, существенно меньше, чем в схемах с нерегулярной структурой.

Билет 24: Процессы легирования, а также наращивания слоёв различных материалов призваны сформировать вертикальную физическую структуру ИМС. Необходимые форма и размеры элементов и областей в каждом слое структуры обеспечиваются процессом фотолитографии.

Фотолитография - процесс избирательного травления поверхностного слоя с использованием защитной *фотомаски*.

Отдельные этапы на схеме включают в себя несколько операций. Ниже в качестве примера приведено описание основных операций при избирательном травлении оксида кремния (SiO_2), которое используется многократно и имеет целью создание окон под избирательное легирование, а также контактных окон.

1. **Подготовка поверхности** к нанесению фотослоя заключается в её обработке парами органического растворителя для растворения жировых плёнок, которые препятствуют последующему сцеплению фоторезиста с поверхностью. Отмывка сверхчистой (деионизованой) водой удаляет следы растворителя; а также микрочастицы, способные впоследствии образовать "проколы" в тонком (1 мкм) слое фоторезиста.

2. **Нанесение фотослоя**. При нанесении фотослоя используется раствор светочувствительного полимера в органическом растворителе (фоторезист). Для получения тонких слоёв фоторезиста на поверхности пластины его вязкость должна быть очень мала, что достигается высоким содержанием растворителя (80-95 % по массе). В свою очередь, с уменьшением толщины фотослоя повышается разрешающая способность фотолитографического процесса. Однако, при толщинах менее 0,5 мкм плотность дефектов ("проколов") в фотослое резко возрастает, и защитные свойства фотомаски снижаются.

Нанесение фотослоя может быть выполнено одним из двух способов: центрифугированием или распылением аэрозоля. В случае использования центрифуги дозированное количество фоторезиста подаётся в центр пластины, прижатой вакуумом к вращающейся платформе (центрифуге). Жидкий фоторезист растекается от центра к периферии, а центробежные силы равномерно распределяют его по поверхности пластины, сбрасывая излишки в специальный кожух.

3. **Совмещение и экспонирование.** Под совмещением перед экспонированием понимается точная ориентация фотошаблона относительно пластины, при которой элементы очередного топологического слоя (на фотошаблоне) занимают положение относительно элементов предыдущего слоя (в пластине), предписанное разработчиком топологии. Например, фотошаблон, несущий рисунок эмиттерных областей должен быть точно ориентирован относительно пластины, в которой уже сформированы базовые области.

5. **Проявление**. Проявление скрытого изображения для негативных фоторезистов заключается в обработке фотослоя органическим растворителем. При этом участки, не подвергшиеся облучению, растворяются, а облучённые участки, где при поглощении ультрафиолетового излучения происходит разрыв межатомных связей и перестройка структуры (фотополимеризация), сохраняются.

4. **Травление**. При травлении в жидких травителях используются водные растворы неорганических соединений (обычно кислот). Химический состав и концентрация трави-

теля в растворе подбирается так, чтобы поверхностный слой растворялся активно, а нижележащий не растворялся. С травлением в жидких травителях связано не только явление подтравливания под фотомаску, но и разброс величины подтравливания в совокупности элементов одного слоя.

К моменту окончания растворения слоя в "окне" фотомаски боковое травление оказывается примерно равным толщине слоя, однако момент окончания травления зависит от размеров вытравливаемого элемента (окна в маске). В процессе травления имеют место отвод продуктов химической реакции от поверхности в раствор и подвод из раствора свежего травителя. Оба процесса протекают благодаря взаимодиффузии, скорость которой и определяет скорость травления. В мелких элементах массообмен затруднён и скорость травления ниже, чем в крупных элементах. Поскольку технологическое время травления устанавливают по самому мелкому элементу, более крупные элементы получают "перетрав", т.е. большие погрешности размера.

Билет 25: По конструкции печатные платы подразделяются на односторонние (однослойные), двусторонние, или двуслойные (ДПП), многослойные (МПП) н гибкие.

Односторонние печатные платы обладают невысокой надежностью и низкой механической прочностью крепления навесных электрорадиокомпонентов (ЭРК), которые фиксируются на плате только при пайке с помощью припоя. В местах присоединения ЭРК возможно отслоение проводников при перепайках, механическом воздействии на выводы ЭРК. Если печатные проводники невозможно развести на одной стороне печатной платы, притеняются навесные перемычки. Платы этой разновидности используются в основном при макетировании электронных устройств и в бытовых электронных средствах (ЭС).

На монтажную сторону ПП (противоположную стороне с проводящим слоем), как правило, наносят маркировку типов устанавливаемых компонентов и знаки их ориентации.

Двухсторонние печатные платы обеспечивают высокую плотность установки ЭРК и трассировки. Переходы проводников из слоя в слой осуществляются через металлизированные переходные отверстия. Эти платы допускают как монтаж ЭРК на поверхности, в том числе с двух сторон, так и монтаж ЭРК с осевыми и штыревыми выводами в металлизированные монтажные отверстия, которые могут одновременно служить для перехода проводников с верхнего слоя на нижний.

Многослойные печатные платы обеспечивают очень высокую плотность монтажа компонентов и прокладки трасс печатного монтажа. Они проводят монтаж всех битов ЭРК (микросхемы любой степени интеграции, поверхностно монтируемые, штыревые и т. п.).

Из множества существующих вариантов конструкций в настоящее время практически используются три:

- многослойные печатные платы попарного прессования,
- многослойные печатные платы с металлизацией сквозных монтажных и переходных отверстий,
- многослойные печатные платы со скрытыми межслойными переходами во внутренних слоях.

Гибкая печатная плата (ГПП) - печатная плата, выполненная на гибком основании.

Гибкая ПП является аналогом жесткой ПП по расположению печатных проводников., контактных площадок и других элементов печатного монтажа, по размещению ЭРИ (преимущественно бескорпусных и поверхностно монтируемых компонентов - ПМК): при этом она имеет гибкое основание толщиной 0,1—0,5 мм. может изгибаться, работать на перегибы и принимать разную форму.

Гибкие ПП применяются в случаях, когда плата в процессе эксплуатации подвергается многократным изгибам, вибрациям или, когда ей необходимо придать для работы изогнутую компактную форму (поместить в небольшой объем). При помощи ГПП можно соединять различные элементы ЭС, используя ответвления от общего основания ГПП. Основ-

ным отличием ГПП от жесткой ПП является возможность монтажа е трехмерном пространстве и огибания углов других блоков. Гибкие ПП могут изготавливаться в комбинации с жесткими ПП.

Билет 26: *Печатные платы на металлическом основании* представляют собой новый вид плат, способных удовлетворить потребности современных ЭС, которые в настоящее время невозможно получать, используя в качестве подложек такие традиционные материалы, как керамика на основе окиси алюминия, стеклоткань с эпоксидным наполнителем. По прогнозам зарубежных специалистов, использование в качестве подложек металлов (стали, покрытой эмалью, алюминия и его сплавов, железа и др.), а также объединение технологий (толсто-, тонкопленочной и др.) приведет к резкому снижению стоимости ПП.

Керамические платы. Основными материалами для производства многослойных печатных плат традиционно являлись органические материалы с низкими значениями диэлектрической проницаемости. Увеличение рабочих частот электронных приборов требовало нового материала, который, с одной стороны, позволял бы легко создавать многослойные печатные платы, с другой стороны, на высоких частотах имел бы характеристики, схожие с керамикой. Новый материал получил название низкотемпературная совместно обжигаемая керамика (*Low Temperature Cofired Ceramic* (*LTCC*)).

Платы на СВЧ-материалах. Отличительной особенностью СВЧ печатных плат является широкий спектр высокочастотных сигналов, распространяемых по полосковым линиям передачи. Это обстоятельство находит отражение в особенностях дизайна СВЧ-плат, при этом предъявляются специальные требования к параметрам диэлектриков и качеству изготовления элементов печатного рисунка.

При производстве СВЧ печатных плат применяются высокочастотные ламинаты, углеводородная керамика, которая объединяет в себе лучшие свойства материалов на основе фторопласта и керамических материалов.

Платы высокой сложности - HDI (High Density Interconnection). Отличительные признаки, которые характеризуют печатные платы, изготовленные по технологии *HDI*:

- высокая плотность рисунка топологии, которая достигается малой шириной проводников и зазоров между элементами топологии менее 0,10 мм;
- переходные отверстия малого диаметра, выполненные по технологии прецизионного механического сверления;
- переходные отверстия сверхмалого диаметра, выполненные по технологии лазерного сверления;
- использование сложных и высокотехнологичных стеков в конструкции печатных плат;
- применение слепых и скрытых переходных отверстий.

Билет 27: Технологические требования к ПП определяют условия сборки ячеек. К ним относятся такие как:

- **паяемость** — свойство паяемых материалов вступать в физико-химическое взаимодействие с расплавленным припоем с образованием качественного соединения контактной площадки с выводами ЭРИ. При этом учитываются режимы пайки (температура и время), наличие флюсующей или восстановительной сред и качество подготовки поверхности;
- **прочность сцепления проводников с диэлектриком** на поверхности и в отверстиях — одна из основных характеристик процесса металлизации. При химической металлизации диэлектрика она обусловлена сорбционным взаимодействием меди и диэлектрика, которое не обеспечивает высокой и равномерной прочности сцепления. Это имеет место при металлизации в вакууме (кроме катодной и плазменной

металлизации, при которых включаются силы электронного взаимодействия). Высокая прочность сцепления проводников с диэлектриком наблюдается при нанесении и вжигании токопроводящих паст на керамическое основание, определяемая их диффузионно-химическим взаимодействием, и при клеевом соединении фольги с диэлектриком. Прочность сцепления зависит также от типа диэлектрика, клея, подготовки поверхности, применяемых химических растворов и определяется усилием отрыва проводника от ПП в пересчете на ширину металлической полоски на поверхности ПП;

- **устойчивость к перепайкам** определяется количеством допустимых перепаек, которое должны выдержать контактные площадки с металлизированными отверстиями при ремонте: не менее четырех (МПП — трех) перепаек; без металлизированных отверстий — не менее трех (МПП — двух) перепаек;
- **пригодность к пайке** — способность ПП сохранять паяемость в течение длительного времени (6...12 месяцев);
- **ремонтопригодность**
- и др

Билет 28: Базовыми материалами являются:
- фольга,
- изоляционный прокладочный материал (склеивающие прокладки - препреги),
- фольгированные армированные диэлектрики (ламинаты).

Назначение фольги:
- создание проводящего рисунка печатных проводников,
- создание полигональных слоев питания,
- формирование теплоотводящих слоев.

По типу материала фольга делится на следующие виды:
- медная фольга,
- никелевая фольга,
- алюминиевая фольга
- фольга из нержавеющей стали,
- фольга из бронзы

Фольга из никеля и нержавеющей стали применяется крайне редко. Как правило, основная область применения такой фольги — изготовление наружных слоев печатных штат, на которые монтируются компоненты методом разварки выводов.

Альтернативой применению фольги из никеля и стали является использование (в качестве финишного покрытия) золота толщиной до 3,0 мкм поверх обычной медной фольги.

Электролитическая фольга изготавливается путем гальванического осаждения меди из сернокислого электролита на полированную поверхность вращающегося барабана. Ровная блестящая поверхность - благоприятное условие для выполнения тонкого рисунка проводников и зазоров с высокой точностью.

Отожженная катаная фольга производится путем многочисленных последовательных операций отжига и проката до нужной толщины. В качестве основы используются заготовки из металлургической меди. По завершении последней стадии отжига фольга имеет очень высокую пластичность. Эго свойство является главным ее преимуществом и позволяет использовать катаную фольгу при изготовлении гибких и гибко-жестких печатных плат. Поверхность катаной фольги гладкая, поэтому для того чтобы придать ей нужную шероховатость, фольгу обрабатывают различными методами.

Препрег — это изоляционный прокладочный материал, который служит для склеивания заготовок внутренних слоев, (ядер) многослойной печатной платы, а также для создания ламинатов (фольгированных с одной или двух сторон диэлектрических оснований), из которых впоследствии изготавливаются ядра МПП.

Препрег является двухкомпонентным материалом, состоящем из основы и связующего вещества.

Основы препрегов. Стеклоткань. Наиболее распространенным материалом, составляющим основу препрегов различных марок, является стеклоткань, производимая из стеклянных волокон. Стекло в толстом слое представляет собой хрупкий материал, но тонкие стеклянные изделия обладают повышенной гибкостью. Основным материалом, используемым для изготовления стекол, является оксид кремния SiO_2.

Ламинатами называются фольгированные с одной или двух сторон армированные стекловолокном диэлектрики.

Изготавливаются они из одного (для тонкомерных ламинатов) или нескольких слоев препрега, облицованного с двух сторон (реже с одной стороны медной фольгой). При прессовании такого пакета материалов смола препрега полимеризуется и ламинат приобретает законченный вид.

Ламинаты композитные материалы, они обладают как диэлектрическими, так и проводящими свойствами. Диэлектрические свойства основания ламината во многом определяются свойствами полимеризованной смолы, а проводящие - свойствами медной фольги.

Медная фольга, покрытая смолой — еще один базовый материал, широко используемый при конструировании плат *HDI,* который называется *RCC* (*Resin Coated Copper Foil).* Основное отличие *RCC* от ламинатов - отсутствие стеклоткани. *RCC* изготавливается из тонкомерной фольги, покрытой двумя слоями эпоксидной смолы Толщина слоев смолы всегда одинакова—35 мкм.

Билет 29: **САПР (система автоматизированного проектирования)** - это организационно-техническая система, состоящая из совокупности комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов подразделений проектной организации, выполняющая автоматизированное проектирование объекта, которое является результатом деятельности проектной организации.

Из этого определения следует, что САПР - это не средство автоматизации, а система деятельности людей по проектированию объектов. Поэтому автоматизация проектирования как научно-техническая дисциплина отличается от обычного использования ПК в процессах проектирования тем, что в ней рассматриваются вопросы построения системы, а не совокупность отдельных задач. Из определения САПР также следует, что целью ее функционирования является именно проектирование.

В САПР принято выделять следующие виды обеспечения: математическое, лингвистическое, программное, информационное, техническое и методическое.

Математическое обеспечение САПР. Математическое обеспечение (МО) САПР включает в себя математические модели проектируемых объектов, методы и алгоритмы проектных процедур, используемые при автоматизированном проектировании.

Лингвистическое обеспечение САПР. Лингвистическое обеспечение САПР представлено совокупностью языков, применяемых для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений. Основная часть лингвистического обеспечения САПР - языки общения человека с ЭВМ.

Программное обеспечение САПР. В ПО САПР принято выделять системное и прикладное ПО. Системное ПО предназначено для организации функционирования технических средств, т.е. для планирования и оправления вычислительным процессом, распределения имеющихся ресурсов, и представлено операционными системами ПК. Системное ПО не отражает специфику САПР. В прикладном ПО реализуется математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур.

Информационное обеспечение САПР. Информационное обеспечение (ИО) САПР объединяет всевозможные данные, необходимые для выполнения автоматизированного проектирования. Эти данные могут быть представлены в виде тех или иных документов на

различных носителях, содержащих сведения справочного характера о материалах, комплектующих изделиях, типовых проектных решениях, параметрах элементов, сведения о состоянии текущих разработок в виде промежуточных и окончательных проектных решений, структур и параметров проектируемых объектов и т.п. Основная часть ИО САПР - банк данных, представляющий собой совокупность средств для централизованного накопления и коллективного использования данных в САПР. Банк данных состоит из базы данных и системы управления базой данных.

Основные требования к ИО - полнота, гибкая организация структур данных и способов управления ими, позволяющая пополнять, корректировать и удалять данные без их существенной перестройки, а также быстрый и простой поиск нужных данных.

Техническое обеспечение САПР. Техническое обеспечение (ТО) САПР включает в себя различные технические средства (hardware), используемые для выполнения автоматизированного проектирования, а именно: ПК, периферийные устройства (принтеры, плоттеры, сканеры), сетевое оборудование, оборудование вспомогательных систем (например, измерительных).

Используемые в САПР технические средства должны обеспечивать:

1) выполнение всех необходимых проектных процедур, для которых имеется соответствующее ПО;

2) поддержку интерактивного режима работы взаимодействия между проектировщиками и ПК;

3) коллективную разработку (взаимодействие между членами коллектива, работающими над общим проектом). ***Методическое обеспечение САПР***. Методическое обеспечение САПР составляют документы, характеризующие состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизированного проектирования. Допускается более широкое толкование понятия методического обеспечения, под которым подразумевают совокупность математического, лингвистического обеспечения и названных документов, реализующих правила использования средств проектирования.

Билет 30: В настоящее время используется ряд устоявшихся англоязычных терминов, применяемых для классификации программных приложений и средств автоматизации САПР по отраслевому и целевому назначению.

По *отраслевому назначению* различают:

• MCAD (Mechanical Computer-Aided Design) - автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроении, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления. Они включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (например, AutoCAD, SolidWorks, «Компас», CATIA);

• ECAD (Electronic Computer-Aided Design) или EDA (Electronic Design Automation) - САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств (РЭС), печатных плат и т.п. (например, PCAD, Altium Designer, OrCAD).

По *целевому назначению* различают САПР, обеспечивающие различные аспекты проектирования:

• CAD (Computer-Aided Design) - средства автоматизированного проектирования. Русским аналогом термина является САПР. Как правило, этим термином называют САПР общего назначения или средства, предназначенные для создания конструкторской документации, двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования: CADD (Computer-Aided Design and Drafting) - проектирование и создание чертежей, CAGD (Computer-Aided Geometric Design) - геометрическое моделирование;

• CAE (Computer-Aided Engineering) - средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Осуществляют моделирование, проверку и оптимизацию изделий;

• CAM (Computer-Aided Manufacturing) - средства технологической подготовки производства. Обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудованием с числовым программным управлением (ЧПУ). Русским аналогом термина является АСТПП - автоматизированная система технологической подготовки производства;

• CAPP (Computer-Aided Process Planning) - средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

Многие САПР совмещают в себе решение задач, относящихся к различным аспектам проектирования, например, CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными, или интегрированными

Билет 31: Любое проектируемое изделие проходит через следующие состояния: макет, прототип, опытный образец, тестовый образец, «золотой образец».

Макет (фр. *maquette* — масштабная модель, итал. *macchietta*, уменьшительное от *macchia*) — модель объекта в уменьшенном масштабе или в натуральную величину, лишённая, как правило, функциональности представляемого объекта. Предназначен для представления объекта. Используется в тех случаях, когда представление оригинального объекта неоправданно дорого, невозможно или просто нецелесообразно. Макет по геометрическим характеристикам только приближается к серийному изделию. Он изготавливается по несерийным, непроизводственным технологиям и практически из чего угодно, его задача — проверить дизайн и, может быть, вес реального устройства. Макет может не совпадать с конечным продуктом по реальным размерам, но по пропорциям — должен.

Прототипирование (англ. *prototyping* от др.-греч. *πρῶτος* — первый и *τύπος* — отпечаток, оттиск; первообраз) — быстрая «черновая» реализация базовой функциональности будущего продукта/изделия, для анализа работы системы в целом. На этапе прототипирования малыми усилиями создается работающая система (возможно, неэффективно, с ошибками и не в полной мере). В ходе прототипирования видна более детальная картина устройства системы. Но оно не обязательно выполняется в рамках тех же технологий, что и сама система.

Прототип также производится по несерийным технологиям. Его задача — быть максимально похожим на серийное изделие и (по мере возможности) повторить его физические характеристики. Ещё раз: по мере возможности, то есть, как получится, потому что прототип может быть изготовлен той же 3D-печатью. Габариты у прототипа уже точно совпадают с размерами будущего устройства (соответствуют также цвет и фактура поверхности). В корпусе уже можно разместить электронные компоненты.

Следующая стадия — ***опытный образец***. Он всё ещё производится по несерийным технологиям, но его задача — во всём быть похожим на серийное изделие. Опытный образец должен быть максимально близким по физическим и геометрическим свойствам к серийному изделию. Подразумевается, что он имеет тот же вес, те же габариты, тот же цвет, те же свойства наподобие радиопрозрачности, что и устройство из серии. Это образец продукции, изготовленный при выполнении опытно-конструкторской работы по новой разработанной рабочей конструкторской и технологической документации для проверки посредством испытаний соответствия его параметров и характеристик заданным техническим требованиям и правильности технических решений, а также для принятия решения о возможности постановки на производство и (или) использования по назначению. (ГОСТ Р 53736-2009: Изделия электронной техники).

Затем может быть изготовлена ***тестовая партия*** (или пробная партия). Тестовая партия — это опытные образцы, которые делаются небольшой серией. То есть технологии

остаются несерийными, свойства устройства максимально приближены к серийному изделию.

Дальше — golden sample («***золотой образец***»). Это, условно говоря, первое поколение продукта, который делается по серийным технологиям, на «боевой» пресс-форме, но может иметь недостатки, которые предстоит исправить при серийном производстве. Из этой же (или следующей) партии изделий выбирается эталон, с которым будут сравнивать серийные изделия при приемке партий и отлову брака.

Билет 32: **Этап 1. Замысел и планирование.** На первом этапе создания электронного устройства важно разработать замысел и провести тщательное планирование, чтобы обеспечить успешный ход всего процесса разработки. Этап замысла и планирования представляет собой фундамент для всего процесса. Это время, когда определяются ключевые параметры проекта, и чем более детально и четко будет оформлен этот этап, тем быстрее и качественнее будет реализован проект. Вложение времени и ресурсов в тщательное начальное планирование является инвестицией в успешное будущее устройства.

Этап 2. Выбор компонентов для прототипа. На этом этапе мы проводится анализ и выбор компонентов, из которых будет состоять проектируемое устройство.

Этап 3. Проектирование и сборка. После определения цели, требований и разработки плана приступаем к следующему ключевому этапу – проектированию и сборке. Этот этап олицетворяет переход от концепции к реальному облику устройства.

Этап 4. Программирование. На четвертом этапе разработки электронного устройства фокус смещается на программирование, что является ключевым компонентом для обеспечения функциональности и взаимодействия всех компонентов.

Этап 5. Тестирование готового устройства.

Билет 33: **Программы моделирования электронных устройств на уровне структурных схем:**

1. **SystemVue (Elanix, Agilent Technologies)**

Пакет SystemVue (ранее SystemView) (www.keysight.com) -представляет собой мощную интегрированную среду проектирования с почти неограниченными возможностями, внешне сохранившую красочность и привлекательность детского конструктора. Только из кубиков, подобных знаменитому Lego, можно строить не домики для кукол, а модели широкополосных систем связи, использующих сложные цифровые сигналы, например, QAM64, анализировать их поведение в различной помеховой и шумовой обстановке или проектировать сверхбыстродействующие цифровые сигнальные процессоры (DSP. от англ. *Digital Signal Processor*) с конечной реализацией на программируемых вентильных матрицах (FPGA, от англ. *Field Programmable Gate Array*).

2. **ACOLADE (Icucom), Visual System Simulator (AWR, NI)**

Пакет Advanced Communication Link Analysis and Design Environment (ACOLADE) американской компании Icucom (выкуплен компанией National Instruments в 2011 г., www.awrcorp.com) служит для моделирования и проектирования систем, работающих с широкополосными цифровыми сигналами. Эта программа позволяет моделировать устройства с большими скоростями передачи данных, а также с асинхронными потоками. Как и в других программах анализа структурных схем, проект создается из библиотечных моделей, которые соединяются между собой непосредственно на экране.

3. **Matlab и Simulink (The MathWorks).**

Пакет Matlab фирмы The MathWorks относится к программам математического моделирования общего и специального назначения. Одноименное название получил язык программирования, использующийся в системе.

Программы моделирования электронных устройств на уровне принципиальных схем

1. **PSpice (MicroSim, Cadence)**

Первая программа схемотехнического моделирования SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) была разработана в начале 1970-х годов в Калифорнийском университете (г. Беркли). Она оказалась настолько удачной, что с тех пор интенсивно развивается и де-факто стала эталонной программой моделирования чисто аналоговых устройств.

PSpice (Personal Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) - программа моделирования аналоговых и цифровых систем, описанных на языке Spice, которая предназначена для ПК (первая буква «P» в названии). Выпущена компанией MicroSim в январе 1984 г. и используется при автоматизации проектирования электронных устройств. Позже к ней добавили программу для просмотра и анализа осциллограмм Probe.

2. **Electronics Workbench (Interactive Image Technologies)**

Одна из самых известных программ схематического моделирования цифровых, аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств Electronics Workbench была создана в 1989 г.

3. Multisim обеспечивает ввод электрических принципиальных схем, моделирование смешанных аналого-цифровых систем с помощью алгоритмов SPICE, текстовое описа-ние цифровых систем на языках высокого уровня VHDL и Verilog, их моделирование и синтез ПЛИС (Multisim V6 VHDL).

Ultiboard и Ultiroute являются графическими редакторами печатных плат: Ultiboard - с простейшим алгоритмом автотрассировки соединений, Ultiroute — с автоматическим размещением компонентов и трассировки печатных плат с расширенными возможностями.

MultiSim - средство разработки и моделирования электронных устройств - позволяет создать схему, используя обширную библиотеку компонентов, и эмулировать поведение интегральной схемы с помощью стандартного промышленного симулятора Spice. Начиная с версии 10.1, в Multisim интегрирован MCU Module, позволяющий добавить в Spice-эмулированную интегральную схему микроконтроллер и программировать его на языке C или Ассемблере. Модуль позволяет эмулировать работу интегральной схемы с микроконтроллером и различными дополнительными устройствами: постоянной и оперативной памятью, клавиатурой, а также графическими и буквенно-цифровыми жидкокристаллическими дисплеями.

4. **Micro-CAP (Spectrum Software**)

Micro-Cap (Microcomputer Circuit Analysis Program) - профессиональная программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств средней степени сложности.

Программа была написана в 1982 г. фирмой Spectrum Software, с тех пор она постоянно расширяется и совершенствуется. Фирма, в свою очередь, была основана Энди Томпсоном в феврале 1980 г., изначально позиционируясь на написании программ для Apple. Она расположена в одном из городов Кремниевой долины - Саннивейле (штат Калифорния, США).

Интуитивно понятный интерфейс, нетребовательность к вычислительным ресурсам ПК и большой спектр возможностей сделали популярной Micro-Cap среди специалистов и студентов. Алгоритм работы включает в себя создание электрической цепи в графическом редакторе, задание параметров анализа и анализ полученных данных. Программа самостоятельно составляет уравнения цепи и проводит моментальный расчёт. Любое изменение схемы или параметров элементов приводит к автоматическому обновлению результатов.

Билет 34: **Системы сквозного проектирования электронных устройств**

Сквозные системы - это всеобъемлющий набор средств для автоматизации процессов и технологической подготовки производства, а также различных объектов промышленности. Системы включают в себя полный набор адаптированных и доказавших свою эффективность программных модулей, функционально охватывающих анализ и создание чер-

тежей, подготовку производства на всех этапах, а также обеспечивающих высокую функциональную гибкость всего цикла производства. Системы сквозного проектирования представляют собой не просто объединенный набор отдельных программных решений, а целостную интегрированную систему взаимосвязанных инструментальных модулей способных функционировать на различных технических платформах, взаимодействовать с другим производственным оборудованием, обрабатывать данные, полученные путем достижения разработок новейшей технологии. Смысл технологии сквозного проектирования состоит в эффективной передаче данных и результатов конкретного текущего этапа проектирования сразу на все последующие этапы. Данная технология базируется на модульном построении САПР, на использовании общих баз данных и баз знаний всего проекта, и характеризуется широкими возможностями моделирования и контроля на всех этапах проектирования. Эффективность данной технологии обусловлена возможностью разработчика использовать те данные, которые с его точки зрения позволяют наиболее успешно справиться с поставленной задачей.

Системы CAD/CAM/CAE позволяют в масштабе целого предприятия логически связывать всю информацию об изделии, обеспечивать быструю обработку и доступ к ней пользователей, работающих в разнородных системах. Так же они поддерживают технологию параллельного проектирования и функционирования различных подразделений, согласовано выполняющих в рамках единой компьютерной модели операции проектирования, сборки, тестирование изделия, подготовку производства и поддержку изделия в течение всего его жизненного цикла.

Для облегчения труда конструкторов, проектировщиков, работающих в области проектирования радиоэлектронных средств (РЭС), разработаны системы автоматизированного проектирования электроники (EDA).

Системы класса EDA способны решать задачи, не поддающиеся полной формализации. Проектирование в таких системах является автоматизированным и осуществляется под непосредственным контролем оператора (пользователя), чаще всего в форме человеко-машинного диалога. Режим работы, в котором часть решений принимает оператор, называется интерактивным режимом.

1. **Продукты Cadence**

Технологии одной из ведущих компаний — разработчиков «электронных» САПР фирмы Cadence Design Systems - охватывают практически все этапы проектирования сложных электронных устройств и систем — от системного уровня, свойственного разработчикам конечной аппаратуры, до уровней логического, схемотехнического и топологического проектирования сверхбольших интегральных схем (СБИС), их корпусирования, а также разработки печатных плат, на которых эти СБИС будут монтироваться.

Cadence Design Systems имеет на сегодня группу программ, объединенных на платформе Cadence SPB (Silicon - Package - PCB), ранее - PCB Design Studio. Часть из них является собственной разработкой Cadence (Allegro, Specctra), часть досталась при слиянии с фирмой OrCAD Systems (OrCAD Capture, PSpice).

Концепция платформы направлена на конечную цель - создание «электронного» продукта и включает в себя как разработку СБИС (чипов), так и их корпусов, а также печатных плат. Современный подход предполагает использование единого информационного пространства на всех этих и последующих этапах жизненного цикла проектируемого продукта.

1.1 **Oread Capture**

Программа Cadence OrCAD Capture (начиная еще с DOSовских версий) стала дефакто стандартом в своей области благодаря удобному интуитивно понятному интерфейсу и наличию многообразных функций для быстрого выполнения нужных действий. Для ускорения процесса проектирования используется «надстройка» CIS (Component Interchange System), которая открывает доступ к справочной информации производителей электронных компонентов как через Интернет, так и через центральную базу данных.

Средства поиска позволяют найти необходимые компоненты, используя в качестве критерия поиска различные параметры. После того как нашли компонент, CIS переписывает все его данные: логические, физические, данные производителя, информацию для заказа и т.д. и поддерживает доступ к ним из OrCAD Capture. Если модифицируются компоненты, база данных или схема, то обновление происходит нажатием одной кнопки. Двунаправленная интеграция с редактором печатных плат обеспечивает соответствие схемы и топологии в случае перестановки отдельных элементов, выводов или изменения параметров и названий компонентов.

1.2 **OrCAD/Allegro PCB Editor**

Топологический редактор печатных плат OrCAD/Allegro PCB Editor считается одним из лучших в мире в своем классе. Он является интерактивной оболочкой для создания и редактирования сложных многослойных печатных плат. Его обширнейшие возможности отвечают самым современным требованиям. В нем компания Cadence впервые использовала концепцию разработки «под управлением правил»: ограничения на размещение компонентов, объединение их в группы, задание ширины проводников для критических цепей и т.д.

1.3 **PSpice/AMS Simulator**

Программа PSpice/Allegro AMS Simulator служит для выполнения аналогового численного моделирования. Пользователь может сконфигурировать условные обозначения на схеме таким образом, чтобы поставить им в соответствие Spice-модели и проводить численное моделирование. Также можно легко находить соответствие между компонентами электрической принципиальной схемы, их местоположением на печатной плате и результатами моделирования для быстрого определения различных характеристик (рисунок 8).

OrCAD/Allegro совместим с продуктами Microsoft и предоставляет возможность конфигурации панели команд. Используя специализированный язык, можно настроить среду под свои требования и желания.

Новая стратегия Cadence предполагает не постоянный выход новых версий, а их обновления (но заявлениям раз в квартал). Распространение программы платное, но имеется пробная версия, например, версия программы - OrCAD/Allegro SPB 16.6.

1.4 **SPECCTRA**

SPECCTRA - программа автоматической трассировки печатных плат компании Cadence Design Systems. Иногда она встречается под названием Allegro PCB Router.

Программа SPECCTRA успешно трассирует платы большой сложности благодаря применению нового принципа представления графических данных, так называемой ShapeBased-технологии. В отличие от известных ранее пакетов, в которых графические объекты представлены в виде набора координат точек, в этой программе используются более компактные способы их математического описания. За счет этого повышается эффективность трассировки печатных плат с высокой плотностью расположения компонентов, обеспечивается автоматическая трассировка одной и гой же цепи трассами разной ширины и др.

Автотрассировщик SPECCTRA использует адаптивные алгоритмы, реализуемые за несколько проходов трассировки. На первом проходе выполняется соединение абсолютно всех проводников без обращения внимания на возможные конфликты, заключающиеся в пересечении проводников на одном слое и нарушении зазоров. На каждом последующем проходе автотрассировщик пытается уменьшить количество конфликтов, разрывая и вновь прокладывая связи (метод rip-up-and-retry) и проталкивая проводники, раздвигая соседние (метод push-and-shove). Информация о конфликтах на текущем проходе трассировки используется для “обучения” - изменения весовых коэффициентов (штрафов) так, чтобы путем изменения стратегии уменьшить количество конфликтов на следующем проходе.

Трассировка проводников проводится в три этапа: предварительная трассировка, автотрассировка, дополнительная обработка результатов автотрассировки.

Все фазы трассировки выполняются в интерактивном или автоматическом режиме с помощью набора специальных команд.

2. **Продукты ALTIUM**

Компания Altium или Altium Limited (до 2001 г. — Protel) является одним из ведущих разработчиков программного обеспечения для проектирования электронных устройств и систем. Такие продукты компании, как Altium Designer, P-CAD, Tasking и др. широко известны в мире и зарекомендовали себя как удобные и надёжные инструменты для разработчиков электроники.

2.1. **P-CAD**

Система проектирования радиоэлектронной аппаратуры P-CAD до 2015 года была одной из самых известных и распространенных в нашей стране САПР печатных плат для компьютеров. Свое название Personal Computer-Aided Design (сокращенно P-CAD) пакет получил по имени разработавшей его фирмы - Personal CAD Systems.

2.2. **Altium Designer**

Altium Designer — комплексная система автоматизированного проектирования электронных средств, разработанная австралийской компанией Altium. Данная программа появилась в 2000 г. и изначально имела название Protel. В 2006 г. был проведён ребрендинг программного продукта, и он получил текущее название, последняя версия которого называется Altium Designer 13.

2.3. **CircuitMaker**

Пакет программ CircuitMaker относится к "легким" системам САПР электроники и в основном предназначен для обучения навыкам схемотехнического моделирования смешанных аналого-цифровых систем и разработки печатных плат на компьютерах под управлением Windows. Он имеет некоторые особенности, ориентированные на применение в учебном процессе.

3. **Продукты Mentor Graphics**

Mentor Graphics, Inc - основанная в США в 1981 г. международная корпорация, работающая в области автоматизации проектирования электроники (EDA). Mentor Graphics поставляет ПО и аппаратные решения, которые позволяют компаниям разрабатывать лучшие изделия быстрее и продуктивнее.

Имея свою систему проектирования печатных плат - Mentor Board Station, данная компания продолжает развивать линии своих продуктов Expedition PCB и PADS PowerPCB. Ключом к успеху явилась ориентация на новые современные интегрированные среды для проектирования под Windows. Маршрут проектирования PADS включает создание проекта, топологическое проектирование, анализ и верификацию.

3.1. **Mentor Board Station**

Mentor Board Station - развитая и масштабируемая среда создания и редактирования схемотехнических проектов, интегрированная с Expedition PCB и другими топологическими редакторами. Поддерживает все основные компьютерные платформы.

3.2. **Mentor PADS PowerPCB**

Mentor Pads PowerPCB - инструмент проектирования печатных плат, включающий все необходимое для создания схемы, размещения компонентов, трассировки, моделирования, проверки электромагнитной совместимости (ЭМС), целостности сигналов и окончательной подготовки к производству.

Основным преимуществом профессионального пакета для проектирования печатных плат Mentor Graphics PADS является сравнительная простота использования, позволяющая приступить к работе сразу же посте минимального обучения. Высокая эффективность разработки сложных плат сочетается с небольшими временными и трудовыми затратами, а средства анализа обеспечивают корректный результат. Работу над проектом в Pads можно условно разделить на четыре этапа, за каждый из которых отвечают определенные программы.

3.3. **Mentor Graphics Expedition**

Mentor Graphics Expedition Enterprise - это набор средств, ориентированный на разработку сложных высокоскоростных плат и предназначенный для рабочих групп и организаций. Средства, входящие в этот продукт, основаны на использовании самых передовых технологий в области проектирования печатных плат и ВЧ-анализа. Эти средства тесно интегрированы между собой и предоставляют наиболее полный спектр возможностей, включая сквозную систему редактирования и управления ограничениями, систему редактирования и управления библиотеками компонентов и проектными данными.

Система управления проектными данными DMS интегрирует процесс проектирования со службой комплектации, складского хозяйства, бухгалтерского учета и другими корпоративными службами с целью повышения качества проектирования, сокращения времени выхода изделия на рынок, снижения его стоимости и оптимизации управления ресурсами.

Система DMS реализует подход, ориентированный на обеспечение полного доступа к проектной информации и базам данных других служб предприятия. Эта информация доступна с любого рабочего места инженера-проектировщика в любое время. Встроенная система поиска поддерживает многокритериальный поиск по основным техническим параметрам. Список покупных изделий, перечень повторно используемых блоков и вариантов проекта и другая информация - все это доступно с любого места с помощью системы поиска.

4. **Delta Design**

Delta Design это первая современная отечественная САПР, разработанной компанией «ЭРЕМЕКС», реализующая сквозной цикл проектирования печатных плат.

Система Delta Design является универсальным инструментом разработки электронных устройств, объединяющим различные средства автоматизированного проектирования.

Функционал САПР Delta Design обеспечивает полный цикл разработки электронных устройств:

- формирование базы данных радиоэлектронных компонентов и поддержание ее в актуальном состоянии;
- разработка схем электрических принципиальных;
- проведение моделирования аналоговых и цифровых схем; анализ результатов моделирования;
- разработка конструкции печатных плат;
- расположение компонентов и проведение полуавтоматической и автоматической трассировки печатных плат;
- выпуск конструкторской документации (в соответствии со стандартами);
- выпуск производственной документации, в том числе для автоматизированных производственных линий;
- подготовка данных для составления перечня закупаемых изделий и материалов, необходимых для реализации проекта.

Билет 35: 1. **Программы анализа целостности сигналов и электромагнитной совместимости**

1.1 **Omega Plus, Compliance (Quantic EMC)**

Пакеты Omega Plus и Compliance канадской компании Quantic-EMC позволяют оценивать влияние конструктивных особенностей печатных плат на их электрические характеристики, а также оценить электромагнитную совместимость устройств еще до изготовления реальных конструкций, тем самым сокращая сроки и стоимость проектирования при повышении качества.

1.2 **SpeedXP Suite (Sigrity)**

Пакет SpeedXP Suite (разработчик Sigrity) представляет собой интегрированную среду анализа целостности сигналов и перекрестных искажений на сложных печатных платах и кристаллах интегральных микросхем.

В состав пакета входят два самостоятельных приложения, имеющих единый интерфейс и общую базу данных: Speed2000 и PowerSI. Затем компания выпустила продукт XcitePI, предназначенный для моделирования проблем ЭМС в корпусах и подложках высокоскоростных интегральных схем:

• Speed2000 - пакет анализа проблем ЭМС с оригинальным вычислительным ядром, работающий во временной области. Главным отличием его от аналогичных продуктов других производителей является то, что цепи заземления и питания, в том числе выполненные в виде внутренних слоев питания и заземления, здесь не считаются идеальными;

• программа PowerSI выполняет аналогичные функции, но ее ядро работает в частотной области. Здесь можно рассчитать спектры сигналов и помех в различных проводниках печатных плат, оценить частотные характеристики отдельных узлов микросхемы, оптимизировать размещение экранов;

• программа XcitePI предназначена для моделирования проблем ЭМС в корпусах и подложках высокоскоростных интегральных схем. Учитываются эффекты распространения не только в сигнальных проводниках, но и в цепях питания и заземления всего стека слоев.

1.3 **Программные пакеты анализа ЭМС и целостности сигналов**

Кроме отмеченных выше, широкое применение нашли еще ряд программных пакетов анализа целостности сигналов и ЭМС.

EMCScan - программа моделирования электромагнитного излучения печатных плат. В данную программу импортируются печатные платы, разработанные в других системах. Передается информация о топологии печатных плат, список цепей и перечень компонентов. К указанным цепям подключаются источники сигналов и нагрузок, для компонентов составляются линейные схемы замещения входных и выходных комплексных сопротивлений (используются модели стандарта IBIS) и проводится анализ в частотной области. Рассчитываются комплексные амплитуды токов и напряжений и напряженности электрического и магнитного полей на заданных частотах. При превышении допустимого уровня излучения диагностируется цепь или область печатной платы, вносящая наибольший вклад в уровень излучения, и производится повторная трассировка, изменяются типы компонентов, вводятся слои металлизации и проводятся другие мероприятия до изготовления реальной конструкции.

BoardSpecialist - программа анализа целостности сигналов печатных плат (включает в себя PCB Greenfield, BoardScan и Phidias). В результате моделирования переходных процессов оцениваются задержка сигнала в печатных проводниках, величина выбросов, уровень интерференционных сигналов за счет наличия электромагнитной связи между параллельными проводниками.

WaveProbe - программа анализа целостности сигналов, взаимодействует непосредственно с программами SPECCTRA, BoardStation и Supermax E-CAD на любой стадии разработки печатных плат.

Greenfield 2d — программа анализа статических электрических и магнитных полей для плоских геометрических конструкций. Позволяет выполнить моделирование с учетом потерь проводников, конденсаторов, индуктивностей, оценить запаздывания сигналов. Производится расчет полосковых и микрополосковых устройств, взаимных индуктивностей и взаимных емкостей многопроводных линий передач. Результаты моделирования совпадают с экспериментальными данными с точностью в несколько процентов.

2. Программы теплового анализа

2.1 BETASoft (Dynamic Soft Analysis)

Отдельной задачей проектирования печатных плат является тепловой анализ. Наиболее мощным решением в этой области является программа BETASoft компании Dynamic Soft Analysis. Программа подходит и для разработчиков монолитных многомодульных устройств. В процессе расчета могут быть получены температуры отдельных компонентов, карты прогрева плат, градиент температур. Отметим, что программа BETASoft, имеющая в

своем составе три модуля: BETASoft-Board, BETASoft-MCM, BETASoft-System, поставляется как штатное средство теплового моделирования для продуктов Mentor Graphics.

2.2 Sauna (Thermal Solutions)

Другая программа теплового анализа - Sauna - компании Thermal Solutions позволяет моделировать поведение не только плат, но и блоков и шкафов. Здесь имеются обширные библиотеки компонентов и материалов, а также специальный графический редактор, позволяющий прорисовывать конфигурацию оборудования. Система дает возможность назначать специальные рабочие циклы с учетом включения и выключения внешних источников питания.

Программа обеспечивает тепловой расчет для установившегося и переходного процессов, а также для рабочих климатических циклов. Обширные библиотеки наиболее распространенных в электронной промышленности материалов позволяют создавать точные тепловые модели элементов конструкции с учетом их габаритных размеров и физических свойств.

2.3 АСОНИКА-Т (КГТУ)

Программа АСОНИКА-Т разработки Красноярского государственного технического университета предназначена для автоматизации процесса проектирования РЭС и позволяет реализовать следующие задачи:

• определение тепловых режимов работы всех электрорадиоизделий (ЭРИ) и материалов несущих конструкций;

• внесение изменений в конструкцию с целью достижения заданных коэффициентов нагрузки;

• выбор лучшего варианта конструкции из нескольких имеющихся вариантов с точки зрения тепловых режимов работы;

• обоснование необходимости и оценка эффективности дополнительной защиты РЭС от тепловых воздействий;

• создание эффективной программы испытаний аппаратуры на тепловые воздействия (выбор испытательных воздействий, наиболее удачных мест установки датчиков).

3. Программы подготовки производства

3.1 CAM350 (Downstream Technologies)

Компания Downstream Technologies относится к числу тех небольших предприятий, которые, имея в своем активе удачный продукт, продолжают динамично развиваться, отыскивая ниши, еще не занятые на рынке САПР печатных плат. Основной продукт компании - система CAM350, обеспечивающая подготовку производства печатных плат. Она широко применяется во всем мире и входит в число лидеров среди CAM-систем.

3.2 CAMtastic! (Altium)

Еще одной популярной CAM-программой является CAMtastic! компании Altium. Эта программа была изначально разработана фирмой Innovative CAD Software и сейчас в разных исполнениях поставляется бесплатно в качестве штатного CAM-средства совместно с пакетами P-CAD и Protel DXP. Как автономный продукт поставляется только самая последняя версия CAMtastic DXP, построенная на базе интегрированной среды проектирования Design Explorer. В ней исправлены прежние ошибки, связанные с неправильной обработкой таблиц метрических апертур и русских шрифтов, некорректной экстракцией списка соединений. В дополнение к обработке формата Gerber введена качественная поддержка формата ODB++.

CAMtastic! могут пользоваться не только производители, но и разработчики печатных плат. Так, например, P-CAD генерирует не совсем корректные Gerber-файлы, которые нельзя сразу отправить на фотоплоттер, а нужно сначала открыть и пересохранить в одной из программ проектирования печатных плат.

3.3 GERBTOOL (Wise Software Solutions)

OrCAD GerbTool - полнофункциональная CAM-программа, которая позволяет просматривать, редактировать, расширять и верифицировать управляющие Gerber-файлы для

фотоплоттеров, созданные как в программах семейства OrCAD Layout, так и в других редакторах печатных плат. Программа разработана фирмой WISE Software Solutions специально для OrCAD и является аналогом программы CAM350.

Билет 36: Перечень операций технологического процесса сборки и монтажа функционального узла на печатной плате:

1. Входной контроль.
2. Подготовка (ЭРЭ и платы).
3. Сборка и монтаж.
4. Промывка.
5. Сушка.
6. Контроль.
7. Защита от внешних воздействий
8. Технологическая тренировка
9. Регулировка.
10. Контроль.

Входной контроль. Наличие или отсутствие входного контроля связано с требованиями к точности выходных параметров, серийности производства. Чаще всего необходимость входного контроля определяется по экономическим показателям.

Входной контроль ЭРЭ н ИС осуществляется по геометрическим размерам, форме, внешнему виду, электрическим параметрам и механической прочности.

Заготовительные операции. Заготовительные операции связаны с необходимостью заготовки проводов для изготовления жгутов, проводов, а также заготовки кабелей, так как провода и кабели подают на сборку согласно сборочному чертежу в виде бухт, поэтому требуется их нарезка, зачистка изоляции, скручивание (для многожильных проводов), лужение.

Подготовительные операции. Подготовка необходима для печатной платы и ЭРЭ, поступающих на сборку. Печатная плата на сборку может подаваться с консервирующим покрытием флюсом, ЭРЭ - с выводами, требующими обрезки, гибки и лужения.

Подготовка к сборке заключается в промывке платы от консервирующего покрытия промывочной жидкостью (спирто-бензином для спирторастворимых флюсов) в ультразвуковой ванне с последующей сушкой на воздухе.

Выводы ЭРЭ при подготовке к сборке формуются, подрезаются с помощью ручного инструмента (кусачки, круглогубцы, плоскогубцы) или механизировано (в специальных штампах). Лужение выводов проводится для обеспечения качественной пайки при монтаже. Метод лужения выбирается окунанием в расплавленный припой ПОС-61 с предварительным флюсованием одним из бескислотных флюсов или паяльником мощностью не более 50 Вт.

Сборка и монтаж. В производстве используются следующие схемы технологических процессов сборки и монтажа узлов на печатных платах.

1. Сборка узлов с ручной установкой ЭРЭ и индивидуальной пайкой паяльником. Применяется в **единичном** и **мелкосерийном** производстве. Существенным достоинством данной схемы является возможность постоянного визуального контроля пайки, платы, ЭРЭ.

2. Сборка узлов с ручной установкой ЭРЭ и групповой пайкой методом «волны припоя». Применяется в единичном и серийном производстве. При пайке таким способом возможны непропаи (допускается не более 1 % непропаев), которые устраняются при последующей ручной допайке.

3. Механизированная сборка узлов с помощью специальных держателей, вакуумных захватов или специальных сборочных столов либо автоматизированная сборка с помощью специальных технологических устройств — автоматизированных укладочных головок, ав-

томатического модуля сборки. Методы монтажа - групповые методы пайки. Схема применяется в серийном и массовом производстве и требует специальных автоматизированных станков с управлением от ЭВМ.

Возможность использования группового метода пайки волной припоя связана с особенностью конструирования узлов на печатных платах, то есть:

- ЭРЭ устанавливаются с одной стороны платы (противоположной стороне пайки);
- ЭРЭ имеют штырьковые выводы:
- конструкция ЭРЭ позволяет зафиксировать их при сборке на печатной плате (подгибкой выводов, приклеиванием, установкой в специальном держателе).

Возможность использования средств автоматизации и механизации при сборке обусловлена компоновкой печатной платы:

- расположение корпусов ЭРЭ рядами, параллельными сторонам платы;
- расстояние между корпусами не менее 2,5 мм (технологическая зона);
- минимальное количество типоразмеров ЭРЭ и т. п.

Поверхностно монтируемые компоненты могут устанавливаться вручную и механически. Ручная установка *SMD*-компонентов проще, чем установка компонентов, монтируемых в отверстия. В связи с небольшими размерами и маленьким расстоянием между проводниками к рабочему инструменту и рабочей атмосфере предъявляются определенные требования. Чаще всего эти компоненты устанавливаются на печатную плату при помощи вакуумного пинцета. Использование различных насадок пинцета позволяет устанавливать компоненты практически всех типов. Ручная установка вакуумным пинцетом нуждается в специальной технической поддержке, чтобы компоненты были установлены правильно и точно на контактные площадки печатной платы.

Ручной выводной монтаж функциональных узлов целесообразно использовать в следующих случаях:

- применение автоматического оборудования невыгодно из-за малого объема заказа или сборки нескольких макетных образцов модулей;
- платы не подходят для автоматизированного монтажа;
- при окончательном монтаже выводных элементов после автоматического монтажа.

Ручная установка выводных компонентов производится на участке выводного монтажа, оснащенного паяльными станциями. При ручной пайке можно быстро заменять электронные компоненты на печатной плате без ухудшения качества изделий, производить демонтаж, не повреждающий компонентов поверхностного монтажа плат и высококачественную пайку микросхем поверхностного монтажа.

Промывка. После пайки на поверхности печатной платы остается некоторое количество флюса и продуктов его разложения, которые вызывают коррозию контактных соединений, ухудшают диэлектрические характеристики основания платы, затрудняют проведение контрольных операций, поэтому необходимо предусмотреть очистку смонтированных плат в специально подобранных моющих средах с последующей сушкой.

Контроль. Контрольные операции в процессе сборки назначаются в виде:

- входного контроля,
- промежуточного контроля,
- окончательного контроля.

Промежуточный контроль проводят после монтажа, так как именно после этой операции формируется выходной сигнал функционального узла, но возможны и дефекты пайки, в том числе скрытые, которые могут быть выявлены и вовремя устранены.

Контрольные операции включают визуальный контроль монтажа и функциональный контроль выходных параметров блока.

Путем внешнего осмотра проверяют монтажные провода и кабели, качество подготовки к монтажу ЭРЭ, отсутствие повреждений ЭРЭ и платы, качество пайки: отсутствие непропаев, пережогов, раковин, пор, посторонних включений и т. п.

Функциональный контроль проводят либо при помощи универсальной измерительной аппаратуры по монтажной схеме, либо с помощью системы автоматического контроля специальными диагностическими тестами.

Окончательный контроль проводится визуально путем осмотра изделия с целью выявления поверхностных дефектов и несоответствия изделия чертежу. Электрический контроль проводят е соответствии с программой контроля. Проверяются электрическая прочность и сопротивление изоляции, что позволяет не допустить выпуска негодных изделий, не передать бракованные изделия на дальнейшую сборку.

Защита от внешних воздействий. Радиоаппаратура эксплуатируется в различных климатических условиях, на ее надежность оказывают влияние такие параметры окружающей среды, как температура, влажность, пыль, микроорганизмы, радиация.
Защита позволяет стабилизировать процессы, происходящие на поверхности или в объеме изделия, а, следовательно, и его параметры при изменении состава окружающей среды.

Вид защиты - пропитку, обволакивание, пассивацию - выбирают исходя из технических требовании к изделию. Защиту от внешних воздействий проводят по типовым технологическим процессам.

Технологическая тренировка - это испытания аппаратуры при определенных условиях ее работы: вибрации, повышенной, пониженной температуре, повышенном напряжении питания н т. п. Цель технологической тренировки - выявление н устранение производственных дефектов сборки и монтажа радиоэлектронных средств (РЭС), дефектов ЭРЭ.

Наличие технологической тренировки увеличивает надежность аппаратуры при эксплуатации.

Виды технологических тренировок выбирают, опираясь на требования эксплуатации, хранения, транспортирования устройств.

Регулировка (настройка) необходима для того, чтобы, не изменяя электрическую схему н конструкцию устройства, получить заданные параметры. Наличие регулируемых элементов (переменных резисторов, конденсаторов переменной емкости) требует организации процесса регулировки (настройки) по специально разработанной инструкции.

Пайка контактных соединений ЭРЭ и ИС на печатных платах выполняется расплавленным припоем под действием постоянного или импульсного нагрева зоны соединения. Применяется механизированная пайка волной припоя.

Технологические операции промывки и сушки узлов РЭС необходимы для удаления флюса и продуктов пайки и выполняются на механизированных конвейерных линиях.

Испытание и контроль узлов РЭС проводятся с помощью испытательных стендов, специальной аппаратуры, а также автоматических систем контроля.

При автоматизированной установке ИС, ЭРЭ и деталей используется специализированное оборудование с числовым программным управлением. В этом случае подача компонентов для установки на ПП осуществляется транспортером из технологических кассет.

После выбора и анализа типовых технологических процессов, операций и сборочного состава разрабатывается схема сборки.

Билет 37: **Варианты установки выводных компонентов на печатную плату.**

Вариант I - нет зазора между корпусом компонента и платой. Этот вариант хорошо подходит для установки компонентов на одностороннюю плату. Проводящий рисунок расположен на противоположной стороне от компонентов, что исключает контакт корпуса компонента и проводящего рисунка. Сокращение длины выводов компонентов уменьшает восприимчивость к электромагнитным помехам и минимизирует излучение собственных помех в эфир. Компоненты хорошо выдерживают вибрацию. Высота модуля снижается. Улучшается охлаждение компонента благодаря передаче тепла плате, что повышает надежность. Недостатком этого варианта установки является сложность отмывки модуля от

флюса, обеспечение изоляции компонента от проводящего рисунка в случае двухсторонней платы.

Вариант II - между платой и корпусом компонента имеется зазор. Применяется для двухсторонних плат. Этот способ установки способствует удалению излишков флюса отмывкой, снижению нагрева микросхем при пайке. Недостаток - возможность повреждения контактной площадки на односторонней плате при нагрузке на компонент сверху.

Вариант III - вертикальная установка. Компоненты с осевыми выводами располагаются плотнее. Такой вариант снижает технологичность; при этом повышается вероятность замыкания между выводами, возрастает высота модуля. При вертикальной установке компонентов угол наклона компонента относительно вертикальной оси не должен превышать 15 ˚.

Установка компонентов не должна препятствовать чтению маркировки. Особенно важно предусмотреть возможность чтения маркировки полярности.

Сборка электронных модулей с применением выводных компонентов может производиться вручную или с помощью автоматического оборудования.

После пайки выводы можно подрезать, не повреждая режущим инструментом компонент или паяное соединение при механическом воздействии.

Билет 38: Под эксплуатационными свойствами РЭА понимают ее надежность, готовность к выполнению основных функций, приспособленность к выполнению основных функций, приспособленность к техническому обслуживанию (ТО), экономичность.

Рассмотрим эти свойства.

Надежность - свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в заданных пределах.

Готовность - свойство объекта, характеризующее его приспособленность к переводу из любого исходного состояния в состояние применения по назначению.

Приспособленность к техническому обслуживанию (ТО) - свойство аппаратуры выполнять стоящие перед ней задачи при проведении ТО заданной продолжительности и периодичности.

Экономичность — свойство, характеризующее затраты, связанные с эксплуатацией РЭА.

Надежность включает безотказность, ремонтопригодность, сохраняемость и долговечность.

Безотказность - свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторого заданного времени. При этом под *работоспособностью* понимают такое состояние аппаратуры, при котором выполняются заданные функции в пределах требований нормативно-технической документации (НТД). Более широким понятием, характеризующим техническое состояние аппаратуры, является понятие «*исправность*», под которым понимается соответствие всем требованиям НТД, т.е. «исправность» - понятие более широкое, чем работоспособность.

Переход РЭА из одного состояния в другое называют событием. Событие, сопровождающееся потерей работоспособности, называют отказом. *Отказы* подразделяются:

1) по характеру изменения - на внезапные и постепенные;

2) по взаимосвязи между собой - на зависимые и независимые;

3) по характеру времени нарушения работоспособности - на сбои и перемежающиеся;

4) по наличию внешних признаков - на явные и не явные;

5) по причинам возникновения - на конструктивные и эксплуатационные.

Под *ремонтопригодностью* понимают свойства РЭА, заключающиеся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения ее отказов и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания (ТО) и ремонтов.

Сохраняемость - свойство РЭА сохранять исправное состояние в течение и после хранения, транспортирования.

Долговечность - свойство РЭА сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе ТО и ремонтов.

Предельное состояние - состояние, при котором дальнейшая эксплуатация РЭА должна быть прекращена.

Билет 39: **Основные понятия и определения эргодизайна**

Понятие	Определение
Эргономика	(Греч. *ergon* — работа и *nomos* — закон) — наука, изучающая особенности деятельности человека (или группы людей) в условиях производства и жизнедеятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда
Дизайн	Проектная художественно-техническая деятельность по формированию гармоничной предметной среды во всех сферах жизнедеятельности человека. Цель проектирования в дизайне — оптимизация функциональных процессов жизнедеятельности человека, повышение эстетического уровня изделий. Основными категориями дизайнерского проектирования являются: образ, функция, форма, эстетическая ценность
Комфорт	Совокупность положительных психофизиологических ощущений человека в процессе его контактов с внешними объектами или средой
Предметная среда	Совокупность окружающих человека изделий и их комплексов, используемых им для организации функциональных процессов жизнедеятельности и удовлетворения материальных и духовных потребностей
Предметно-пространственная среда	Непосредственное окружение, совокупность природных и искусственных пространств и их предметное наполнение, находящиеся в постоянном взаимодействии с человеком в процессе его деятельности. Предметно-пространственная среда и ее элементы — важнейшие объекты дизайна

Понятие	Определение
Эстетическая ценность	Особое значение объекта, возникающее в процессе контакта с ним человека в ситуации эстетического восприятия и переживания. Создание эстетической ценности среды является специфической задачей дизайна
Закон соответствия	Средства деятельности должны быть адекватны возможностям человека, осуществляющего эту деятельность
Функциональный комфорт	Совокупность принципов, образующих методологию эргодизайна, базовыми из которых являются: • оптимальное психофизиологическое состояние человека в процессе активной деятельности, проявляющееся в виде положительных эмоциональных реакций и удовлетворенности; • эргономический критерий адекватности предметного окружения индивидуальным возможностям и потребностям человека
Эргатическая система	Сложная система управления, в состав которой входит человек-оператор (или группа операторов), например, система управления космическим кораблем, диспетчерская служба аэропорта, вокзала, морского порта и др.
Эргодизайн	Научно-техническое направление, предметом изучения которого является деятельность, направленная на формирование у проектируемого объекта таких свойств, которые обеспечивают при взаимодействии с ним человека функциональный комфорт и придают ему бóльшую эстетическую ценность. Объектами эргодизайна являются процесс и средства деятельности (внешние и внутренние), а также условия ее протекания (санитарно-гигиенические, социокультурные, психологические и т. п.)

Билет 40: Проектирование любой технической системы в настоящее время представляет собой сложный и длительный процесс, в котором участвуют специалисты различного профиля, осуществляющие разные виды проектирования. К ним относятся:

- *техническое проектирование*, включающее разработку технической (машинной) части системы;

- *художественное (дизайнерское) проектирование*, состоящее в обеспечении эстетичности и привлекательности ее составных частей;

- *эргономическое проектирование*, заключающееся в обеспечении учета требований человеческого фактора при разработке системы.

Техническое проектирование, а свою очередь, представляет собой сложный процесс, включающий в себя следующие виды проектирования:

- системотехническое;
- схемотехническое;
- программное;
- конструкторское;
- технологическое.

Системотехническое проектирование представляет собой определение структуры и архитектуры технической системы, количества ее компонентов, их функции, определение параметров информационных потоков, циркулирующих в системе, определение входных и выходных параметров компонентов и т.д.

Схемотехническое проектирование обеспечивает разработку структурных, функциональных и принципиальных электрических схем всех компонентов системы с проведением необходимых расчетов и испытаний.

Программное проектирование заключается в разработке программного обеспечения для работы технических программируемых устройств (процессоров, контроллеров и т.д.), входящих в состав системы.

Конструкторское проектирование представляет собой компоновку элементов системы, обеспечение их тепловой, магнитной и электромагнитной совместимости, разработку конструкторской документации всех видов (чертежей деталей, сборочных и электромонтажных чертежей, спецификаций и т. д.).

Технологическое проектирование связано с разработкой технологических процессов изготовления всех компонентов системы, а также ее монтажа, наладки, регулировки. Оно заключается в подготовке всей технологической документации, необходимой для их осуществления.

Дизайнерское проектирование (дизайн-конструирование, художественное проектирование) необходимо для обеспечения эстетического уровня и требуемых потребительских свойств системы красоты, привлекательности, информационной выразительности, композиционной целостности и др. Его целью является отражение свойств эмоционально-мотивационной сферы человека, создание у него определенного эстетического отношения к продукту проектирования.

Как правило, любая техническая система не является полностью автоматизированной, она управляется и обслуживается человеком (или группой людей) и, следовательно, всегда образует другую, более сложную систему «человек-техника» или «человек-машина». Данная система функционирует в конкретных условиях и подвергается воздействиям различных факторов внешней среды, которые могут оказать существенное влияние на работу как ее технического, так и человеческого компонента. Поэтому возникла необходимость рассмотреть в процессе проектирования еще более крупную систему, а именно систему «человек-техника-среда» (СЧТС), что и повлекло за собой появление еще одного специфического вида проектирования - эргономического.

Эргономическое проектирование заключается в решении всех вопросов, связанных с включением человека в проектируемую систему «человек-техника-среда». Отличительной его чертой является создание проекта деятельности человека, аналогично тому, как задачей технического проектирования является создание проекта, обеспечивающего функционирование технической части системы.

Кроме создания проекта деятельности человека-оператора в задачи эргономического проектирования входит согласование, «стыковка» технического и человеческого проектов и создание на основе этого обобщенного проекта системы «человек-техника-среда».

Эргономическое проектирование может выполняться на двух уровнях: *корректив-ном, проективном*. Коррективный уровень представляет собой реализацию *машиноцентрического подхода* к проектированию СЧТС, при котором вначале разрабатывается проект технического звена (машины), а затем он подгоняется (приспосабливается) к человеку. Данный подход еще широко применяется на практике, однако он считается устаревшим и малоперспективным, поскольку не обеспечивает необходимого учета требований человеческого фактора в технических системах.

Проективный уровень основан на реализации *антропоцентрического подхода* к проектированию СЧТС. Данный подход требует рассмотрения человека как главного центрального компонента системы, а машины, какой бы сложной она не была, как орудия его труда. Поэтому он предполагает еще до разработки машины создать оптимальный проект будущей деятельности человека в СЧТС, а затем на основе данного проекта осуществлять проектирование технического ее звена, т.е. машины.

Выполнение эргономического проектирования на данном уровне позволяет решать задачи, связанные не только с оптимизацией отдельных действий человека-оператора или факторов его труда, как это было до недавнего времени (коррективный уровень), но и с повышением эффективности функционирования всей системы «человек-техника-среда» на основе проектирования деятельности человека-оператора.

В соответствии с логикой проектирования отдельные его виды не могут осуществляться одновременно (параллельно), они следуют друг за другом в определенной последовательности. Это связано с тем, что некоторые виды проектирования для своего осуществления нуждаются в результатах других смежных видов проектирования. Например, разработке функциональных и принципиальных схем должно предшествовать схемотехническое проектирование, результатом которого является разработка структуры технического звена системы. Точно также технологическому проектированию должна предшествовать разработка конструкторской документации на элементы технического звена системы.