

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996c485a7308ba57

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы конструкторско-технологического проектирования и
надежности электронных устройств

(наименование дисциплины)

11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

(код, наименование направления)

Информационные технологии проектирования электронных устройств

(магистерская программа)

Квалификация

магистр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Электронные устройства являются основой различных видов полупроводниковых преобразователей, систем автоматизации и управления, контрольно-измерительной аппаратуры, информационных и телекоммуникационных систем. Принципиальных отличий в конструктивной реализации электронных устройств различного назначения не существует, поэтому вопросы их конструирования можно рассматривать без привязки к каким-либо областям техники. Процесс проектирования электронных устройств включает ряд последовательных этапов, одним из которых является разработка конструкции. Конструкцией электронного устройства называется пространственно-ориентированная совокупность его элементов, между которыми существуют электрические, механические, магнитные, оптические и другие связи, реализованные в соответствии с принципом работы устройства. В процессе конструирования на основе технического задания, принципиальных электрических схем и другой информации разрабатываются сборочные чертежи отдельных узлов и изделия в целом, чертежи деталей, спецификации и другие технические и рабочие документы, необходимые для изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. Конструкция электронного устройства во многом определяет надежность, удобство в эксплуатации, ремонтпригодность и себестоимость изделия.

Цели дисциплины: формирование у студентов теоретических основ и практических навыков конструкторского и технологического проектирования электронной аппаратуры и обеспечения ее надежности.

Задачи изучения дисциплины: наделить студента умением и практическими навыками проектирования конструкций электронных средств на основе системного подхода, проектирования технологий их производства и обеспечения заданного уровня надежности.

Дисциплина направлена на формирование:

- универсальной (УК-2) компетенции;
- общепрофессиональной (ОПК-4) компетенции;
- профессиональной компетенции (ПК-4) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – дисциплина входит в часть БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)», формируемую участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, магистерская программа «Информационные технологии проектирования электронных устройств»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Организация научных исследований», «Информатика», «Основы конструирования и надежности электронных устройств», «Математическое моделирование в электронике» изученных в рамках предыдущего уровня образования, а также дисциплин: «Современная элементная база промышленной электроники», «Инновационные технологии в области конструирования и технологии электронных средств».

Является основой для прохождения учебной практики (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), производственных практик (научно-исследовательская работа, преддипломная практика), для подготовки к процедуре защиты и защиты ВКР (магистерской работы), в профессиональной деятельности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (90 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой предусмотрены: лекционные (6 ак.ч.), практические (4 ак.ч.) занятия, самостоятельная работа студента (134 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре для очной формы обучения и на 2 курсе в 3 семестре для заочной формы обучения. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Основы конструкторско-технологического проектирования и надежности электронных устройств» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1. Знает этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами УК-2.2. Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла УК-2.3. Владеет методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронных средств с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств ОПК-4.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности ПК-4.3. Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники различного функционального назначения
Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПК-4	ПК-4.1. Знает основные нормативные документы своей профессиональной деятельности; техническую базу электронных компонентов и методы анализа состояния научно-технической проблемы ПК-4.2. Умеет анализировать исходную техническую документацию с целью получения необходимых для проектирования данных ПК-4.3. Умеет ориентироваться в системе государственной стандартизации, использовать различные системы нормативной документации при разработке конструкций модулей электропитания ПК-4.4. Владеет навыками оформления результатов научных исследований - оформление отчёта

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	90	90
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	16	16
Подготовка к экзамену	15	15
Промежуточная аттестация – зачет (З)	Э (2)	Э (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 9 тем:

- тема 1 (Организация проектирования электронной аппаратуры. техническая документация);
- тема 2 (Условия эксплуатации и их влияние на конструкцию электронной аппаратуры);
- тема 3 (Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры);
- тема 4 (Обеспечение надежной работы конструкции электронной аппаратуры);
- тема 5 (Электрические соединения в электронной аппаратуре);
- тема 6 (Основы проектирования технологических процессов в производстве электронной аппаратуры);
- тема 7 (Технология изготовления микросхем);
- тема 8 (Печатные платы);
- тема 9 (Методы обработки и формообразования материалов при производстве электронной аппаратуры);
- тема 10 (Сборка и монтаж электронной аппаратуры);
- тема 11 (Регулировка, настройка, контроль и испытания электронной аппаратуры);
- тема 12 (Эргодизайн электронной аппаратуры).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 3 и 4, соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Организация проектирования электронной аппаратуры. техническая документация	Этапы разработки электронной аппаратуры. Техническая документация. Схемная документация. Показатели конструкции ЭА.	2	Разработка технического задания на проектирование конструкции электронного устройства	2		
2	Условия эксплуатации и их влияние на конструкцию электронной аппаратуры	Внешние факторы, влияющие на работоспособность ЭА. Объекты установки ЭА и их характеристики. Требования, предъявляемые к конструкции ЭА.	2				
3	Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры	Модульный принцип конструирования, конструктивная иерархия. элементов, узлов и устройств. Стандартизация при модульном конструировании.	2	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства	2		
4	Обеспечение надежной работы конструкции электронной аппаратуры	Защита конструкции от механических воздействий. Защита электронной аппаратуры от воздействия влажности. Защита электронной аппаратуры от воздействия пыли. Герметизация ЭА. Защита от температурных воздействий. Защита конструкции от воздействия помех. Надежность конструкции ЭА.	4	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции радиоэлектронного функционального узла	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинар- ских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
5	Электрические со- единения в элек- тронной аппаратуре	Виды электрических соединений в ЭА. Конструкции сигнальных ЛП. Волоконно-оптические ЛП. Конструирование линий электропитания. Конструирование заземления. Электрические контакты в ЭА.	2				
6	Основы проектиро- вания технологиче- ских процессов в производстве элек- тронной аппарату- ры	Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Технологические процес- сы и качество ЭА. Качество поверх- ностей металлов. Производительность труда и норма штучного време- ни. Технологическая стоимость. Вы- бор наиболее экономичного варианта ТП по себестоимости	2	Предварительная компоновка радио- электронного функционального узла	2		
7	Технология изго- товления микро- схем	Общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления. Изго- товление монокристалла полупро- водникового материала. Резка моно- кристалла и получение пластин. Из- готовление фотошаблонов. Полупро- водниковые микросхемы. Легирова- ние методом термической диффузии примесей. Легирование методом ион- ной имплантации. Проектирование полупроводниковых резисторов в ИМС. Фотолитография. Электриче- ский монтаж кристаллов ИМС на коммутационных платах микросбо- рок.	4	Разработка печатной платы радио- электронного функционального узла	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинар- ских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
8	Печатные платы	Материал печатных плат. Изготовление оригиналов и фотошаблонов. Технологические процессы изготовления печатных плат. Основные технологические этапы в производстве печатных плат.	4	Разработка конструкции радиоэлектронного функционального узла	2		
9	Методы обработки и формообразования материалов при производстве электронной аппаратуры	Обработка резанием деталей ЭА. Изготовление деталей ЭА методом литья. Изготовление деталей ЭА холодной штамповкой. Изготовление деталей из пластмасс для ЭА. Электрофизические и электрохимические методы обработки деталей.	2				
10	Сборка и монтаж электронной аппаратуры	Сборочно-монтажные операции. Сборка и монтаж модулей первого уровня. Технология монтажа объемных узлов. Размещение ленточных проводов в ЭА.	4	Предварительная компоновка электронного устройства	2		
11	Регулировка, настройка, контроль и испытания электронной аппаратуры	Технологические операции регулировки и настройки. Контроль, диагностика ЭА. Виды неисправностей ЭА и их устранение. Испытания ЭА.	4				
12	Эргодизайн электронной аппаратуры	Характеристика человека-оператора как звена в единой системе человек-машина. Организация рабочего места при эксплуатации ЭА. Проектирование эргономичных узлов и устройств ЭА. Основы художественного проектирования ЭА.	4	Разработка конструкции электронного устройства	4		
Всего аудиторных часов			36		18	—	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Организация проектирования электронной аппаратуры. техническая документация	Этапы разработки электронной аппаратуры. Техническая документация. Схемная документация. Показатели конструкции ЭА.	0,5	Разработка технического задания на проектирование конструкции электронного устройства	0,5		
2	Условия эксплуатации и их влияние на конструкцию электронной аппаратуры	Внешние факторы, влияющие на работоспособность ЭА. Объекты установки ЭА и их характеристики. Требования, предъявляемые к конструкции ЭА.	0,5				
3	Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры	Модульный принцип конструирования, конструктивная иерархия. элементов, узлов и устройств. Стандартизация при модульном конструировании.	0,5	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства	0,5		
4	Обеспечение надежной работы конструкции электронной аппаратуры	Защита конструкции от механических воздействий. Защита электронной аппаратуры от воздействия влажности. Защита электронной аппаратуры от воздействия пыли. Герметизация ЭА. Защита от температурных воздействий. Защита конструкции от воздействия помех. Надежность конструкции ЭА.	0,5	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции радиоэлектронного функционального узла	0,5		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинар- ских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
5	Электрические со- единения в элек- тронной аппаратуре	Виды электрических соединений в ЭА. Конструкции сигнальных ЛП. Волоконно-оптические ЛП. Конструирование линий электропитания. Конструирование заземления. Электрические контакты в ЭА.	0,5				
6	Основы проектиро- вания технологиче- ских процессов в производстве элек- тронной аппарату- ры	Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Технологические процес- сы и качество ЭА. Качество поверх- ностей металлов. Производительность труда и норма штучного време- ни. Технологическая стоимость. Вы- бор наиболее экономичного варианта ТП по себестоимости	0,5	Предварительная компоновка радио- электронного функционального узла	0,5		
7	Технология изго- товления микро- схем	Общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления. Изго- товление монокристалла полупро- водникового материала. Резка моно- кристалла и получение пластин. Из- готовление фотошаблонов. Полупро- водниковые микросхемы. Легирова- ние методом термической диффузии примесей. Легирование методом ион- ной имплантации. Проектирование полупроводниковых резисторов в ИМС. Фотолитография. Электриче- ский монтаж кристаллов ИМС на коммутационных платах микросбо- рок.	0,5	Разработка печатной платы радио- электронного функционального узла	0,5		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинар- ских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
8	Печатные платы	Материал печатных плат. Изготовление оригиналов и фотошаблонов. Технологические процессы изготовления печатных плат. Основные технологические этапы в производстве печатных плат.	0,5	Разработка конструкции радиоэлектронного функционального узла	0,5		
9	Методы обработки и формообразования материалов при производстве электронной аппаратуры	Обработка резанием деталей ЭА. Изготовление деталей ЭА методом литья. Изготовление деталей ЭА холодной штамповкой. Изготовление деталей из пластмасс для ЭА. Электрофизические и электрохимические методы обработки деталей.	0,5				
10	Сборка и монтаж электронной аппаратуры	Сборочно-монтажные операции. Сборка и монтаж модулей первого уровня. Технология монтажа объемных узлов. Размещение ленточных проводов в ЭА.	0,5	Предварительная компоновка электронного устройства	0,5		
11	Регулировка, настройка, контроль и испытания электронной аппаратуры	Технологические операции регулировки и настройки. Контроль, диагностика ЭА. Виды неисправностей ЭА и их устранение. Испытания ЭА.	0,5				
12	Эргодизайн электронной аппаратуры	Характеристика человека-оператора как звена в единой системе человек-машина. Организация рабочего места при эксплуатации ЭА. Проектирование эргономичных узлов и устройств ЭА. Основы художественного проектирования ЭА.	0,5	Разработка конструкции электронного устройства	0,5		
Всего аудиторных часов			6		4	—	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-2, ОПК-4, ПК-4	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 20 баллов;
- за выполнение индивидуального и домашнего задания – всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 –Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания студенты изучают материалы конспекта лекций.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Выполнение индивидуального задания призвано закрепить знания, полученные в процессе изучения дисциплины.

Первая часть индивидуального задания носит теоретический характер. При подготовке ответов на контрольные вопросы студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к конкретному теоретическому вопросу. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание ответа должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения.

В списке использованной литературы называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке ответов, так и иные, которые были изучены им при подготовке теоретического материала.

Предположительный объем ответа на каждый теоретический вопрос - 2-5 страниц. страниц машинописного текста, но в любом случае, не должен превышать 20 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое - 3см, правое - 1,5 см, верхнее и нижнее - 1,5см.

Вариант № 1

1. Этапы разработки электронной аппаратуры
2. Модульный принцип конструирования, конструктивная иерархия элементов, узлов и устройств
3. Защита конструкций от механических воздействий
4. Общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления
5. Основы художественного проектирования ЭА

Вариант № 2

1. Организация проектирования электронной аппаратуры. Техническая документация
2. Стандартизация при модульном конструировании
3. Защита ЭА от воздействия влажности
4. Изготовление монокристалла полупроводникового материала

5. Проектирование эргономичных узлов и устройств ЭА

Вариант № 3

1. Организация проектирования электронной аппаратуры. Схемная документация

2. Модули нулевого уровня
3. Защита от воздействия пыли
4. Резка монокристалла и получение пластин
5. Организация рабочего места при эксплуатации ЭА

Вариант № 4

1. Показатели конструкции электронной аппаратуры
2. Микросборки
3. Герметизация ЭА
4. Изготовление фотошаблонов
5. Характеристики человека-оператора как звена в единой системе человек-машина

Вариант № 5

1. Внешние факторы, влияющие на работоспособность ЭА
2. Модули первого уровня
3. Защита от температурных воздействий
4. Легирование методом термической диффузии примесей
5. Испытания ЭА

Вариант № 6

1. Объекты установки электронной аппаратуры и их характеристики
2. Модули второго уровня
3. Защита конструкции от воздействия помех
4. Проектирование методом ионной имплантации
5. Виды неисправностей ЭА и их устранение

Вариант № 7

1. Требования, предъявляемые к конструкции ЭА
2. Модули третьего уровня
3. Надежность конструкции ЭА
4. Проектирование полупроводниковых резисторов и ИМС
5. Контроль, диагностика ЭА

Вариант № 8

1. Виды электрических соединений в ЭА
2. Виды технологических процессов
3. Фотолитография
4. Герметизация микросхем и микросборок
5. Технологические операции регулировки и настройки

Вариант № 9

1. Конструкции сигнальных ЛПП
2. Этапы разработки технологических процессов
3. Расчет топологических размеров областей транзисторов
4. Обработка резанием деталей ЭА

5. Размещение ленточных проводов в ЭА

Вариант № 10

1. Волоконно-оптические ЛП
2. Технологические процессы и качество ЭА
3. Осаждение тонких пленок в вакууме
4. Электрический монтаж кристаллов ИМС на коммутационных платах микросборок
5. Технология монтажа объемных узлов

Вторая часть индивидуального задания посвящена разработке конструкции электронного устройства (ЭУ). В процессе выполнения работы необходимо сконструировать одно из устройств силовой или информационной электроники и оформить комплект конструкторской документации к нему. Перечень вариантов электронных устройств, предложенных для конструкторской разработки, приведен ниже.

Целью данной работы является разработка конструкции электронного устройства, в соответствии с требованиями технического задания (ТЗ).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- разработать техническое задание на проектирование конструкции ЭУ;
- разработать электрическую принципиальную схему к конструкции ЭУ;
- разработать электрическую принципиальную схему к конструкции РЭФУ;
- осуществить предварительную компоновку РЭФУ;
- разработать печатную плату РЭФУ;
- разработать конструкцию РЭФУ;
- осуществить предварительную компоновку ЭУ;
- разработать конструкцию ЭУ;
- привести расчет теплового режима электронного устройства;
- привести расчет надежности электронного устройства.

Исходным документом на конструкторскую разработку электронного устройства является его электрическая принципиальная схема.

Варианты заданий, предлагаемые для конструирования электронного устройства:

- 1) Контроллер заряда аккумуляторной батареи от ветрогенератора;
- 2) Контроллер заряда аккумуляторной батареи от солнечной панели;
- 3) Устройство контроля степени очистки воды;
- 4) Контроллер для АСУ установки электрокоагуляционной очистки воды;
- 5) Устройство сигнализации неисправностей автомобиля;
- 6) Электронная система управления газового котла;
- 7) Электронное устройство определения положения объекта;
- 8) Электронное устройство регулирования температуры;
- 9) Разработка конструкции электронного реле сигнализации уровня;
- 10) Электронное устройство управления насосной станцией.

Таблица 6 – Распределение вариантов заданий

№ по списку	Вариант задания	№ по списку	Вариант задания	№ по списку	Вариант задания
1	1	11	1	21	1
2	2	12	2	22	2
3	3	13	3	23	3
4	4	14	4	24	4
5	5	15	5	25	5
6	6	16	6	26	6
7	7	17	7	27	7
8	8	18	8	28	8
9	9	19	9	29	9
10	10	20	10	30	10

Требования к оформлению работы

Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105 – 95.

Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

1. Разработка технического задания
2. Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства
3. Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции РЭФУ
4. Предварительная компоновка РЭФУ
5. Разработка печатной платы РЭФУ
6. Разработка конструкции РЭФУ
7. Предварительная компоновка электронного устройства
8. Разработка конструкции электронного устройства
9. Обеспечение теплового режима электронного устройства
10. Расчет надежности электронного устройства

Выводы

Перечень ссылок

Приложения.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Примеры тестовых заданий коллоквиумов:

1. Допустимая длина параллельно расположенных проводников $l_{\Sigma\text{доп}}$ с учетом одновременного действия емкостной $l_{\text{Сдоп}}$ и индуктивной $l_{\text{Мдоп}}$ паразитных связей определяется по формуле:

$$1) l_{\Sigma\text{доп}} = l_{\text{Сдоп}} + l_{\text{Мдоп}};$$

$$2) l_{\Sigma \text{доп}} = 0,5(l_{\text{Сдоп}} + l_{\text{Мдоп}});$$

$$3) l_{\Sigma \text{доп}} = \frac{l_{\text{Сдоп}} \cdot l_{\text{Мдоп}}}{l_{\text{Сдоп}} + l_{\text{Мдоп}}};$$

$$4) l_{\Sigma \text{доп}} = \frac{l_{\text{Сдоп}} - l_{\text{Мдоп}}}{l_{\text{Сдоп}} + l_{\text{Мдоп}}}.$$

2. Частотные свойства высокоомных резисторов учитываются в схеме замещения, представляющую собой:

- 1) параллельно соединенные между собой активное сопротивление и конденсатор;
- 2) параллельно соединенные между собой активное сопротивление и индуктивность;
- 3) последовательно соединенные между собой активное сопротивление и конденсатор;
- 4) последовательно соединенные между собой активное сопротивление и индуктивность.

3. Частотные свойства низкоомных резисторов учитываются в схеме замещения, представляющую собой:

- 1) параллельно соединенные между собой активное сопротивление и конденсатор;
- 2) параллельно соединенные между собой активное сопротивление и индуктивность;
- 3) последовательно соединенные между собой активное сопротивление и конденсатор;
- 4) последовательно соединенные между собой активное сопротивление и индуктивность.

4. Возможностью самовосстановления после пробоя обладают:

- 1) слюдяные конденсаторы;
- 2) керамические конденсаторы;
- 3) металlobумажные конденсаторы;
- 4) пленочные конденсаторы.

5. Стабильность параметра компонентов и узлов электронных устройств определяется:

- 1) только степенью устойчивости параметров материалов;
- 2) только степенью устойчивости взаимного расположения элементов конструкции;
- 3) степенью устойчивости параметров материалов и степенью устойчивости взаимного расположения элементов конструкции;
- 4) нет правильного ответа.

6. Конструктивная совместимость это:

- 1) сочетание размеров компонентов, при котором элемент может размещаться внутри устройства;
- 2) возможность размещения элементов внутри устройства без нежелательных влияний друг на друга;
- 3) возможность размещения элементов внутри устройства без нежелательных влияний друг на друга при условии минимальных размеров и веса блока;
- 4) нет правильного ответа.

7. Конструкторской компоновкой ЭУ называется:

- 1) расчет технологических допусков в процессе производства ЭУ;
- 2) вычерчивание печатных плат и печатных узлов ЭУ;
- 3) разработка комплекта конструкторской документации;
- 4) процесс композиции целого изделия из его составных частей путем их размещения на заданной площади или в заданном объеме.

8. Увеличение схемотехнической и конструктивной сложности ЭУ приводит к:

- 1) снижению стоимости изделия;
- 2) снижению долговечности изделия;
- 3) снижению ремонтпригодности ЭУ;
- 4) снижению безотказности устройства.

9. Преимуществом субтрактивных методов изготовления печатных плат по сравнению с аддитивными является:

- 1) экономия расхода меди;
- 2) высокая плотность монтажа;
- 3) высокая производительность процесса;
- 4) отсутствие подтравливания элементов печатного монтажа.

10. Передача теплоты в ЭУ осуществляется:

- 1) индукцией;
- 2) инъекцией;
- 3) кондукцией;
- 4) дедукцией;
- 5) конвекцией;
- 6) конвульсией;
- 7) излучением;
- 8) электромагнитным полем.

11. Системы обеспечения теплового режима ЭУ с естественным воздушным охлаждением используют:

- 1) вентилятор;

- 2) модель устройства в герметичном корпусе;
- 3) тепловую трубу;
- 4) корпус с перфорацией.

12. Наиболее сложным с точки зрения диагностики (выявления) является:

- 1) постепенный отказ;
- 2) неявный отказ;
- 3) полный отказ;
- 4) частичный отказ.

13. Преимуществом субтрактивных методов изготовления печатных плат по сравнению с аддитивными является:

- 1) экономия расхода меди;
- 2) высокая плотность монтажа;
- 3) высокая производительность процесса;
- 4) отсутствие подтравливания элементов печатного монтажа.

14. С увеличением массы печатного узла его собственная частота:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

15. Одним из элементов, последовательное соединение которых увеличивает надёжность изделия, является:

- 1) резистор;
- 2) конденсатор;
- 3) диод;
- 4) транзистор.

16. Полный расчёт надёжности изделия производится:

- 1) на этапе проектирования;
- 2) на этапе производства;
- 3) на этапе эксплуатации;
- 4) по окончании срока службы.

17. Эксплуатационную надёжность авиационных приборов определяют:

- 1) на этапе их проектирования;
- 2) при заводских испытаниях;
- 3) при нормальных условиях эксплуатации;
- 4) в полевых условиях.

18. По статистическим данным наибольшее число отказов среди общего количества типовых элементов авиационной аппаратуры имеют:

- 1) Микросхемы;
- 2) полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы);
- 3) резисторы и конденсаторы;
- 4) датчики.

19. По статистическим данным наименьшее число отказов среди общего количества типовых элементов электронной аппаратуры имеют:

- 1) микросхемы;
- 2) полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы);
- 3) резисторы и конденсаторы;
- 4) трансформаторы, дроссели.

20. Методом повышения надёжности приборов и элементов на стадии эксплуатации является:

- 1) выбор режимов работы элементов;
- 2) тренировка и отбраковка;
- 3) усовершенствование методов испытаний серии образцов;
- 4) своевременное (в соответствии с регламентом) техническое обслуживание.

21. При последовательно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- 1) произведению вероятностей безотказной работы всех элементов;
- 2) сумме вероятностей безотказной работы соединённых элементов;
- 3) $1/n$ -число элементов ;
- 4) 1 .

22. Увеличение числа последовательно соединённых элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.98$, с двух до четырех приведет:

- 1) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 4%;
- 2) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8%;
- 3) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4%;
- 4) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8%.

23. При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- 1) произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединённых элементов;
- 2) сумме вероятностей безотказной работы всех параллельно соединённых элементов;

ных элементов;

- 3) произведению вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов;
- 4) сумме вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов.

24. Увеличение числа параллельно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.5$, с двух до четырех приведет:

- 1) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 12,5% ;
- 2) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 15% ;
- 3) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 12,5%;
- 4) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 15%.

25. Увеличение числа параллельно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.7$, с двух до четырех приведет:

- 1) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4,1% ;
- 2) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%;
- 3) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%;
- 4) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 16,4%.

26. Увеличение числа последовательно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.9$, с двух до четырех приведет:

- 1) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 15%;
- 2) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8% ;
- 3) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 15%;
- 4) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8%.

27. При зональном методе расчета теплового режима ЭУ размеры нагретой зоны определяются:

- 1) габаритами корпуса устройства;
- 2) геометрическими параметрами печатного узла (узлов);
- 3) размерами наиболее теплонагруженного элемента.

28. Суммарные затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию электронного устройства:

- 1) с повышением требований к надежности возрастают;
- 2) с повышением требований к надежности уменьшаются;
- 3) имеют максимум при определенном значении надежности;
- 4) имеют минимум при определенном значении надежности.

29. Вероятность безотказной работы по приработочным отказам в процессе работы ЭУ:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

30. Вероятность безотказной работы по отказам износа и старения в процессе работы ЭУ:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовому коллоквиуму)

- 1) Какие существуют этапы разработки электронной аппаратуры?
- 2) Какая оформляется техническая документация при разработке электронной аппаратуры?
- 3) Какая оформляется схемная документация при разработке электронной аппаратуры?
- 4) Какие существуют показатели конструкции ЭА?
- 5) Какие внешние факторы, влияют на работоспособность ЭА?
- 6) Какие существуют объекты установки ЭА и каковы их характеристики?
- 7) Какие требования предъявляются к конструкции ЭА?
- 8) В чем заключается модульный принцип конструирования, что такое конструктивная иерархия элементов, узлов и устройств?
- 9) Что такое стандартизация при модульном конструировании?
- 10) Как осуществляется защита конструкции от механических воздействий?
- 11) Как осуществляется защита электронной аппаратуры от воздействия влажности?
- 12) Как осуществляется защита электронной аппаратуры от воздействия пыли?
- 13) Как осуществляется защита герметизация ЭА?
- 14) Как осуществляется защита от температурных воздействий?
- 15) Как осуществляется защита конструкции от воздействия помех?
- 16) Как определяется надежность конструкции ЭА?
- 17) Как осуществляются электрические соединения в электронной аппаратуре?
- 18) Какие существуют виды электрических соединений в ЭА?
- 19) Какие существуют конструкции сигнальных ЛП?
- 20) Что такое волоконно-оптические ЛП?
- 21) Как осуществляется конструирование линий электропитания?
- 22) Как осуществляется конструирование заземления?
- 23) Какие существуют электрические контакты в ЭА?

- 24) Какие существуют виды технологических процессов?
- 25) Какие существуют этапы разработки технологических процессов?
- 26) Как определяется качество ЭА?
- 27) Как определяется качество поверхностей металлов?
- 28) Как оценить производительность труда и норму штучного времени?
- 29) Что такое технологическая стоимость?
- 30) Как производится выбор наиболее экономичного варианта ТП по себестоимости?
- 31) Дайте общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления.
- 32) Как осуществляется изготовление монокристалла полупроводникового материала?
- 33) Как осуществляется резка монокристалла и получение пластин?
- 34) Опишите процесс изготовления фотошаблонов.
- 35) Что такое полупроводниковые микросхемы?
- 37) Как осуществляется легирование методом термической диффузии примесей?
- 38) Как осуществляется легирование методом ионной имплантации?
- 39) Как осуществляется проектирование полупроводниковых резисторов в ИМС?
- 40) Что такое фотолитография?
- 41) Как осуществляется электрический монтаж кристаллов ИМС на коммутационных платах микросборок?
- 42) Какие существуют материалы печатных плат?
- 43) Как осуществляется изготовление оригиналов и фотошаблонов?
- 44) Какие существуют технологические процессы изготовления печатных плат?
- 45) Опишите основные технологические этапы в производстве печатных плат.
- 46) Как осуществляется обработка резанием деталей ЭА?
- 47) Как осуществляется изготовление деталей ЭА методом литья?
- 48) Как осуществляется изготовление деталей ЭА холодной штамповкой?
- 49) Как осуществляется изготовление деталей из пластмасс для ЭА?
- 50) Какие существуют электрофизические и электрохимические методы обработки деталей?
- 51) Какие существуют сборочно-монтажные операции?
- 52) Как осуществляется сборка и монтаж модулей первого уровня?
- 53) Опишите технологию монтажа объемных узлов.
- 54) Как осуществляется размещение ленточных проводов в ЭА?
- 55) Какие существуют технологические операции регулировки и настройки?
- 56) Как осуществляется контроль, диагностика ЭА?
- 57) Какие известны виды неисправностей ЭА и их устранение?

- 58) Как осуществляются испытания ЭА?
- 59) Как должно быть организовано рабочее место при эксплуатации ЭА?
- 60) Каковы основы художественного проектирования ЭА?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Решетников, А. Н. Основы систем автоматизированного проектирования устройств силовой электроники : учебно-методическое пособие / А. Н. Решетников, Е. А. Косых. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 46 с. — ISBN 978-5-7782-4641-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126511.html> (дата обращения: 30.08.2024).

2. Ланин, В. Л. Технология и оборудование сборки и монтажа электронных средств / В. Л. Ланин, В. А. Емельянов, И. Б. Петухов ; под редакцией В. А. Емельянова. — Минск : Белорусская наука, 2022. — 513 с. — ISBN 978-985-08-2894-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128109.html> (дата обращения: 30.08.2024).

3. Зеленский, Владимир Анатольевич 3-486 Основы конструирования, технологии и надёжности радиоэлектронных средств: учебное пособие / В.А. Зеленский, К.И. Сухачёв; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Самарский университет. — Самара: Издательство Самарского университета, 2020. — 146 с. : URL: <https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Osnovy-konstruirovaniya-tehnologii-i-nadezhnosti-radioelektronnyh-sredstv-ucheb-posobie-Tekst-elektronnyi-85397/1/Зеленский%20В.А%20Сухачев%20К.И.%20Основы%20конструирования%20технологии%20и%20надёжности%20РЭС%202020.pdf> (дата обращения: 30.08.2024).

Дополнительная литература

1. Беккер, П. Проектирование надежных электронных схем : пер. с англ. / П. Беккер, Ф. Йенсен ; под ред. И.А. Ушакова. М.: Советское радио, 1977. 256 с. — 5 экземпляров.

2. Фролов, А.Д. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронной аппаратуры: учебник для радиотехн. спец. вузов / А.Д. Фролов. М.: Высшая шк., 1970. 488 с. — 2 экземпляра.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.edu.ua. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. —

Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x.> — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: [http://www.iprbookshop.ru/.](http://www.iprbookshop.ru/) — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная лекционная аудитория (48 посадочных мест)</i> Проектор EPSON EMP-X5 (1 шт.); Домашний кинотеатр НТ-475 (1 шт.); персональный компьютер, локальная сеть с выходом в Internet	ауд. <u>206</u> корп. <u>3</u>
Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Компьютерный класс (11 посадочных мест)</i> для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС, доской маркерной магнитной	ауд. <u>207</u> корп. <u>3</u>

Лист согласования РПД

Разработал:

Доцент кафедры
электроники и радиофизики
(должность)


(подпись)

Р.Н. Саратовский
Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики


(подпись)

А.М. Афанасьев
Ф.И.О.)

Протокол № 3 заседания кафедры
электроники и радиофизики

от 18.10.2024 г.

И.о. декана факультета
информационных технологий и
автоматизации производственных
процессов


(подпись)

В.В. Дьячкова
Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки 11.04.03
Конструирование и технология
электронных средств
(магистерская программа
«Информационные технологии
проектирования электронных устройств»)


(подпись)

А.М. Афанасьев
Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	