

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

Конструирование и надежность электронных устройств

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код, наименование направления)

Промышленная электроника

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, очно-заочная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

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 знаний, умений и практических навыков конструирования электронных средств.

Задачи изучения дисциплины: научить студентов конструированию печатных плат, функциональных узлов, блоков, приборов заданного уровня надежности; обеспечению защиты электронных средств от внешних воздействий.

Дисциплина направлена на формирование:

- общепрофессиональных компетенции (ОПК-4);
- профессиональных компетенций (ПК-4, ПК-5, ПК-6) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – дисциплина входит в обязательную часть БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (профиль подготовки «Промышленная электроника»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Инженерная и компьютерная графика», «Материалы и компоненты электронной техники», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теоретические основы электротехники», «Магнитные элементы электронных устройств» «Схемотехника аналоговых устройств», «Схемотехника цифровых устройств».

Является основой для изучения дисциплин: «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем», «САПР электронных устройств и систем», приобретенные знания используются при прохождении производственных практик, для подготовки к процедуре защиты и защиты ВКР.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 ак.ч. Программой дисциплины для очной формы обучения предусмотрены лекционные (72 ак.ч.), практические (90 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (162 ак.ч.).

Для очно-заочной формы обучения программой предусмотрены: лекционные (28 ак.ч.), практические (20 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (276 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой предусмотрены: лекционные (14 ак.ч.), практические (10 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (300 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах при очной форме обучения, в 6 и 7 семестрах при очно-заочной и заочной формах обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет в 5 семестре, экзамен и дифференцированный зачет в 6 семестре.

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

Процесс изучения дисциплины «Конструирование и надежность 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 понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает виды информационных технологий, применяемых в профессиональной области ОПК-4.2. Умеет выбирать и применять соответствующие информационные технологии для решения конкретных профессиональных задач ОПК-4.3. Владеет навыками инструментального использования информационных технологий для решения профессиональных задач
Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных средств, схем и устройств различного функционального назначения	ПК-4	ПК-4.1. Демонстрирует навыки решения задач анализа и расчета характеристик электронных схем и устройств различного функционального ПК-4.2. Осуществляет расчет основных показателей надежности электронных устройств ПК-4.3. Выбирает тип элементов электронных схем с учетом технических требований к разрабатываемому устройству
Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, электротехнических промышленных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-5	ПК-5.1 Формулирует цели и задачи проектирования электронных средств ПК-5.2 Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов ПК-5.3 Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПК-5.4 Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-6	ПК-6.1. Обладает знаниями принципов построения технического задания при разработке электронных блоков ПК-6.2. Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации ПК-6.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 9 зачётных единиц, 324 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, выполнение курсового проекта, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету, экзамену и дифференцированному зачету.

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		
		5	6	
Аудиторная работа, в том числе:	162	72	90	
Лекции (Л)	72	36	36	
Практические занятия (ПЗ)	90	36	54	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	
Курсовая работа/курсовой проект	-	-	-	
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	162	72	90	
Подготовка к лекциям	12	6	6	
Подготовка к лабораторным работам	28	14	14	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-	-	
Выполнение курсовой работы / проекта	36	-	36	
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-	
Реферат (индивидуальное задание)	18	12	6	
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-	-	
Подготовка к контрольной работе	-	-	-	
Подготовка к коллоквиуму	-	-	-	
Аналитический информационный поиск	27	18	9	
Работа в библиотеке	25	16	9	
Подготовка к зачету, экзамену, дифференцированному зачету	10	4	6	
Промежуточная аттестация – зачет (З), дифференцированный зачет (ДЗ), экзамен (Э)	З(2) ДЗ (2) Э (2)	3 (2)	Э (2) ДЗ (2)	
Общая трудоемкость дисциплины				
	ак.ч.	324	144	180
	з.е.	9	4	5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 27 тем:

5 семестр:

- тема 1 (Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Общие требования к изделию.);
- тема 2 (Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Технические требования к изделию);
- тема 3 (Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Технические требования к изделию. Прочие требования к изделию);
- тема 4 (Общие вопросы конструирования РЭА);
- тема 5 (Системный подход к конструированию РЭА);
- тема 6 (Общие вопросы проектирования конструкций РЭА);
- тема 7 (Конструирование и технология механических элементов РЭА);
- тема 8 (Общие вопросы конструирования печатных плат);
- тема 9 (Материалы и технологии для изготовления печатных плат);
- тема 10 (Конструктивные параметры печатных плат);
- тема 11 (Конструирование печатных плат);
- тема 12 (Конструирование РЭА первого структурного уровня);
- тема 13 (Конструкции и компоновочные схемы РЭА второго структурного уровня);
- тема 14 (Конструирование РЭА второго структурного уровня);
- тема 15 (Конструкции и компоновочные схемы РЭА третьего структурного уровня);
- тема 16 (Конструирование РЭА третьего структурного уровня).

6 семестр:

- тема 1 (Защита РЭА от механических воздействий);
- тема 2 (Общие вопросы теплообмена);
- тема 3 (Способы охлаждения РЭА);
- тема 4 (Обеспечение теплового режима электронного устройства);
- тема 5 (Защита РЭА от воздействия окружающей среды);
- тема 6 (Общие вопросы надежности РЭА);
- тема 7 (Оценка надежности по внезапным эксплуатационным отказам);
- тема 8 (Оценка надежности по износным отказам);
- тема 9 (Оценка надежности по приработочным отказам);
- тема 10 (Ремонтопригодность РЭА);
- тема 11 (Комплексная оценка надежности).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 3-8, соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 5 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Общие требования к изделию	Общие замечания. Наименование и область применения. Основание для разработки и ее источники. Технические требования к изделию. Состав электронного устройства и требования к конструкции изделия. Требования к показателям назначения РЭА.	2	Разработка технического задания на проектирование конструкции электронного устройства	4	—	—
2	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Технические требования к изделию	Требования по устойчивости РЭА к механическим и климатическим воздействиям. Стандартизация и кодификация внешних воздействий. Климатическое исполнение РЭА: Категории размещения РЭА на объекте эксплуатации. Общие нормы климатических воздействий на РЭА.(Бытовая РЭА; Наземная профессиональная РЭ; Отдельные виды наземной профессиональной РЭА.; Морская РЭА; Бортовая РЭА; Космическая РЭА.)	2			—	—
3	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Прочие требования к изделию..	Требования к надежности РЭА. Требования эргономики и эстетики РЭА. Требования к технологичности и унификации РЭА. Патентно-правовые требования. Требования к безопасности РЭА. Требования к электромагнитной совместимости и промышленным помехам. Требования к техническому обслуживанию	2	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства	4	—	—

		и ремонту РЭА. Экономические показатели. Этапы разработки. Порядок контроля и приемки. Приложение.					
4	Общие вопросы конструирования РЭА	Общие замечания. Классификация РЭА. Элементная и конструктивная база. Поколения РЭА.	2			—	—
5	Системный подход к конструированию РЭА	Общие принципы. Иерархический принцип построения РЭА. Функционально – узловой и функционально – блочный методы конструирования РЭА. Повышение надежности и комплексная микроминиатюризация РЭА..Вопросы эргономики и эксплуатационные характеристики. Повышение технологичности РЭА. Традиционные и автоматизированные методы конструирования РЭА.	2	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции радиоэлектронного функционального узла	4	—	—
6	Общие вопросы проектирования конструкций РЭА	Проектирование конструкций РЭА как процесс принятия решений. Основные этапы последовательности проектирования конструкций РЭА. Последовательность решения задач на этапе составления ТЗ. Последовательность решения задач на этапе технического предложения. Последовательность решения задач на этапе эскизного проекта. Последовательность решения задач на этапе технического проекта. Последовательность решения задач на этапе разработки рабочей документации. Конструкторская компоновка РЭА. Несущие конструкции РЭА. Основные понятия. Проработка вариан-	2			—	—

		тов конструкции РЭА. Надежность..Защита РЭА от воздействия дестабилизирующих факторов. Эргономика. Технологичность.					
7	Конструирование и технология механических элементов РЭА	Основные конструкционные материалы и их свойства. Сортамент поставляемых полуфабрикатов. Элементы технологии деталей несущих конструкций и механизмов РЭА. Изготовление деталей несущих конструкций и механизмов РЭА резанием. Изготовление деталей РЭА высокотехнологичными способами (литье, штамповка, вытяжка и др.). Механические соединения элементов и узлов РЭА. Выбор материалов и технологии изготовления изделий. Общие принципы расчета и конструирования механических элементов РЭА.	2	Предварительная компоновка радиоэлектронного функционального узла	4	—	—
8	Общие вопросы конструирования печатных плат	Печатный узел – основа построения современной РЭА. Печатная плата как базовый конструктив печатного узла. Применение функциональных узлов нулевого уровня при конструировании печатных узлов РЭА. Печатные платы. Основные термины и определения	2				
9	Материалы и технологии для изготовления печатных плат	Материалы для изготовления ПП. Методы изготовления ПП. Способы формирования изображения проводящего рисунка.	2	Разработка печатной платы радиоэлектронного функционального узла	4	—	—
10	Конструктивные параметры печатных плат	Основные типоразмеры ПП. Допуски и предельные отклонения геометриче-	2				

		ских параметров ПП. Шероховатости обрабатываемых поверхностей ПП. Классы точности ПП. Классы плотности проводящего рисунка ПП. Группы жесткости ПП. Электрические параметры печатных плат.					
11	Конструирование печатных плат	Выбор типоразмера платы. Выбор способа крепления ПП. Выбор числа слоев ПП. Разработка топологии платы (топологическое конструирование). Определение геометрических параметров ПП. Размещение ЭРЭ на рабочей площади ПП. Упаковка элементов (вентилей) по корпусам. Трасировка соединений. Разработка проводящего рисунка ПП. Применение САПР при конструировании ПП. Особенности выполнения чертежей печатных плат.	2	Разработка конструкции радиоэлектронного функционального узла	4	—	—
12	Конструирование РЭА первого структурного уровня	Конструкции и компоновочные схемы РЭА -1 (радиоячеек). РЭА -1 в безрамочном исполнении. РЭА -1 в рамочном исполнении. РЭА -1 пенальной конструкции. РЭА -1 с объемной компоновкой. РЭА -1 пятого поколения. Несущие конструкции радиоячеек. Электрический монтаж радиоячеек. Защита РЭА -1 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА -1. Унификация и стандартизация РЭА -1	2			—	—

13	Конструкции и компоновочные схемы РЭА второго структурного уровня	Особенности компоновочных схем РЭА-2 (радиоблоков) в зависимости от эксплуатационного назначения. Радиоблоки наземной стационарной РЭА. Радиоблоки наземной подвижной РЭА. Радиоблоки наземной носимой РЭА. Радиоблоки морской РЭА. Радиоблоки бортовой РЭА. Радиоблоки космической РЭА. Компоновочные схемы блоков с однотипными радиоячейками планарной конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными радиоячейками замкнутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными и планарными радиоячейками развернутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с коммутационными устройствами и механическими узлами. Компоновочные схемы блоков специальной конструкции.	2	Предварительная компоновка электронного устройства	4	—	—
14	Конструирование РЭА второго структурного уровня	Несущие конструкции радиоблоков. Электрический монтаж радиоблоков. Защита РЭА -2 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-2. Унификация и стандартизация РЭА -2	2			—	—
15	Конструкции и компоновочные схемы РЭА третьего структурного уровня	Компоновочные схемы стационарной бытовой РЭА. Компоновочные схемы стационарной профессиональной РЭА. Компоновочные схемы подвижной	4	Разработка конструкции электронного устройства	8	—	—

		бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой профессиональной РЭА. Компоновочные схемы морской РЭА. Компоновочные схемы бортовой РЭА. Компоновочные схемы космической РЭА.					
16	Конструирование РЭА третьего структурного уровня	Несущие конструкции РЭА-3. Электрический монтаж РЭА-3. Вопросы эргономики и технической эстетики при конструировании РЭА -3. Защита РЭА-3 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-3. Унификация и стандартизация РЭА-3	4		8	—	—
Всего аудиторных часов			36		36		

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 5 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Общие требования к изделию	Общие замечания. Наименование и область применения. Основание для разработки и ее источники. Технические требования к изделию. Состав электронного устройства и требования к конструкции изделия. Требования к показателям назначения РЭА.	0,5	Разработка технического задания на проектирование конструкции электронного устройства	1	—	—
2	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Технические требования к изделию	Требования по устойчивости РЭА к механическим и климатическим воздействиям. Стандартизация и кодификация внешних воздействий. Климатическое исполнение РЭА: Категории размещения РЭА на объекте эксплуатации. Общие нормы климатических воздействий на РЭА.(Бытовая РЭА; Наземная профессиональная РЭ; Отдельные виды наземной профессиональной РЭА.; Морская РЭА; Бортовая РЭА; Космическая РЭА.)	0,5			—	—
3	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Прочие требования к изделию..	Требования к надежности РЭА. Требования эргономики и эстетики РЭА. Требования к технологичности и унификации РЭА. Патентно-правовые требования. Требования к безопасности РЭА. Требования к электромагнитной совместимости и промышленным помехам. Требова-	0,5	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства	1	—	—

		ния к техническому обслуживанию и ремонту РЭА. Экономические показатели. Этапы разработки. Порядок контроля и приемки. Приложения.					
4	Общие вопросы конструирования РЭА	Общие замечания. Классификация РЭА. Элементная и конструктивная база. Поколения РЭА.	0,5			—	—
5	Системный подход к конструированию РЭА	Общие принципы. Иерархический принцип построения РЭА. Функционально – узловой и функционально – блочный методы конструирования РЭА. Повышение надежности и комплексная микроминиатюризация РЭА..Вопросы эргономики и эксплуатационные характеристики. Повышение технологичности РЭА. Традиционные и автоматизированные методы конструирования РЭА.	0,5	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции радиоэлектронного функционального узла	1	—	—
6	Общие вопросы проектирования конструкций РЭА	Проектирование конструкций РЭА как процесс принятия решений. Основные этапы последовательности проектирования конструкций РЭА. Последовательность решения задач на этапе составления ТЗ. Последовательность решения задач на этапе технического предложения. Последовательность решения задач на этапе эскизного проекта. Последовательность решения задач на этапе технического проекта. Последовательность решения задач на этапе разработки рабочей документации. Конструкторская компоновка РЭА. Несущие конструкции РЭА. Ос-	0,5			—	—

		новные понятия. Проработка вариантов конструкции РЭА. Надежность..Защита РЭА от воздействия дестабилизирующих факторов. Эргономика. Технологичность.					
7	Конструирование и технология механических элементов РЭА	Основные конструкционные материалы и их свойства. Сортамент поставляемых полуфабрикатов. Элементы технологии деталей несущих конструкций и механизмов РЭА. Изготовление деталей несущих конструкций и механизмов РЭА резанием. Изготовление деталей РЭА высокотехнологичными способами (литье, штамповка, вытяжка и др.). Механические соединения элементов и узлов РЭА. Выбор материалов и технологии изготовления изделий. Общие принципы расчета и конструирования механических элементов РЭА.	0,5	Предварительная компоновка радиоэлектронного функционального узла	1	—	—
8	Общие вопросы конструирования печатных плат	Печатный узел – основа построения современной РЭА. Печатная плата как базовый конструктив печатного узла. Применение функциональных узлов нулевого уровня при конструировании печатных узлов РЭА. Печатные платы. Основные термины и определения	0,5				
9	Материалы и технологии для изготовления печатных плат	Материалы для изготовления ПП. Методы изготовления ПП. Способы формирования изображения проводящего рисунка.	1	Разработка печатной платы радиоэлектронного функционального узла	1	—	—

10	Конструктивные параметры печатных плат	Основные типоразмеры ПП. Допуски и предельные отклонения геометрических параметров ПП. Шероховатости обрабатываемых поверхностей ПП. Классы точности ПП. Классы плотности проводящего рисунка ПП. Группы жесткости ПП. Электрические параметры печатных плат.	1				
11	Конструирование печатных плат	Выбор типоразмера платы. Выбор способа крепления ПП. Выбор числа слоев ПП. Разработка топологии платы (топологическое конструирование). Определение геометрических параметров ПП. Размещение ЭРЭ на рабочей площади ПП. Упаковка элементов (вентилей) по корпусам. Трасировка соединений. Разработка проводящего рисунка ПП. Применение САПР при конструировании ПП. Особенности выполнения чертежей печатных плат.	1	Разработка конструкции радиоэлектронного функционального узла	1	—	—
12	Конструирование РЭА первого структурного уровня	Конструкции и компоновочные схемы РЭА -1 (радиоячеек). РЭА -1 в безрамочном исполнении. РЭА -1 в рамочном исполнении. РЭА -1 пенальной конструкции. РЭА -1 с объемной компоновкой. РЭА -1 пятого поколения. Несущие конструкции радиоячеек. Электрический монтаж радиоячеек. Защита РЭА -1 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА -1. Унификация и стандартизация РЭА -1	1			—	—

13	Конструкции и компоновочные схемы РЭА второго структурного уровня	Особенности компоновочных схем РЭА-2 (радиоблоков) в зависимости от эксплуатационного назначения. Радиоблоки наземной стационарной РЭА. Радиоблоки наземной подвижной РЭА. Радиоблоки наземной носимой РЭА. Радиоблоки морской РЭА. Радиоблоки бортовой РЭА. Радиоблоки космической РЭА. Компоновочные схемы блоков с однотипными радиоячейками планарной конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными радиоячейками замкнутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными и планарными радиоячейками развернутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с коммутационными устройствами и механическими узлами. Компоновочные схемы блоков специальной конструкции.	1	Предварительная компоновка электронного устройства	1	—	—
14	Конструирование РЭА второго структурного уровня	Несущие конструкции радиоблоков. Электрический монтаж радиоблоков. Защита РЭА -2 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-2. Унификация и стандартизация РЭА -2	1			—	—
15	Конструкции и компоновочные схемы РЭА третьего структурного уровня	Компоновочные схемы стационарной бытовой РЭА. Компоновочные схемы стационарной профессиональной РЭА. Компоновочные схемы подвижной	1	Разработка конструкции электронного устройства	1	—	—

		бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой профессиональной РЭА. Компоновочные схемы морской РЭА. Компоновочные схемы бортовой РЭА. Компоновочные схемы космической РЭА.					
16	Конструирование РЭА третьего структурного уровня	Несущие конструкции РЭА-3. Электрический монтаж РЭА-3. Вопросы эргономики и технической эстетики при конструировании РЭА -3. Защита РЭА-3 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-3. Унификация и стандартизация РЭА-3	1			—	—
Всего аудиторных часов			12		8		

Таблица 5 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения, 5 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Общие требования к изделию	Общие замечания. Наименование и область применения. Основание для разработки и ее источники. Технические требования к изделию. Состав электронного устройства и требования к конструкции изделия. Требования к показателям назначения РЭА.	0,5	Разработка технического задания на проектирование конструкции электронного устройства	0,5	—	—
2	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Технические требования к изделию	Требования по устойчивости РЭА к механическим и климатическим воздействиям. Стандартизация и кодификация внешних воздействий. Климатическое исполнение РЭА: Категории размещения РЭА на объекте эксплуатации. Общие нормы климатических воздействий на РЭА.(Бытовая РЭА; Наземная профессиональная РЭ; Отдельные виды наземной профессиональной РЭА.; Морская РЭА; Бортовая РЭА; Космическая РЭА.)				—	—
3	Техническое задание на проектирование конструкции ЭУ. Прочие требования к изделию..	Требования к надежности РЭА. Требования эргономики и эстетики РЭА. Требования к технологичности и унификации РЭА. Патентно-правовые требования. Требования к безопасности РЭА. Требования к электромагнитной совместимости и промышленным помехам. Требования к техническому обслуживанию	0,5	Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции электронного устройства	0,5	—	—

		и ремонту РЭА. Экономические показатели. Этапы разработки. Порядок контроля и приемки. Приложение.					
4	Общие вопросы конструирования РЭА	Общие замечания. Классификация РЭА. Элементная и конструктивная база. Поколения РЭА.				—	—
5	Системный подход к конструированию РЭА	Общие принципы. Иерархический принцип построения РЭА. Функционально – узловой и функционально – блочный методы конструирования РЭА. Повышение надежности и комплексная микроминиатюризация РЭА..Вопросы эргономики и эксплуатационные характеристики. Повышение технологичности РЭА. Традиционные и автоматизированные методы конструирования РЭА.		Разработка электрической принципиальной схемы к конструкции радиоэлектронного функционального узла	0,5	—	—
6	Общие вопросы проектирования конструкций РЭА	Проектирование конструкций РЭА как процесс принятия решений. Основные этапы последовательности проектирования конструкций РЭА. Последовательность решения задач на этапе составления ТЗ. Последовательность решения задач на этапе технического предложения. Последовательность решения задач на этапе эскизного проекта. Последовательность решения задач на этапе технического проекта. Последовательность решения задач на этапе разработки рабочей документации. Конструкторская компоновка РЭА. Несущие конструкции РЭА. Основные понятия. Проработка вариан-	0,5			—	—

		тов конструкции РЭА. Надежность..Защита РЭА от воздействия дестабилизирующих факторов. Эргономика. Технологичность.					
7	Конструирование и технология механических элементов РЭА	Основные конструкционные материалы и их свойства. Сортамент поставляемых полуфабрикатов. Элементы технологии деталей несущих конструкций и механизмов РЭА. Изготовление деталей несущих конструкций и механизмов РЭА резанием. Изготовление деталей РЭА высокотехнологичными способами (литье, штамповка, вытяжка и др.). Механические соединения элементов и узлов РЭА. Выбор материалов и технологии изготовления изделий. Общие принципы расчета и конструирования механических элементов РЭА.	0,5	Предварительная компоновка радиоэлектронного функционального узла	0,5	—	—
8	Общие вопросы конструирования печатных плат	Печатный узел – основа построения современной РЭА. Печатная плата как базовый конструктив печатного узла. Применение функциональных узлов нулевого уровня при конструировании печатных узлов РЭА. Печатные платы. Основные термины и определения					
9	Материалы и технологии для изготовления печатных плат	Материалы для изготовления ПП. Методы изготовления ПП. Способы формирования изображения проводящего рисунка.	0,5	Разработка печатной платы радиоэлектронного функционального узла	0,5	—	—
10	Конструктивные параметры печатных плат	Основные типоразмеры ПП. Допуски и предельные отклонения геометриче-	0,5				

		ских параметров ПП. Шероховатости обрабатываемых поверхностей ПП. Классы точности ПП. Классы плотности проводящего рисунка ПП. Группы жесткости ПП. Электрические параметры печатных плат.					
11	Конструирование печатных плат	Выбор типоразмера платы. Выбор способа крепления ПП. Выбор числа слоев ПП. Разработка топологии платы (топологическое конструирование). Определение геометрических параметров ПП. Размещение ЭРЭ на рабочей площади ПП. Упаковка элементов (вентилей) по корпусам. Трасировка соединений. Разработка проводящего рисунка ПП. Применение САПР при конструировании ПП. Особенности выполнения чертежей печатных плат.	0,5	Разработка конструкции радиоэлектронного функционального узла	0,5	—	—
12	Конструирование РЭА первого структурного уровня	Конструкции и компоновочные схемы РЭА -1 (радиоячеек). РЭА -1 в безрамочном исполнении. РЭА -1 в рамочном исполнении. РЭА -1 пенальной конструкции. РЭА -1 с объемной компоновкой. РЭА -1 пятого поколения. Несущие конструкции радиоячеек. Электрический монтаж радиоячеек. Защита РЭА -1 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА -1. Унификация и стандартизация РЭА -1	0,5			—	—

13	Конструкции и компоновочные схемы РЭА второго структурного уровня	Особенности компоновочных схем РЭА-2 (радиоблоков) в зависимости от эксплуатационного назначения. Радиоблоки наземной стационарной РЭА. Радиоблоки наземной подвижной РЭА. Радиоблоки наземной носимой РЭА. Радиоблоки морской РЭА. Радиоблоки бортовой РЭА. Радиоблоки космической РЭА. Компоновочные схемы блоков с однотипными радиоячейками планарной конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными радиоячейками замкнутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с объемными и планарными радиоячейками развернутой несущей конструкции. Компоновочные схемы блоков с коммутационными устройствами и механическими узлами. Компоновочные схемы блоков специальной конструкции.	0,5	Предварительная компоновка электронного устройства	0,5	—	—
14	Конструирование РЭА второго структурного уровня	Несущие конструкции радиоблоков. Электрический монтаж радиоблоков. Защита РЭА -2 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-2. Унификация и стандартизация РЭА -2	0,5			—	—
15	Конструкции и компоновочные схемы РЭА третьего структурного уровня	Компоновочные схемы стационарной бытовой РЭА. Компоновочные схемы стационарной профессиональной РЭА. Компоновочные схемы подвижной	0,5	Разработка конструкции электронного устройства	0,5	—	—

		бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой бытовой РЭА. Компоновочные схемы носимой профессиональной РЭА. Компоновочные схемы морской РЭА. Компоновочные схемы бортовой РЭА. Компоновочные схемы космической РЭА.					
16	Конструирование РЭА третьего структурного уровня	Несущие конструкции РЭА-3. Электрический монтаж РЭА-3. Вопросы эргономики и технической эстетики при конструировании РЭА -3. Защита РЭА-3 от дестабилизирующих факторов. Обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-3. Унификация и стандартизация РЭА-3	0,5			—	—
Всего аудиторных часов			6		4		

Таблица 6 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Защита РЭА от механических воздействий	Общие сведения. Электромеханические аналоги. Защита РЭА от вибрационных воздействий. Защита РЭА от ударных воздействий. Защита РЭА от линейных перегрузок. Конструкции и применение амортизаторов	2	Защита РЭА от механических воздействий	4	—	—
2	Общие вопросы теплообмена	Общие сведения. КПД РЭА. Удельная мощность рассеяния. Нагретая зона. Передача теплоты теплопроводностью. Передача теплоты излучением. Передача теплоты конвекцией. Обобщенное уравнение теплообмена. Тепловые модели и тепловые схемы.	4	Основные способы увеличения интенсивности теплообмена	4	—	—
3	Способы охлаждения РЭА	Классификация систем охлаждения РЭА. Естественное воздушное охлаждение с герметичным и перфорированным корпусом. Принудительное воздушное охлаждение (внутреннее перемешивание, наружный обдув, продувка). Естественное и принудительное жидкостное охлаждение. Естественное и принудительное испарительное охлаждение. Тепловые трубы. Эффективность систем охлаждения	2	Расчет теплового режима электронного устройства	4	—	—

4	Обеспечение теплового режима электронного устройства	Предварительный выбор системы охлаждения ЭУ. Расчет теплового режима ЭУ в герметичном корпусе. Расчет теплового режима ЭУ в перфорированном корпусе. Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией	4	Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией	4	—	—
5	Защита РЭА от воздействия окружающей среды	Воздействие факторов окружающей среды при эксплуатации РЭА. Температура. Влажность. Атмосферное давление. Биологические факторы. Пыль. Защита металлических элементов конструкции РЭА от коррозии. Герметизация РЭА	2	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	4	—	—
6	Общие вопросы надежности РЭА	Основные термины и определения. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели ремонтопригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности	4	Расчет комплексных показателей надежности	4	—	—
7	Оценка надежности по внезапным эксплуатационным отказам	Внезапные эксплуатационные отказы. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по внезапным эксплуатационным отказам. Экономические аспекты надежности РЭА. Методика расчета надежности по внезапным эксплуатационным отказам	2	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	6	—	—
8	Оценка надежности по износным отказам	Износные отказы и отказы старения. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по износным отказам. Методика расчета надежности по износным отказам. Оценка надежности с учетом внезап-	4	Расчет надежности электронного устройства по отказам износа и старения	6	—	—

		ных эксплуатационных и износных отказов					
9	Оценка надежности по приработочным отказам	Приработочные отказы. Основные расчетные соотношения. Методика расчета надежности по приработочным отказам	3	Расчет надежности по приработочным отказам	6	—	—
10	Ремонтопригодность РЭА	Ремонтопригодность РЭА. Общие вопросы. Ремонтопригодность и восстанавливаемость РЭА. Основные расчетные соотношения. Методика расчета ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА. Способы обнаружения неисправностей РЭА. Способы обеспечения ремонтопригодности РЭА	4	Расчет ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА	6	—	—
11	Комплексная оценка надежности	Комплексная оценка надежности. Основные расчетные соотношения. Комплексная оценка надежности. Методика расчета	4	Расчет комплексной оценки надежности	6	—	—
Всего аудиторных часов			36		54		

Таблица 7 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения, 6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Защита РЭА от механических воздействий	Общие сведения. Электромеханические аналоги. Защита РЭА от вибрационных воздействий. Защита РЭА от ударных воздействий. Защита РЭА от линейных перегрузок. Конструкции и применение амортизаторов	1	Защита РЭА от механических воздействий	1	—	—
2	Общие вопросы теплообмена	Общие сведения. КПД РЭА. Удельная мощность рассеяния. Нагретая зона. Передача теплоты теплопроводностью. Передача теплоты излучением. Передача теплоты конвекцией. Обобщенное уравнение теплообмена. Тепловые модели и тепловые схемы.	1	Основные способы увеличения интенсивности теплообмена	1	—	—
3	Способы охлаждения РЭА	Классификация систем охлаждения РЭА. Естественное воздушное охлаждение с герметичным и перфорированным корпусом. Принудительное воздушное охлаждение (внутреннее перемешивание, наружный обдув, продувка). Естественное и принудительное жидкостное охлаждение. Естественное и принудительное испарительное охлаждение. Тепловые трубы. Эффективность систем охлаждения	1	Расчет теплового режима электронного устройства	1	—	—

4	Обеспечение теплового режима электронного устройства	Предварительный выбор системы охлаждения ЭУ. Расчет теплового режима ЭУ в герметичном корпусе. Расчет теплового режима ЭУ в перфорированном корпусе. Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией	1	Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией	1	—	—
5	Защита РЭА от воздействия окружающей среды	Воздействие факторов окружающей среды при эксплуатации РЭА. Температура. Влажность. Атмосферное давление. Биологические факторы. Пыль. Защита металлических элементов конструкции РЭА от коррозии. Герметизация РЭА	1	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	1	—	—
6	Общие вопросы надежности РЭА	Основные термины и определения. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели ремонтопригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности	1	Расчет комплексных показателей надежности	1	—	—
7	Оценка надежности по внезапным эксплуатационным отказам	Внезапные эксплуатационные отказы. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по внезапным эксплуатационным отказам. Экономические аспекты надежности РЭА. Методика расчета надежности по внезапным эксплуатационным отказам	2	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	1	—	—
8	Оценка надежности по износным отказам	Износные отказы и отказы старения. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по износным отказам. Методика расчета надежности по износным отказам. Оценка надежности с учетом внезап-	2	Расчет надежности электронного устройства по отказам износа и старения	1	—	—

		ных эксплуатационных и износных отказов					
9	Оценка надежности по приработочным отказам	Приработочные отказы. Основные расчетные соотношения. Методика расчета надежности по приработочным отказам	2	Расчет надежности по приработочным отказам	1	—	—
10	Ремонтопригодность РЭА	Ремонтопригодность РЭА. Общие вопросы. Ремонтопригодность и восстанавливаемость РЭА. Основные расчетные соотношения. Методика расчета ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА. Способы обнаружения неисправностей РЭА. Способы обеспечения ремонтопригодности РЭА	2	Расчет ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА	1	—	—
11	Комплексная оценка надежности	Комплексная оценка надежности. Основные расчетные соотношения. Комплексная оценка надежности. Методика расчета	2	Расчет комплексной оценки надежности	2	—	—
Всего аудиторных часов			16		12		

Таблица 8 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Защита РЭА от механических воздействий	Общие сведения. Электромеханические аналоги. Защита РЭА от вибрационных воздействий. Защита РЭА от ударных воздействий. Защита РЭА от линейных перегрузок. Конструкции и применение амортизаторов	1	Защита РЭА от механических воздействий	1	—	—
2	Общие вопросы теплообмена	Общие сведения. КПД РЭА. Удельная мощность рассеяния. Нагретая зона. Передача теплоты теплопроводностью. Передача теплоты излучением. Передача теплоты конвекцией. Обобщенное уравнение теплообмена. Тепловые модели и тепловые схемы.		Основные способы увеличения интенсивности теплообмена		—	—
3	Способы охлаждения РЭА	Классификация систем охлаждения РЭА. Естественное воздушное охлаждение с герметичным и перфорированным корпусом. Принудительное воздушное охлаждение (внутреннее перемешивание, наружный обдув, продувка). Естественное и принудительное жидкостное охлаждение. Естественное и принудительное испарительное охлаждение. Тепловые трубы. Эффективность систем охлаждения	1	Расчет теплового режима электронного устройства	1	—	—
4	Обеспечение теплового режима электронного устрой-	Предварительный выбор системы охлаждения ЭУ. Расчет теплового режима ЭУ в герметичном корпусе. Рас-		Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией		—	—

	ства	чет теплового режима ЭУ в перфорированном корпусе. Расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией					
5	Защита РЭА от воздействия окружающей среды	Воздействие факторов окружающей среды при эксплуатации РЭА. Температура. Влажность. Атмосферное давление. Биологические факторы. Пыль. Защита металлических элементов конструкции РЭА от коррозии. Герметизация РЭА	1	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	1	—	—
6	Общие вопросы надежности РЭА	Основные термины и определения. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности		Расчет комплексных показателей надежности		—	—
7	Оценка надежности по внезапным эксплуатационным отказам	Внезапные эксплуатационные отказы. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по внезапным эксплуатационным отказам. Экономические аспекты надежности РЭА. Методика расчета надежности по внезапным эксплуатационным отказам	1	Расчет надежности электронного устройства по внезапным эксплуатационным отказам	1	—	—
8	Оценка надежности по износным отказам	Износные отказы и отказы старения. Основные расчетные соотношения. Способы повышения надежности по износным отказам. Методика расчета надежности по износным отказам. Оценка надежности с учетом внезапных эксплуатационных и износных отказов	1	Расчет надежности электронного устройства по отказам износа и старения		—	—

9	Оценка надежности по приработочным отказам	Приработочные отказы. Основные расчетные соотношения. Методика расчета надежности по приработочным отказам	1	Расчет надежности по приработочным отказам		—	—
10	Ремонтопригодность РЭА	Ремонтопригодность РЭА. Общие вопросы. Ремонтопригодность и восстанавливаемость РЭА. Основные расчетные соотношения. Методика расчета ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА. Способы обнаружения неисправностей РЭА. Способы обеспечения ремонтопригодности РЭА	1	Расчет ремонтопригодности и восстанавливаемости РЭА		—	—
11	Комплексная оценка надежности	Комплексная оценка надежности. Основные расчетные соотношения. Комплексная оценка надежности. Методика расчета	1	Расчет комплексной оценки надежности	1	—	—
Всего аудиторных часов			8		6		

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
ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Зачет, экзамен, дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета, экзамена, дифференцированного зачета

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.

Зачет, экзамен проставляются 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.

Зачет, экзамен по дисциплине проводятся 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.

В структуру ФОС в форме курсового проекта входят: методические указания, содержащие требования по выполнению курсовой работы, критерии оценивания, перечень необходимых литературных источников и электронных ресурсов.

При оценке уровня выполнения курсового проекта, в соответствии с поставленными целями, проверяются следующие знания, умения и навыки:

- знание компонентов дисциплины, использованных при выполнении курсового проекта;
- умение: работать с научной и энциклопедической литературой, справочниками и электронными ресурсами; накапливать и группировать материал; последовательно и грамотно излагать мысли и оформлять выводы; придерживаться формы научного исследования;
- владение современными средствами компьютерных технологий;
- способность самостоятельно создать содержательную презентацию по теме подготовленной курсовой работы.

Следовательно, курсовые проекты, как компонент фонда оценочных средств по дисциплине «Конструирование и надежность электронных устройств», позволяют оценить формирование у студентов знаниевую составляющую, определенные экспериментальные умения и ведение информационного поиска, навыки исследовательской деятельности, самостоятельной работы и опыта публичных выступлений.

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 обучающиеся выполняют проработку лекционного материала.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Выполнить эскизный проект электронного устройства в соответствии и индивидуальным заданием. Предоставить чертеж схемы электрической принципиальной и чертежи, необходимые для производства печатной платы с последующей сборкой. Обратить внимание на конструктивные особенности печатных плат, обеспечить температурный режим силовых элементов, параметры электромагнитной совместимости. Отчет сдается в виде комплекта чертежной документации с техническим заданием.

Варианты задания:

1. Адаптер для зарядки USB устройств от аккумулятора AA;
2. Светодиодный осветитель с регулировкой яркости, число степеней ре-

гулировки не менее 16, $U_{in}=3..4$ В;

3. Усилитель НЧ для электромагнитного микрофона, коррекция усиления по частоте, питание батарейное +3В;

4. Адаптер для зарядки аккумулятора NiMh AA от бортовой сети автомобиля;

5. Усилитель НЧ мостовой, $P_{out}=20$ Вт, защита выхода, однополярное питание +12В, $U_{in}=0.3$ В, $T=-35..+40$ °С.

6. Усилитель НЧ мостовой, $P_{out}=10$ Вт, защита выхода, однополярное питание +12В, $U_{in}=0.3$ В, $T=-35..+40$ °С.

7. DC/DC преобразователь $U_{in}=11-30$ В, $U_{out}=-48$ В, $I_{max}=0.1$ А;

8. DC/DC преобразователь $U_{in}=3,3-7$ В, $U_{out}=+1,7$ В, $I_{max}=3$ А;

9. DC/DC преобразователь $U_{in}=3,3-7$ В, $U_{out}=+9$ В, $I_{max}=0.5$ А;

10. DC/DC преобразователь $U_{in}=11-17$ В, $U_{out}=+5$ В, $I_{max}=5$ А;

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты тестовых заданий.

1. Как называется метод получения нового технического результата путем обращения существующего технического решения?

- а) конверсия;
- б) инверсия;
- в) дедукция;
- г) кондукция.

2. Как называется использование в конструкции технических решений из других областей науки и техники или природы?

- а) аналогия;
- б) генеалогия;
- в) деменция;
- г) конвенция.

3. Как называется получение нового качества конструкции за счет нового сочетания ранее известных решений?

- а) интегрирование;
- б) синтезирование;
- в) комбинирование;
- г) дифференцирование.

4. Как называется наделение реальных объектов идеальными свойствами для обнаружения существенных связей и получения возможности применения математических методов решения?

- а) автоматизация;
- б) индустриализация;

- в) алгоритмизация;
- г) идеализация.

5. Как называется повышение эффективности конструкции за счет использования нескольких объектов, выполняющих одинаковые функции.

- а) синхронизация;
- б) эмуляция;
- в) мультипликация;
- г) конвультация.

6. Как называется процесс композиции целого изделия из его составных частей путем их размещения на заданной площади или в заданном объеме?

- а) юстировка;
- б) компоновка;
- в) диагностика;
- г) конверсия.

7. Что определяет взаимную ориентацию элементов конструкции, устанавливает их основные геометрические формы и размеры.

- а) компоновочная схема;
- б) электрическая принципиальная схема;
- в) надежность электронного устройства;
- г) технология изготовления электронного устройства.

8. Как называется печатная плата с подсоединенными к ней электрическими и механическими элементами и (или) другими печатными платами и с выполненными всеми процессами обработки: пайка, покрытие и т. д.?

- а) проводящий рисунок;
- б) несущая конструкция;
- в) печатный узел;
- г) рисунок печатной платы.

9. Как называется процесс получения проводящих рисунков ПП, заключающийся в избирательном удалении участков проводящей фольги?

- а) индуктивный процесс;
- б) субтрактивный процесс;
- в) деструктивный процесс;
- г) дедуктивный процесс.

10. Как называется процесс получения проводящих рисунков ПП, заключающийся в избирательном осаждении проводящего материала на нефольгированный материал основания?

- а) реактивный процесс;

- б) конвективный процесс;
- в) конструктивный процесс;
- г) аддитивный процесс.

11. Как называется печатная плата, имеющая одно основание, на обеих сторонах которого выполнены проводящий рисунок и все необходимые соединения?

- а) односторонняя печатная плата;
- б) двухсторонняя печатная плата;
- в) многослойная печатная плата;
- г) гибкая печатная плата.

12. Какие факторы окружающей среды при эксплуатации РЭА являются дестабилизирующими?

- а) воздействие оператора;
- б) пыль;
- в) биологические факторы;
- г) температура, влажность, атмосферное давление.

13. Чем обеспечивается защита РЭА от механических воздействий?

- а) повышенной температурой припоя при сборке функциональных узлов и соединений;
- б) отработкой изделия на технологичность;
- в) выбором рациональной системы амортизации и демпфирования;
- г) стоимостью функциональных узлов и несущих конструкций.

14. Каким способом осуществляется передач теплоты в РЭА?

- а) кондукцией;
- Б) дедукцией;
- в) излучением;
- г) конвекцией.

15. Чем обеспечивается электромагнитная совместимость электронного устройства?

- а) правильным расчетом тепловых режимов электронного устройства;
- б) рациональной компоновкой, экранированием, фильтрацией и заземлением;
- в) технологией изготовления электронного устройства;
- г) рациональной установкой демпфирующих и амортизирующих элементов.

16. Требования, предъявляемые к конструкции РЭА сводятся в ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

17. Совокупность элементов, деталей и сборочных единиц, находящихся в определенной электрической, пространственно-механической, электромагнитной и тепловой связях называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

18. Электрорадиоизделия (ЭРИ), которые входят в перечень элементов принципиальной электрической схемы устройства называются ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

19. Совокупность механических элементов конструкции РЭА, обеспечивающих механическую прочность и защиту от дестабилизирующих воздействий (несущие конструкции), а также механическое управление аппаратурой называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

20. Принцип разделения конструкции на структурные уровни (СУ), каждый из которых характеризуется элементной, конструкторской и технологической однородностью называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

21. Расчленение конструкции на функционально законченные узлы (ФУ), которые могут быть отдельно сконструированы, изготовлены, настроены и испытаны до объединения их в общей конструкции называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

22. Метод проектирования РЭА, при котором может быть задан точный алгоритм выполнения задания называется

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

23. Метод проектирования РЭА, при котором алгоритм выполнения задания не может быть сформулирован и работа исполнителя базируется на его творческих способностях, называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

24. Способность РЭА выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования в течение заданного промежутка времени называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

25. Свойство РЭА непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени – наработки называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

26. Свойство РЭА сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

27. Свойство РЭА, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов называется ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

28. Отказы, которые возникают при скачкообразном изменении одного или нескольких параметров РЭА, определяющих ее качество называются ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

29. Отказы РЭА, вызванные необратимыми последствиями старения материалов и износа деталей называются ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

30. Отказы, которые происходят в течение раннего периода эксплуатации РЭА, вследствие несовершенной технологии производства называются ...

Вместо многоточия впишите необходимое слово.

6.5 Вопросы для подготовки к зачету (5 семестр)

- 1) Перечислите общие требования к изделию.
- 2) Назовите область применения ЭУ.
- 3) Какие существуют основания для разработки ЭУ и его источники.
- 4) Назовите состав электронного устройства и требования к конструкции изделия.
- 5) Каковы требования к показателям назначения РЭА?
- 6) Каковы требования по устойчивости РЭА к механическим и климатическим воздействиям?
- 7) Что такое стандартизация и кодификация внешних воздействий?
- 8) Поясните понятие «климатическое исполнение РЭА».
- 9) Какие существуют категории размещения РЭА на объекте эксплуатации?
- 10) Перечислите общие нормы климатических воздействий на РЭА.
- 11) Перечислите требования к бытовой РЭА.
- 12) Перечислите требования к наземной профессиональной РЭА.
- 13) Перечислите требования к морской РЭА.
- 14) Перечислите требования к бортовой РЭА.
- 15) Перечислите требования к космической РЭА.

- 16) Перечислите требования к надежности РЭА.
- 17) Перечислите требования эргономики и эстетики РЭА.
- 18) Перечислите требования к технологичности и унификации РЭА.
- 19) Перечислите патентно-правовые требования.
- 20) Перечислите требования к безопасности РЭА.
- 21) Перечислите требования к электромагнитной совместимости и индустриальным помехам.
- 22) Перечислите требования к техническому обслуживанию и ремонту РЭА.
- 23) Перечислите этапы разработки РЭА.
- 24) Назовите порядок контроля и приемки РЭА.
- 25) Каковы общие принципы конструирования РЭА?
- 26) Какая существует классификация РЭА.
- 27) Какая существует элементная и конструктивная база.
- 28) Перечислите поколения РЭА.
- 29) Поясните, что значит иерархический принцип построения РЭА.
- 30) Что такое функционально – узловый и функционально – блочный методы конструирования РЭА?
- 31) Поясните, как возможно добиться повышения надежности и что означает понятие «комплексная микроминиатюризация РЭА»?.
- 32) Раскройте вопросы эргономики и эксплуатационные характеристики.
- 33) Поясните, как возможно добиться повышения технологичности РЭА.
- 34) Какие существуют традиционные и автоматизированные методы конструирования РЭА?
- 35) Что представляет собой проектирование конструкций РЭА как процесс принятия решений.
- 36) Перечислите основные этапы последовательности проектирования конструкций РЭА.
- 37) Какова последовательность решения задач на этапе составления ТЗ?
- 38) Какова последовательность решения задач на этапе технического предложения?
- 39) Какова последовательность решения задач на этапе эскизного проекта?
- 40) Какова последовательность решения задач на этапе технического проекта?

- 41) Какова последовательность решения задач на этапе разработки рабочей документации?
- 42) Поясните, что значит конструкторская компоновка РЭА?
- 43) Что представляют собой несущие конструкции РЭА. Основные понятия.
- 44) Как осуществляется проработка вариантов конструкции РЭА?
- 45) Раскройте понятие надежности.
- 46) Как осуществляется защита РЭА от воздействия дестабилизирующих факторов?
- 47) Раскройте понятие «эргономика»?
- 48) Раскройте понятие технологичность.
- 49) Назовите основные конструкционные материалы и их свойства.
- 50) Перечислите сортамент поставляемых полуфабрикатов.
- 51) Назовите элементы технологии деталей несущих конструкций и механизмов РЭА.
- 52) Как осуществляется изготовление деталей несущих конструкций и механизмов РЭА резанием?
- 53) Как осуществляется изготовление деталей РЭА высокотехнологичными способами (литье, штамповка, вытяжка и др.)?
- 54) Назовите особенности механических соединений элементов и узлов РЭА.
- 55) Как осуществляется выбор материалов и технологии изготовления изделий?
- 56) Назовите общие принципы расчета и конструирования механических элементов РЭА.
- 57) Назовите особенности применения функциональных узлов нулевого уровня при конструировании печатных узлов РЭА.
- 58) Печатные платы. Назовите основные термины и определения.
- 59) Назовите материалы для изготовления ПП.
- 60) Назовите особенности методов изготовления ПП.
- 61) Какие существуют способы формирования изображения проводящего рисунка?
- 62) Назовите основные типоразмеры ПП.
- 63) Какие существуют допуски и предельные отклонения геометрических параметров ПП?
- 64) Поясните, что такое шероховатости обрабатываемых поверхностей ПП?
- 65) Какие существуют классы точности ПП?

- 66) Какие существуют классы плотности проводящего рисунка ПП?
- 67) Какие существуют группы жесткости ПП?
- 68) Назовите электрические параметры печатных плат.
- 69) Как осуществляется выбор типоразмера платы?
- 70) Как осуществляется выбор способа крепления ПП?
- 71) Как осуществляется выбор числа слоев ПП?
- 72) Как осуществляется разработка топологии платы (топологическое конструирование)?
- 73) Дайте определение геометрических параметров ПП.
- 74) Как осуществляется выбор размещения ЭРЭ на рабочей площади ПП?
- 75) Как осуществляется выбор упаковка элементов (вентилей) по корпусам?
- 76) Как осуществляется выбор трассировка соединений?
- 77) Как осуществляется выбор разработка проводящего рисунка ПП?
- 78) 80 Применение САПР при конструировании ПП.
- 79) Назовите особенности выполнения чертежей печатных плат.
- 80) Что представляют собой конструкции и компоновочные схемы РЭА -1 (радиочеек)?
- 81) Поясните, что представляет собой РЭА -1 в безрамочном исполнении?
- 82) Поясните, что представляет собой РЭА -1 в рамочном исполнении?
- 83) Поясните, что представляет собой РЭА -1 пенальной конструкции?
- 84) Поясните, что представляет собой РЭА -1 с объемной компоновкой?
- 85) Поясните, что представляет собой РЭА -1 пятого поколения?
- 86) Поясните, что представляют собой несущие конструкции радиочеек?
- 87) Поясните, что представляют собой электрический монтаж радиочеек?
- 88) Поясните, что представляют собой защита РЭА -1 от дестабилизирующих факторов?
- 89) Как обеспечивается электромагнитная совместимость и устойчивость РЭА -1?
- 90) Поясните, что представляют собой унификация и стандартизация РЭА -1?
- 91) Поясните, что представляют собой радиоблоки наземной стационарной РЭА?

92) Поясните, что представляют собой радиоблоки наземной подвижной РЭА?

93) Поясните, что представляют собой радиоблоки наземной носимой РЭА?

94) Поясните, что представляют собой радиоблоки морской РЭА?

95) Поясните, что представляют собой радиоблоки бортовой РЭА?

96) Поясните, что представляют собой радиоблоки космической РЭА?

97) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы блоков с однотипными радиоячейками планарной конструкции?

98) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы блоков с объемными радиоячейками замкнутой несущей конструкции?

99) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы блоков с объемными и планарными радиоячейками развернутой несущей конструкции?

100) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы блоков с коммутационными устройствами и механическими узлами?

101) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы блоков специальной конструкции?

102) Поясните, что представляют собой несущие конструкции радиоблоков?

103) Поясните, что представляют собой электрический монтаж радиоблоков?

104) Как осуществляется защита РЭА -2 от дестабилизирующих факторов?

105) Как осуществляется обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-2?

106) Поясните, что представляет собой унификация и стандартизация РЭА-2.

107) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы стационарной бытовой РЭА.

108) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы стационарной профессиональной РЭА.

109) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы подвижной бытовой РЭА.

110) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы носимой бытовой РЭА?

111) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы носимой профессиональной РЭА?

112) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы морской РЭА?

113) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы бортовой РЭА?

114) Поясните, что представляют собой компоновочные схемы космической РЭА?

115) Поясните, что представляют собой несущие конструкции РЭА -З.?

116) Поясните, что представляют собой электрический монтаж РЭА -З.

117) Раскройте вопросы эргономики и технической эстетики при конструировании РЭА -З.

118) Как осуществляется защита РЭА -З от дестабилизирующих факторов?

119) Как осуществляется обеспечение электромагнитной совместимости и устойчивости РЭА-З.

120) Поясните, что представляют собой унификация и стандартизация РЭА -З?

6.6 Вопросы для подготовки к экзамену (6 семестр)

1) Как осуществляется защита РЭА от механических воздействий? Приведите общие сведения.

2) Как осуществляется защита РЭА от вибрационных воздействий?

3) Как осуществляется защита РЭА от ударных воздействий?

4) Как осуществляется защита РЭА от линейных перегрузок?

5) Какие существуют конструкции и опишите применение амортизаторов?

6) Как вычисляется КПД РЭ, удельная мощность рассеяния, нагретая зона.

7) Как осуществляется передача теплоты теплопроводностью?

8) Как осуществляется передача теплоты излучением?

9) Как осуществляется передача теплоты конвекцией?

10) Приведите обобщенное уравнение теплообмена. Приведите тепловые модели и тепловые схемы.

11) Какая существует классификация систем охлаждения РЭА?

12) Как осуществляется естественное воздушное охлаждение с герметичным и перфорированным корпусом?

13) Как осуществляется принудительное воздушное охлаждение (внутреннее перемешивание, наружный обдув, продувка)?

14) Как осуществляется естественное и принудительное жидкостное охлаждение?

15) Как осуществляется естественное и принудительное испарительное охлаждение? Что такое тепловые трубы?

16) Как рассчитывается эффективность систем охлаждения?

- 17) Как осуществляется предварительный выбор системы охлаждения ЭУ.
- 18) Как осуществляется расчет теплового режима ЭУ в герметичном корпусе.
- 19) Как осуществляется расчет теплового режима ЭУ в перфорированном корпусе?
- 20) Как осуществляется расчет теплового режима ЭУ с принудительной вентиляцией?
- 21) Назовите особенности воздействия факторов окружающей среды при эксплуатации РЭА.
- 22) Как осуществляется защита металлических элементов конструкции РЭА от коррозии?
- 23) Для чего необходима и как осуществляется герметизация РЭА?
- 24) Назовите показатели безотказности.
- 25) Назовите показатели долговечности.
- 26) Назовите показатели ремонтпригодности.
- 27) Назовите показатели сохраняемости.
- 28) Перечислите комплексные показатели надежности.
- 29) Перечислите внезапные эксплуатационные отказы.
- 30) Назовите основные расчетные соотношения.
- 31) Назовите способы повышения надежности по внезапным эксплуатационным отказам.
- 32) Опишите методику расчета надежности по внезапным эксплуатационным отказам.
- 33) Износые отказы и отказы старения.
- 34) Назовите способы повышения надежности по износным отказам.
- 35) Приведите методику расчета надежности по износным отказам.
- 36) Как осуществляется оценка надежности с учетом внезапных эксплуатационных и износных отказов?
- 37) Что такое приработочные отказы? Приведите основные расчетные соотношения.
- 38) Приведите методику расчета надежности по приработочным отказам.
- 39) Что такое ремонтпригодность РЭА? Общие вопросы.
- 40) Что такое ремонтпригодность и восстанавливаемость РЭА? Основные расчетные соотношения.
- 41) Что представляет собой методика расчета ремонтпригодности и восстанавливаемости РЭА?
- 42) Какие существуют способы обнаружения неисправностей РЭА?
- 43) Какие существуют способы обеспечения ремонтпригодности РЭА?
- 44) Как осуществляется комплексная оценка надежности? Основные расчетные соотношения.
- 45) Как осуществляется комплексная оценка надежности. Методика расчета.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Данный курсовой проект призван закрепить знания, полученные в процессе изучения дисциплины «Основы конструирования и надежности электронных средств». Он посвящен разработке конструкции электронного устройства (ЭУ). В процессе выполнения проекта 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 7 – 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

6.4 Требования к пояснительной записке

Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105 – 95.

Пояснительная записка к курсовому проекту выполняется на листах белой бумаги формата А4 с одной стороны.

Все страницы пояснительной записки имеют нумерацию. Титульный лист имеет номер 1 и входит в общую нумерацию страниц. Номер на титульном листе не ставится. Страницы нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу страницы.

Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

Титульный лист

Лист задания на курсовой проект

Содержание

Введение

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.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

1. Долгов, Г. Ф. Конструирование и технология электронных средств : учеб. пособие для студентов по выполнению, оформ. и защите вып. квалификац. работы бакалавра / Г. Ф. Долгов, Т. Н. Фролова; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. – 107 с. – ISBN 978-5-9984-1353-7. — Текст: электронный // URL: <https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/8928/1/02152.pdf> (дата обращения 30.08.2024).

2. Воронина, О. А. Эксперимент при конструировании и технологии электронных средств: планирование, проведение, анализ: учебное пособие / О. А. Воронина, В. А. Лобанова. – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019. – 282 с. – ISBN 978-5-9929-0783-4. – Текст: электронный URL: https://elib.oreluniver.ru/media/attach/note/2020/voronina_eksperiment_pri_konstruirovanii.pdf (дата обращения 30.08.2024).

Дополнительная литература

1. Ламанов, А. И. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Допуски формы и расположения поверхностей. Показатели надежности радиоэлектронных средств : учебное пособие по курсу «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» / А. И. Ламанов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 32 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31136.html> (дата обращения: 30.08.2024).

2. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий : учебное пособие / М. В. Головицына. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 503 с. — ISBN 978-5-4497-3471-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142299.html> (дата обращения: 30.08.2024).

3. Жаднов, В. В. Расчет надежности электронных модулей: научное издание. – "Солон-Пресс", 2018 – 232 с. ISBN 978-5-87789-077-0..— Текст: электронный // URL: <https://obuchalka.org/20210709134041/raschet-nadejnosti-elektronnih-modulei-nauchnoe-izdanie-jadnov-v-v-2018.html> (дата обращения 30.08.2024)

4. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлева и

др.; под об.ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с. ISBN 5-7038-1765-X. — Текст: электронный // URL: <https://djvu.online/file/U4VF49MDnTWBt> (дата обращения 30.08.2024)

5. Камышная, Э. Н. Конструкторско-технологические расчеты электронной аппаратуры : учеб. пособие / Э. Н. Камышная, В. В. Маркелов, В. А. Соловьев. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 165 с. ISBN 978-5-7038-3943-0. — Текст: электронный // URL: https://urss.ru/images/add_ru/190494-1.pdf (дата обращения 30.08.2024)

6. Зеленский, А. В. Основы конструирования электронных средств: учеб. для студентов вузов / А. В. Зеленский, Г. Ф. Краснощекова. — Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. — 228 с. — ISBN 978-5-7883-0911-8. — Текст: электронный // URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Osnovy-konstruirovaniya-elektronnyh-sredstv-Elektronnyi-resurs-ucheb-po-napravleniyam-ukrupn-gruppy-210000-Elektron-tehnika-radiotekhnika-i-svyaz-54529/1/Зеленский%20А.В.%20Основы%20конструирования.pdf> (дата обращения 30.08.2024)

7. Зеленский, В.А. Основы конструкторско-технологического проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие / В.А. Зеленский. — Самара: Изд-во СГАУ, 2016. — 80 с. — ISBN 978-5-7883-1067-1. — Текст: электронный // URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Osnovy-konstrukskotekhnologicheskogo-proektirovaniya-radioelektronnyh-sredstv-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-59129/1/Зеленский%20В.А.%20Основы.pdf> (дата обращения 30.08.2024)

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

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — 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/>. — 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 HT-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>
<i>Лаборатория силовой электроники и автоматизированных систем управления (25 посадочных мест)</i> для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, <u>оборудованная учебной мебелью, специализированными лабораторными стендами, осциллографами, источниками питания, генераторами сигналов и др. специализированным оборудованием</u>	ауд. <u>211</u> корп. <u>3</u>

Лист согласования РПД

Разработали:

Ст.преп. кафедры
электроники и радиофизики
(должность)



(подпись)

В.И. Ушаков

(Ф.И.О.)

Ст.преп. кафедры
электроники и радиофизики
(должность)

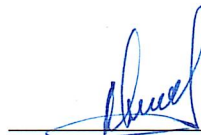


(подпись)

А.В. Еремина

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики



(подпись)

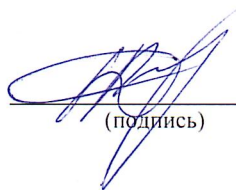
А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электроники и радиофизики

от 30.08.2024 г.

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



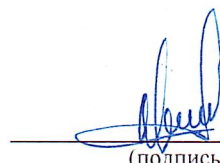
(подпись)

В.В. Дьячкова

(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки 11.03.04
Электроника и нанoeлектроника
(профиль подготовки
«Промышленная электроника»)



(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	