

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники
наименование факультета
/ В.А. Небольсин /
подпись *И.О. Фамилия*
31 августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

**«Б1.В.ДВ.03.02 Методы и средства защиты РЭС от механических
воздействий»**

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 11.04.03 – Конструирование и технология
электронных средств

код и наименование направления подготовки/специальности

Профиль Автоматизированное проектирование и технология
радиоэлектронных средств специального назначения

название профиля/программы

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 мес.

очная/заочная

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор(ы) программы



М.А. Ромащенко

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры



А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП



А.В. Башкиров

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у магистрантов углубленных знаний по анализу надежности и долговечности радиоэлектронного оборудования, выбору основных направлений по повышению показателей надежности на стадии проектирования оборудования и его эксплуатации.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Дать развернутое представление об общих задачах надежности, технической диагностики и методах их решения; заложить основы вероятностного восприятия физических явлений и дать знание соответствующего математического аппарата; приложить общие положения надежности и технической диагностики к процессу технической эксплуатации радиоэлектронных средств и проиллюстрировать их возможности в решении конкретных технических задач. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства защиты РЭС от механических воздействий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы и средства защиты РЭС от механических воздействий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - проектировать функциональные блоки, модули, устройства, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать методы и средств защиты РЭС от механических воздействий.
	уметь пользоваться специализированной научно-технической литературой для проведения защитных мероприятий направленных против внешних механических воздействий.
	владеть навыками проведения расчетов конструкции РЭС на воздействие ударов, вибраций, линейных и не линейных ускорений. Методами

активной и пассивной защиты РЭС от механических воздействий.
--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и средства защиты РЭС от механических воздействий» составляет 5 зачетных единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2	3		
Аудиторные занятия (всего)	88	26	62		
В том числе:					
Лекции	36	18	18		
Практические занятия (ПЗ)	16	8	8		
Лабораторные работы (ЛР)	36		36		
Самостоятельная работа	47	10	37		
Курсовой проект (есть, нет)	есть		есть		
Контрольная работа (есть, нет)	нет				
Часы на контроль	45		45		
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)		зачет	экзамен		
Общая трудоемкость	час	180			
	зач. ед.	5	1	4	

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3 (зимняя)	4 (летняя)		
Аудиторные занятия (всего)	20	10	10		
В том числе:					
Лекции	4	2	2		
Практические занятия (ПЗ)	8	4	4		
Лабораторные работы (ЛР),	8	4	4		
Самостоятельная работа	147	76	71		
Курсовой проект (есть, нет)			есть		
Контрольная работа (есть, нет)	нет				
Часы на контроль	13	4	9		
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)		зачет	экзамен		
Общая трудоемкость	час	180	90	90	
	зач. ед.	5	2,5	2,5	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие вопросы конструирования РЭС	Введение. Основные определения теории надежности. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Возникновение проблемы надежности Технические требования на разработку приборов	6	2	6	8	22
2	Методы повышения надежности РЭС	Условия эксплуатации приборов. Методы повышения надежности элементов. Методы повышения надежности систем.	6	2	6	8	22
3	Повышение надежности путем структурной избыточности	Виды резервирования. Показатели надежности систем со структурной избыточностью. Оптимизация резервирования.	6	2	6	8	22
4	Обеспечение надежности на этапах эксплуатации	Основные характеристики процесса эксплуатации приборов. Изменения параметров в процессе эксплуатации. Стратегия технического обслуживания по наработке. Стратегия технического обслуживания по состоянию	6	2	6	8	22
5	Обеспечение стойкости и устойчивости РЭС при температурных воздействиях. Защита РЭС от внешних их воздействий	Основные задачи и процедуры теплового проектирования устройств и комплексов приборов. Методы и средства теплового проектирования в современных САПР приборов.	6	4	6	8	24

6	Защита РЭС от механических воздействий	Основные задачи и процедуры механического проектирования конструкций приборов. Задачи механического анализа конструкций приборов. Средства комплексного анализа механического характеристик электронных модулей приборов.	6	4	6	7	23
Итого			36	16	36	47	135

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие вопросы конструирования РЭС	Введение. Основные определения теории надежности. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Возникновение проблемы надежности. Технические требования на разработку приборов	0,5	1	1	17	19,5
2	Методы повышения надежности РЭС	Условия эксплуатации приборов. Методы повышения надежности элементов. Методы повышения надежности систем.	0,5	1	1	18	20,5
3	Повышение надежности путем структурной избыточности	Виды резервирования. Показатели надежности систем со структурной избыточностью. Оптимизация резервирования.	0,5	1	1	18	20,5
4	Обеспечение надежности на этапах эксплуатации	Основные характеристики процесса эксплуатации приборов. Изменения параметров в процессе эксплуатации. Стратегия технического обслуживания по наработке. Стратегия технического обслуживания по состоянию	1	2	2	38	43
5	Обеспечение стойкости и устойчивости РЭС при температурных воздействиях. Защита РЭС от внешних их воздействий	Основные задачи и процедуры теплового проектирования устройств и комплексов приборов. Методы и средства теплового проектирования в современных САПР приборов.	1	2	2	38	43
6	Защита РЭС от механических воздействий	Основные задачи и процедуры механического проектирования конструкций приборов. Задачи механического анализа конструкций приборов. Средства комплексного анализа механического характеристик электронных модулей приборов.	0,5	1	1	18	20,5
Итого			4	8	8	147	167

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1.

Испытание приборов и систем на тепло и холод.

Лабораторная работа №2.

Испытание приборов и систем на вибрацию и удар.

Лабораторная работа №3.

Испытание приборов и систем на механические воздействия.

Лабораторная работа №4

Расчет теплового режима приборов и систем на ЭВМ.

Лабораторная работа №5

Расчет механических воздействий приборов на ЭВМ

Лабораторная работа №6

Граничные и матричные испытания приборов и систем

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для студентов очного обучения и в 4 семестре (летняя сессия) для студентов заочного обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет показателей надежности радиоэлектронного средства» по вариантам:

- определение статистических вероятностей безотказной работы устройства.
- расчет надежности системы с поэлементным резервированием.
- резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом.
- скользящее резервирование при экспоненциальном законе надежности.
- расчет показателей надежности резервированных устройств с учетом восстановления

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- обзор современного состояния в области моделирования и анализа показателей надежности радиоэлектронного средства;
- описание программного комплекса применяемого для решения поставленной задачи в соответствии с выданным вариантом;
- практическое выполнение моделирования и анализа показателей надежности радиоэлектронного средства.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку и приложение с графической частью.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать методы и средств защиты РЭС от механических воздействий.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться специализированной научно-технической литературой для проведения защитных мероприятий направленных против внешних механических воздействий.	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения расчетов конструкции РЭС на воздействие ударов, вибраций, линейных и не линейных ускорений. Методами активной и пассивной защиты РЭС от механических воздействий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ при выполнении курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения и в 3 семестре (зимняя сессия) для заочной формы обучения по системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	знать методы и средств защиты РЭС от механических воздействий.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь пользоваться специализированной научно-технической литературой для проведения защитных мероприятий направленных против внешних механических воздействий.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения расчетов конструкции РЭС на воздействие ударов, вибраций, линейных и не линейных ускорений. Методами активной и пассивной защиты РЭС от механических воздействий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения и в 4 (летняя сессия) для заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-3	знать методы и средств защиты РЭС от механических воздействий.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться специализированной научно-технической литературой для проведения защитных мероприятий направленных против внешних механических воздействий.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения расчетов конструкции РЭС на воздействие ударов, вибраций, линейных и нелинейных ускорений. Методами активной и пассивной защиты РЭС от механических воздействий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Показатели приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) транспортно-заготовительные;
- б) конструктивные;
- в) технологические;
- г) инновационные
- д) экономические;
- е) эксплуатационные.

2. Вибрацию свыше 140 дБ считают:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) полигармонической вибрацией;
- б) линейным ускорением;
- в) гармонической вибрацией;
- г) акустическим шумом.

3. Назовите металл с самой высокой коррозионной стойкостью:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) медь (Cu);

- б) железо (Fe);
- в) алюминий (Al);
- г) свинец (Pb).

4. Влияние влаги на РЭС приводит к изменению свойств материалов элементов Г конструкции S, в свою очередь приводящие к изменению:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) свойств самих элементов Г, а затем - систем S;
- б) свойств системы S, а затем элементов Г;
- в) повышению расходов на эксплуатацию;
- г) все ответы неправильные.

5. Для чего необходима систематизация факторов, влияющих на работу прибора ?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) чтобы наиболее эффективно организовать моделирование;
- б) для контроля над качеством конструкций РЭС;
- в) для выявления ошибок при проектировании;
- г) чтобы наиболее эффективно организовать процесс проектирования при определенном уровне знаний о нем.

6. Какие факторы влияют на процесс испытания прибора и определяют результат ?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) системные и условия эксплуатации;
- б) факторы окружающей среды;
- в) человеческие факторы;
- г) все перечисленные факторы.

7. Назовите материал с высокими демпферными характеристиками:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) фетр;
- б) резина;
- в) эпоксидная смола;
- г) керамика.

8. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) определить собственную частоту;
- б) определить коэффициент передачи колебаний;
- в) при известном диапазоне внешних воздействий - определить защищенность объекта и предложить способ повышения защищенности;
- г) все ответы не полные

9. Защиты конструкции с перфорированными оболочками приводит к:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) повышению теплообмена по сравнению с монолитными;
- б) перегреву РЭ изделия;
- в) все ответы правильные;
- г) значительному уменьшению геометрических размеров конструкции.

10. Этапы развития конструкций приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) системотехнический;

- б) математический;
- в) схемотехнический;
- г) конструкторско-технологический;
- д) инновационный.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. ТЗ на изготовление прибор формируется на основании ...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) назначения изделия;
- б) заявки на разработку;
- в) технических требований;
- г) желания заказчика.

2. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) от -1 C^0 до 10 C^0 ;
- б) от -15 C^0 до 45 C^0 ;
- в) от $+3\text{ C}^0$ до $+25\text{ C}^0$;
- г) от 15 C^0 до 30 C^0

3. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) миниатюризация;
- б) повышение КПД;
- в) увеличение размеров радиоэлектронных модулей;
- г) повышение потребляемой мощности радиоэлектронных средств.

4. Нормальными условиями принято считать

- а) $p=101325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$
- б) $p=760\text{ мм.рт.ст}$, $t=0\text{ }^\circ\text{C}$
- в) $p=101325\text{ Па}$, $t=20^\circ\text{C}$
- г) $p=101,325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$

5. Места установки приборов, характеризующиеся наименьшим коэффициентом влияния на надежность.

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) лабораторные благоустроенные помещения и мощная ракета;
- б) лабораторные благоустроенные помещения и самолет;
- в) стационарные наземные помещения и мощная ракета;
- г) защищенные отсеки кораблей и управляемый снаряд.

6. Что характеризует вибропрочность РЭС ?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) устойчивость параметров работы РЭС;
- б) устойчивость конструкции РЭС;
- в) последовательный выход из строя блоков РЭС;
- г) все варианты правильные.

7. Что представляет собой контроль прибора ?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при нормальных условиях;
- б) это измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при механических воздействиях;
- в) это измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при климатических воздействиях;
- г) все ответы неправильные.

8. Наличие паразитных связей в ЭС обусловлено:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) увеличением плотности токов в схемах;
- б) применением систем на кристалле;
- в) повышении плотности электро монтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

9. К чему приводит наличие влажности на поверхности полупроводниковых приборов ?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) к электрохимической и химической коррозии;
- б) к накоплению зарядов в полупроводнике под влиянием поверхностных ионов;
- в) к увеличению диэлектрической проницаемости;
- г) к потере и утечке в диэлектриках.

10. Под механическим колебанием элементов аппаратуры или конструкции в целом понимается:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) перегрузка;
- б) вибрация;
- в) тряска;
- г) толчки.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа $\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1+kt}$. Требуется найти зависимость от времени вероятности безотказной работы изделия. Определить вероятность безотказной работы за 100 часов, если $k=2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.

Варианты ответа:

- а) 0,975;
- б) 0,897;
- в) 0,998;
- г) 0,796;
- д) 0,97.

2. Пластинчатый радиатор длиной $l=0,2$ м, шириной $a=0,15$ м охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой $t_0=20$ °С. Скорость набегающего потока воздуха $w_0=3$ м/с. Температура поверхности радиатора $t_p=90$ °С. Найдите коэффициент теплоотдачи радиатора и количество отдаваемой теплоты. Следует считать режим движения воздушной среды ламинарным и охлаждается только одна сторона радиатора.

Варианты ответа:

- а) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=2,65 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=8 \text{ Вт}$;
- б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=10 \text{ Вт}$;
- в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=12 \text{ Вт}$;
- г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=14 \text{ Вт}$;
- д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=15 \text{ Вт}$.

3. В процессе приработки электронных средств из 120 штук вышло из строя 10. Требуется вычислить вероятность исправной работы и вероятность отказа ЭС на начальном этапе эксплуатации.

Варианты ответа:

- а) 0,68 и 0,02;
- б) 0,72 и 0,04;
- в) 0,76 и 0,05;
- г) 0,82 и 0,07;
- д) 0,92 и 0,08.

4. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания $P(t_3)=0,81$. Требуется рассчитать: время работы; коэффициент готовности; время наработки на отказ.

Варианты ответа:

- а) 32 часа; 0,485; 10,3 часа;
- б) 47 часов; 0,562; 12 часов;
- в) 64 часа; 0,729; 13,5 часов;
- г) 72 часа; 0,853; 15,5 часов;
- д) 82 часа; 0,922; 17,5 часов.

5. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в разгах и дБ.

Варианты ответа:

- а) $1,12 \cdot 10^{10}$ раз и 251,1 дБ;
- б) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ;
- в) $1,22 \cdot 10^9$ раз и 96,33 дБ;
- г) $1,22 \cdot 10^{14}$ раз и 144,11 дБ;
- д) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ.

6. Радиоэлектронное средство состоит из трех модулей, с интенсивностями отказов: $\lambda_1=10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_2=10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_3=10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Второй модуль проработал исправно 100 часов, а третий 200 часов. Первый модуль работал исправно 300 часов. Требуется найти вероятность безотказной работы всего радиоэлектронного средства за 300 часов работы.

Варианты ответа:

- а) 0,967;
- б) 0,972;
- в) 0,981;
- г) 0,985;
- д) 0,992.

7. Амперметр с пределами измерений I_n показывает I_x . Погрешность от подключения амперметра в цепь Δs . Среднее квадратическое отклонение показаний прибора σ_I . Требуется рассчитать доверительный интервал для истинного значения измеряемой силы тока цепи с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p=2$). Исходные данные: $I_n = 10$ А, $I_n = 9$ А, $\Delta s = +0,4$ А, $\sigma_I = 0,4$ А.

Варианты ответа:

- а) [6,2; 7,8];
- б) [6,9; 8,3];
- в) [7,8; 9,4];
- г) [8,4; 8,9];
- д) [9,0; 9,9].

8. Радиоэлектронная система состоит из пяти резервных блоков. Вероятность отказа каждого из блоков за время t равна 0,25. Требуется определить вероятность того, что за время t будет исправен хотя бы один блок; откажут все пять блоков.

Варианты ответа:

- а) 0,011; 0,002;
- б) 0,013; 0,011;
- в) 0,012; 0,001;
- г) 0,015; 0,022;
- д) 0,015; 0,001.

9. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м². Под изоляцией температура поверхности 450 °С, а температура внешней поверхности теплоизоляции 50 °С. Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита ($\lambda=0,09+0,0000872 \cdot t$ Вт/(м·К)); б) изоляция сделана из асботермита ($\lambda=0,109+0,000146 \cdot t$ Вт/(м·К)).

Варианты ответа:

- а) $\delta_1=0,0994$ м; $\delta_2=0,129$ м;
- б) $\delta_1=0,0788$ м; $\delta_2=0,11$ м;
- в) $\delta_1=0,12$ м; $\delta_2=0,33$ м;
- г) $\delta_1=1,2998$ м; $\delta_2=0,312$ м;
- д) $\delta_1=0,0054$ м; $\delta_2=0,009$ м.

10. Известно, что вероятность исправной работы ЭС на интервале времени от 100 до 200 часов составила 0,98. Число испытываемых изделий $N_0= 1000$ шт., число отказов в указанном интервале – 5. Требуется найти число ЭС исправных к моменту 100 и 200 часов.

Варианты ответа:

- а) 220 и 215;
- б) 225 и 235;
- в) 230 и 240;
- г) 240 и 240;
- д) 250 и 245.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Какое влияние оказывает тепло (холод) на ЭРЭ, конструктивные элементы и РЭС в целом?

2. Как классифицируются испытания на температурные воздействия?
3. Какие различия в проведении испытаний тепловыделяющих и не тепловыделяющих изделий?
4. Как устроены испытательные камеры тепла (холода)?
5. Какими способами нагревается (охлаждается) испытательная среда? Их достоинства и недостатки.
6. Чем отличается испытание на теплоустойчивость от испытаний на теплостойкость?
7. Как измеряется и регулируется температура в испытательных камерах?
8. Какое влияние оказывает вибрация на РЭС и ее элементы?
9. Как классифицируются испытания на вибрационные нагрузки?
10. Каковы различия между испытаниями на виброустойчивость и вибропрочность?
11. Какими методами испытывается РЭС на вибропрочность?
12. Поясните принцип работы и устройство электродинамического вибростенда?
13. Как устроены центробежные вибростенды?
14. Как измеряются параметры вибрации?
15. Как определяются резонансные частоты изделий?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Испытание на воздействие повышенного гидростатического давления.
2. Испытание на воздействие соляного тумана.
3. Испытания на внешнее воздействие воды.
4. Испытание на ветроустойчивость.
5. Испытание на герметичность.
6. Испытания на биологические воздействия.
7. Испытания на воздействия плесневых грибов.
8. Испытания на устойчивость материалов к воздействию термитов.
9. Испытание изделий и материалов РЭС на устойчивость к воздействию грызунов.
10. Специальные виды космических испытаний.
11. Методы и технология проведения испытаний РЭС на механические воздействия.
12. Испытание на определение резонансных частот конструкции.
13. Испытание на виброустойчивость и вибропрочность.
14. Испытание на вибропрочность.
15. Испытания на ударную прочность.
16. Испытания на воздействие линейного ускорения.
17. Испытания на воздействие акустического шума.
18. Методика и технология проведения радиационных испытаний РЭС.
19. Радиоационная стойкость РЭС.
20. Системные методы в конструировании и технологии производства РЭС
21. Математические модели устройств, конструкций и технологических

процессов производства РЭС. Понятие математической модели.

22. Классификация математических моделей (детерминированные, вероятностные, статистические, статические, динамические).

23. Методы построения моделей.

24. Математические модели компонентов РЭС.

25. Математические модели активных элементов.

26. Математические модели пассивных элементов.

27. Экспериментальные методы построения математических моделей РЭС и технологических процессов производства РЭС.

28. Математические модели отказов устройств РЭС..

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал 10 и более баллов.

2. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент менее 10 баллов

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса, по одному по каждой из тем, и 3 задачи, по одной по каждой из тем. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 5 баллов, при допуске арифметической ошибки – 4 балла, при правильном ходе незаконченного решения – 3 балла, при продвижении в решении – 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 18.

- оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

- оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 9 баллов

- оценка «хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов.

- оценка «отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 18 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общие вопросы конструирования РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта
2	Методы повышения надежности РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ,

			защита курсового проекта
3	Повышение надежности путем структурной избыточности	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта
4	Обеспечение надежности на этапах эксплуатации	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта
5	Обеспечение стойкости и устойчивости РЭС при температурных воздействиях. Защита РЭС от внешних их воздействий	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта
6	Защита РЭС от механических воздействий	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Турецкий А.В. Методы обеспечения надежности радиоэлектронных средств: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф.

данные (5,0 Мб) / А.В. Турецкий, В.А. Шуваев. -Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014

2. Турецкий А.В. Методы обеспечения надежности: практикум (учебное пособие) Учеб. пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 116 с. 117 с.

3. Ламанов, А. И. Защита радиоэлектронных средств от вредного воздействия внешних факторов : учебное пособие / А. И. Ламанов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 78 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58388> (дата обращения: 31.08.2021).

4. Смирнов, С. Г. Методы защиты от вибраций : методические указания / С. Г. Смирнов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 20 с. — ISBN 978-5-7038-4299-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103470> (дата обращения: 31.08.2021).

5. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1552-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168617> (дата обращения: 31.08.2021).

6. Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-3529-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113384> (дата обращения: 31.08.2021).

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

программный комплекс «Компас 3D»

программный комплекс Altium designer (учебная лицензия)

<http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам

http://www.rsci.ru/grants/grant_news/ - новости о грантах

<http://www.fips.ru/> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://www.rupto.ru/> - Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент)

<https://old.education.cchgeu.ru/> - электронная информационно-обучающая система ВГТУ

<https://docplan.ru/> - база данных ГОСТ

www.elibrary.ru/ - электронная библиотека

<https://www.iprbookshop.ru/> , <https://e.lanbook.com/> - электронные библиотечные системы

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и средства защиты РЭС от механических воздействий» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров электромагнитной совместимости. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Студент должен выполнять этапы курсового проекта своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта. Освоение дисциплины оценивается на зачете и экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр

	рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--