

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
радиотехники и электроники
_____ В.А. Небольсин

«29» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

«Б1.В.ДВ.01.01 Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем»

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 – Приборостроение
Магистерская программа "Автоматизированное проектирование приборов и комплексов"

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года 3 месяца

Форма обучения Заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____  /Никитин Л.Н./

И.о. заведующего кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____  /Муратов А.В./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Состоит в формировании у магистрантов базовых знаний по анализу надежности и долговечности приборов и систем, 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; заложить основы вероятностного восприятия физических явлений и дать знание соответствующего математического аппарата. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем» относится к дисциплинам по выбору блока Б1.В.ДВ.01.01 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-1 - Способен получать математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, разрабатывать новые или выбирать готовые алгоритмы решения задачи.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать основные способы математического моделирования надёжности устройств и систем
	уметь пользоваться специализированными методами и алгоритмами расчета надежности приборов
	владеть навыками использования автоматизированных программных продуктов для моделирования приборов и систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се- местр
		2
Аудиторные занятия (всего)	45	45
В том числе:		
Лекции	9	9
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	99	99
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость	час 180	144
	экзамен. ед.	36

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се- местр
		2
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	159	159
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость	час 180	171
	экзамен. ед.	9

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Общие вопросы надежности приборов и систем	Введение. Основные определения теории надежности. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Возникновение проблемы надежности Технические требования на разработку приборов и систем.	1	2	2	16	21
2	Методы повышения надежности приборов и систем	Условия эксплуатации приборов. Методы повышения надежности элементов. Методы повышения надежности систем.	1	2	2	16	21
3	Повышение надежности путем структурной избыточности	Виды резервирования. Показатели надежности систем со структурной избыточностью. Оптимизация резервирования.	1	2	2	16	21
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	2	4	4	17	27
5	Обеспечение стойкости и устойчивости приборов при температурных воздействиях.	Основные задачи и процедуры теплового проектирования устройств и комплексов приборов. Методы и средства теплового проектирования в современных САПР приборов.	2	4	4	17	27
6	Защита приборов и систем от механических воздействий	Основные задачи и процедуры механического проектирования конструкций приборов и систем. Задачи механического анализа конструкций приборов и систем. Средства комплексного анализа механических характеристик электронных модулей приборов и систем.	2	4	4	17	27
		Итого	9	18	18	99	144

Заочная форма обучения

	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Общие вопросы надежности	Введение. Основные определения теории надежности. Цель и задачи	1	1	1	26	29

	приборов и систем	курса. Основные понятия и определения. Возникновение проблемы надежности Технические требования на разработку приборов и систем.					
2	Методы повышения надежности приборов и систем	Условия эксплуатации приборов. Методы повышения надежности элементов. Методы повышения надежности систем.	1	-	1	26	28
3	Повышение надежности путем структурной избыточности	Виды резервирования. Показатели надежности систем со структурной избыточностью. Оптимизация резервирования.	-	-	1	26	27
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	27	28
5	Обеспечение стойкости и устойчивости приборов при температурных воздействиях.	Основные задачи и процедуры теплового проектирования устройств и комплексов приборов. Методы и средства теплового проектирования в современных САПР приборов.	1	-	1	27	29
6	Защита приборов и систем от механических воздействий	Основные задачи и процедуры механического проектирования конструкций приборов и систем. Задачи механического анализа конструкций приборов и систем. Средства комплексного анализа механических характеристик электронных модулей приборов и систем.	1	1	1	27	30
		Итого	4	2	6	159	171

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет надежности технических объектов по показателям надежности комплектующих элементов.
2. Разработка требований ТЗ по надёжности
3. Статистический анализ параметров и показателей надежности
4. Математико – статистические методы обработки малых выборок
5. Обоснование объема сертификационных и приемочных испытаний технических и программных средств

5.3 Перечень практических работ

1. Определение количественных характеристик надёжности изделия
2. Последовательное соединение элементов в систему
3. Расчет надёжности системы с постоянным резервированием
4. Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсовой работы.

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-1	знать основные способы математического моделирования надёжности устройств и систем	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться специализированными методами и алгоритмами расчета надёжно-	Решение стандартных практических задач, при выполнении	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	сти приборов	лабораторных работ.		
	владеть навыками использования автоматизированных программных продуктов для моделирования приборов и систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ при выполнении лабораторных работ.	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 и заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать основные способы математического моделирования надёжности устройств и систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться специализирован-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	ными методами и алгоритмами расчета надежности приборов					
	владеть навыками использования автоматизированных программных продуктов для моделирования приборов и систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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. 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.

2. Назовите материал с высокими демпферными характеристиками:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

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. Этапы развития конструкций приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

5. Показатели приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

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. Вибрацию свыше 140 дБ считают:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

8. 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.

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. 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.

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. 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

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) $p=101,325$ Па, $T=273,15$ К

5. 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) повышение плотности электро монтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

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. 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.

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. 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.

2. 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.

3. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа $\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1+k}$. 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.

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. 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.

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: $I_n = 10 \text{ А}$, $I_n = 9 \text{ А}$, $\Delta s = +0,4 \text{ А}$, $\sigma_I = 0,4 \text{ А}$.

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. 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.

9. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м^2 . Под изоляцией температура поверхности $450 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура внешней поверхности теплоизоляции $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита ($\lambda=0,09+0,0000872 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$); б) изоляция сделана из асботермита ($\lambda=0,109+0,000146 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

Варианты ответа:

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

10. Пластинчатый радиатор длиной $l=0,2 \text{ м}$, шириной $a=0,15 \text{ м}$ охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой $t_0=20 \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость набегающего потока воздуха $w_0=3 \text{ м/с}$. Температура поверхности радиатора $t_p=90 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 $\alpha=2,65 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $Q=8 \text{ Вт}$;
- б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $Q=10 \text{ Вт}$;
- в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $Q=12 \text{ Вт}$;
- г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $Q=14 \text{ Вт}$;
- д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; $Q=15 \text{ Вт}$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение зачета.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Цели и задачи испытаний РЭС.
2. Классификация видов, методов и технология испытаний.
3. Виды климатических испытаний РЭС.
4. Виды испытаний РЭС на механические воздействия.
5. Лабораторные и полигонные испытания РЭС.
6. Натурные испытания РЭС.
7. Приёмочные испытания.
8. Классификация испытаний РЭС по месту и функциям в серийном производстве.
9. Классификация испытаний по организационному уровню.
10. Классификация испытаний по видам воздействия на РЭС.
11. Общие принципы проведения испытаний.
12. Последовательный способ испытаний РЭС.
13. Параллельный способ испытаний.
14. Последовательно-параллельный способ испытаний.
15. Комбинированный способ испытаний.
16. Группы видов испытаний РЭС.
17. Планирование испытаний.
18. Выбор объектов испытаний.
19. Программа испытаний.
20. План проведения испытаний.
21. Основные виды испытаний на воздействие внешних факторов, проводимых на этапе разработки изделий.
22. Общие принципы построения и содержания методики испытаний.
23. Методика испытаний.
24. Требования к испытательному оборудованию.
25. Подборка изделий к испытаниям.
26. Особенности методики испытаний.
27. Испытания на повышенную температуру.
28. Испытания на пониженную температуру.
29. Испытания на изменение температур.
30. Метод 2-х камер. Метод двух жидкостных ванн. Комбинированный метод.
31. Испытание на воздействие инея и росы.
32. Испытания на воздействие солнечного излучения.
33. Испытание на воздействие пыли.
34. Испытание на воздействие динамической пыли.
35. Испытание на воздействие атмосферного давления.
36. Какие применяются виды моделей конструкций ЭС ?

37. Что понимается под гармонической и полигармонической вибрацией? Приведите их математические описания.
38. Как составляются конечно-разностные уравнения?
39. Что понимается под собственной формой колебаний, парциальной частотой?
40. В чем заключается основная идея метода конечных элементов?
41. Что понимается под усталостной долговечностью конструкции?
42. Расскажите о методике расчета усталостной долговечности.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Структура и классификация механических воздействующих факторов	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
2	Климатические воздействующих факторы на приборы и системы	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Конструкторское проектирование электронных средств. Выбор метода конструирования.	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Современные и перспективные виды виртуальных испытаний приборов и систем	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Системы защиты приборов от деструктивных	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос

	влияний		
6	Способы защиты приборов и систем от ионизирующего воздействия	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, КП
7	Обеспечение надежности приборов и систем	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, КП
8	Защита приборов и систем от солнечных и механических воздействующих факторов.	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, КП
9	Влагозащита и герметизация приборов и систем	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, КП
10	Особенности испытательных камер приборов и систем на космические воздействия.	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, КП

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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 «Во-

ронежский 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. Шураков В.В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных : Учебник. - М. : Статистика, 1981. - 216с. : ил.

4. Турецкий А.В , Шуваев В.А., Ципинв Н.В. Методические указания по курсовой работе по дисциплине «Методы обеспечения надежности», направление 211000.68 «Конструирование и технология электронных средств», программа подготовки магистров «Автоматизированное проектирование и технология»- ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; Воронеж 2013. 53 с. 117 с.

5. Никитин Л.Н Учебное пособие по выполнению практических занятий для бакалавров, обучающихся по направлению 211000.(62) «Конструирование и технология электронных средств» и 200100.62 «Приборостроение» / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический институт»; сост. Л. Н. Никитин. Воронеж, 2015. 133 с

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программный комплекс «Компас 3D LT», программа на ЭВМ Creo для проведения расчета надежности и виброустойчивости различных конструкций РЭС».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 234/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем» читаются лекции, проводятся лабораторные и занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта.

Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Самостоятельная занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий 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.

- Кроме того самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования и предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-

полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
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.
Практические занятия	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.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины **«Методы и средства обеспечения надежности приборов и систем»**

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 – Приборостроение
Магистерская программа "Автоматизированное проектирование приборов и комплексов"

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2019 г.

1.1. Цели изучения дисциплины

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

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

Перечень формируемых компетенций:

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 приборов и проиллюстрировать их возможности в решении конкретных технических задач

ПК-1 - Способен получать математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, разрабатывать новые или выбирать готовые алгоритмы решения задачи.

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 5 з.е.

Форма итогового контроля по дисциплине: экзамен
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)