

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
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.06.02 «Техническая диагностика РЭС»**

**Направление подготовки (специальность)** 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

**Профиль (специализация)** Проектирование и технология радиоэлектронных средств

**Квалификация выпускника** Бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года 11 месяцев

**Форма обучения** Очная / 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**

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении методов и устройств технической диагностики радиоэлектронных средств с целью повышения их качества, надежности, технологичности и экономической эффективности.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение методологии и приобретение знаний и навыков для проведения технической диагностики РЭС, изучение назначения и принципов действия основных методов технической диагностики РЭС, приобретение навыков диагностирования РЭС. Практическое освоение методик технической диагностики сложных радиоэлектронных электронных средств при одновременном воздействии механических и климатических факторов, воздействий электрических, магнитных и электромагнитных полей с учетом технологичности и экономичности. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Техническая диагностика РЭС» относится к дисциплинам по выбору блока Б1.В.ДВ.06.02 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Техническая диагностика РЭС» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-2-способен обеспечивать технологическую подготовку производства;  
ПК-4-способен разрабатывать программы и методики испытаний радиоэлектронных устройств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.
	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия
ПК-4	знать - основные понятия и методы контроля и диагностики электронных средств; - понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных

	средств и видах функционального и тестового диагностирования.
	уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.
	владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирования.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая диагностика РЭС» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-мestr
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	99	99
Курсовая работа	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	180	153
экзамен. ед.		27

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Сем.
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	161	161
Курсовая работа	+	

Контрольная работа			
Вид промежуточной 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

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы теории испытаний. Внутренние и внешние факторы воздействия на ЭС, контроль и испытание	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Внутренние факторы – процессы старения и износа последствия выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе электрических моторов. Внешние воздействующие факторы: действие окружающей среды (радиация, влажность, удары, вибрация..) Контроль приборов-измерение параметров при нормальных условиях эксплуатации. Испытание проборов - измерение параметров при одновременном воздействии внешних факторов	4	-	6	4	14
2	Контроль и испытания РЭС .Испытания на механические воздействия.	Проведение испытаний на воздействие вибраций Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа- сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Определение резонансных частот. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Виды вибростендов. Структурные схемы виброустановок. Испытания на воздействия ударов. Модель системы испытаний на вибрацию и удар. Виды ударных стендов. Структурные схемы систем управления механическими испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний РЭС. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества РЭС.	4	-	8	12	24

3	Испытания на климатические воздействия. Техническое обеспечение испытаний	Классификация климатических испытательных камер и их классификация. Испытания на повышенные и пониженные температуры. Термодатчики. Испытания на воздействия солнечного излучения. Испытания на воздействия соляного тумана. Испытания на воздействие пыли. Испытательная камера на воздействие пыли	2		4	12	18
4	Испытание на биологическое, химическое и технологическое воздействия..	В процессе функционирования РЭС подвергается воздействию плесневых грибков, ржавчины, что приводит как правило, к отказу радиоэлектронных средств. В связи с этим проводятся испытания для оценки устойчивости РЭС на отмеченные воздействия. При проведении испытаний на биологическое воздействие определяется состав спор.	2	-	4	12	18
5	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения.	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения. Виды ионизирующего излучения. Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности.	2	-	4	8	16
6	Испытания на надежность, безотказность и ремонтнопригодность	Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности. Контрольные испытания на надежность(испытания на безотказность, на ремонтнопригодность, на сохраняемость, на долговечность).	4	-	8	12	24
		<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>99</b>	<b>153</b>

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Пра к зан.	Ла б. зан .	СРС	Вс его , час
1	Основы теории испытаний. Внутренние и внешние факторы воздействия на ЭС, контроль и испытание	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения .Внутренние факторы – процессы старения и износа последствия выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе электрических моторов. Внешние воздействующие факторы: действие окружающей среды (радиация, влажность, удары, вибрация..) Контроль приборов-измерение параметров при нор-	1	-	1	27	29

		мальных условиях эксплуатации. Испытание проборов - измерение параметров при одновременном воздействии внешних факторов					
2	Контроль и испытания РЭС .Испытания на механические воздействия.	Проведение испытаний на воздействие вибраций Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа- сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Определение резонансных частот. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Виды вибростендов. Структурные схемы виброустановок. Испытания на воздействия ударов. Модель системы испытаний на вибрацию и удар. Виды ударных стендов. Структурные схемы систем управления механическими испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний РЭС. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества РЭС		-	1	26	27
3	Испытания на климатические воздействия. Техническое обеспечение испытаний	Классификация климатических испытательных камер и их классификация. Испытания на повышенные и пониженные температуры. Термодатчики. Испытания на воздействия солнечного излучения. Испытания на воздействия соляного тумана. Испытания на воздействие пыли. Испытательная камера на воздействие пыли	0.5	-	1	27	28.5
4	Испытание на биологическое, химическое и технологическое воздействия..	В процессе функционирования РЭС подвергается воздействию плесневых грибков, ржавчины, что приводит как правило, к отказу радиоэлектронных средств. В связи с этим проводятся испытания для оценки устойчивости РЭС на отмеченные воздействия. При проведении испытаний на биологическое воздействие определяется состав спор	0.5	-	1	27	28.5
5	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения.	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения. Виды ионизирующего излучения. Цели определительных и контрольных ис-	1	-	1	27	29

		пытаний на показатели надежности.					
6	Испытания на надежность, безотказность и ремонтнопригодность	Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности. Контрольные испытания на надежность(испытания на безотказность, на ремонтнопригодность, на сохраняемость, на долговечность).	1	-	1	27	29
<b>Итого</b>			<b>4</b>		<b>6</b>	<b>161</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Применение программного комплекса Creо для анализа механических и тепловых нагрузок приборов;
2. Методы испытаний РЭС на механическую устойчивость;
3. Испытания на безотказность;
4. Расчет надежности радиоэлектронных средств на ЭВМ;
5. Расчет теплового режима радиоэлектронных средств на ЭВМ;
6. Расчет механических воздействий блоков РЭС на ЭВМ;
7. Граничные и матричные испытания РЭС;

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка методов и средств технической диагностики носимой КВ радиостанции на прочность при ударе».

Темой курсовой работы может являться разработка технического диагностирования наземного, бортового или морского радиоэлектронного устройства различного функционального назначения и задачи, связанные с оптимизацией в области диагностирования электронных средств. Курсовые работы исследовательского профиля связаны с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области защиты радио электронных средств от внешних воздействий.

Курсовая работа должна соответствовать следующим *требованиям*:

- быть выполненной на достаточном теоретическом уровне; включать анализ не только теоретического, но и эмпирического материала; основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема; иметь обязательные самостоятельные выводы после каждой главы и в заключении работы; иметь необходимый объем;

- быть оформленной по стандарту и выполненной в указанные сроки.

Работа над темой состоит из трех этапов: подготовительного, рабочего

и заключительного.

Курсовая работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

## **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».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-2	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать - основные понятия и методы контроля и диагностики электронных средств; - понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных средств и видах функционального и тестового диагностирования.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	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 4 семестре для очной формы обучения по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-2	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-4	знать - основные понятия и методы контроля	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	<p>и диагностики электронных средств; - понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных средств и видах функционального и тестового диагностирования.</p>					
	<p>уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирования</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	ния.					
--	------	--	--	--	--	--

## **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. Что представляет собой контроль РЭС ?**

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;

#### **2. 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.

#### **3. Какие основных требования, предъявляют к ЭРС при вибрационных воздействиях.**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) устойчивость к вибрации;
- б) устойчивость к температурным перепадам;
- в) устойчивость к радиации;
- г) устойчивость к низким температурам.

#### **4. Для чего необходима систематизация факторов, влияющих на работу РЭС ?**

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

**5. Какие факторы влияют на процесс испытания РЭС 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.

**6. В каких единицах измеряется надежность РЭС ?**

- а) в амперах;
- б) безразмерная величина,;
- в) в пикафорадах;
- г) в процентах;
- д) в децибелах

**7. 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 электромонтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

**8. 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.

**9. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**10. 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

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

#### 1. Назовите материал с высокими демпферными характеристиками:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

#### 2. 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).

#### 3. Этапы развития конструкций приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

#### 4. Показатели приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

#### 5. 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.

**6. Вибрацию свыше 140 дБ считают:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**7. 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.

**8. 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.

**9. 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.

**10. 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.

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

**1. 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.

**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. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания  $P(t_0)=0,81$ . 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.

**4. 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.

5. 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.

6. 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.

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

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 размах 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  $450 \text{ Вт/м}^2$ . 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. Цель и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Способы охлаждения.
2. Датчики на минусовые температуры. Методы испытаний.
3. Цель и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар. Особенности комбинированных камер.

4. Термодатчики. Особенности автоматического регулирования. Методы испытаний.
5. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Классификация и основные параметры камер.
6. Способы получения повышенной влажности. Средства измерения повышенной влажности.
7. Сорбционные и термодинамические средства измерений.
8. Методы испытаний: длительные, ускоренные и кратковременные испытания.
9. Цель и условия проведения испытания на воздействие солнечного излучения. Конструкция камеры с солнечной радиацией.
10. Источники и средства измерений солнечного излучения. Методы испытаний.
11. Цель и условия проведения испытаний на воздействие морского (соляного) тумана. Камеры и их основные параметры.
12. Способы получения морского тумана. Средства измерений. Методы испытаний.
13. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления. Барокамеры.
14. Термобарокамеры. Основные параметры испытательных режимов.
15. Взаимосвязь параметров давления и температуры. Средства измерений. Методы испытаний.
16. Цель и условия проведения испытаний на статическое и динамическое воздействие пыли.
17. Способы получения пыли в камерах. Средства оценки степени воздействия пыли на изделие
18. Цель и условия испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность
19. Оборудование для испытаний: ванны, баки, камеры дождя и другие виды.
20. Цель и условия испытаний на комбинированные воздействия: климатических факторов (например: холода, пониженного атмосферного давления и влажного тепла).
21. Условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) испытываемых изделий.
22. Цель натуральных испытаний. Основные условия реализации.
23. Цель и условия испытаний на воздействие плесневых грибков
24. Состав и контроль споровой суспензии.
25. Цель и условия испытаний РЭС на коррозионно-активные воздействия.
26. Вероятность не обнаружения отказа
27. Организация взаимодействия объекта со средствами диагностирования
28. Диагностическая ценность обследования. Показатели диагностирования. Достоверность диагностирования.
29. Показатели эффективности. Расчет коэффициента качества и эффективности
30. Основные причины возникновения отказов
31. Научно-исследовательская деятельность. Основное определение и этапы.

32. Производственно-технологическая деятельность. Основное определение и этапы.
33. Проектно-конструкторская деятельность. Основное определение и этапы.
34. Регулировка и опытная поверка оборудования.
35. Организационно-управленческая деятельность. Основное определение и этапы.
36. Монтажно-наладочная деятельность. Основное определение и этапы.
37. Каким образом происходит анализ научно-технической информации ?
38. Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов.
39. Автоматизированное проектирование и исследования
40. Проведение измерений, экспериментов и наблюдений, анализ результатов, составление описания проводимых исследований.
41. Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.
42. Основные отличия, отечественного и зарубежного опыта исследования.
43. По каким стандартам происходит составление отчета по выполненному заданию ?
44. Организация защиты объектов интеллектуальной собственности.
45. Организация защиты результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.
46. Профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний
47. Предотвращение экологических нарушений.
48. Особенности технико-диагностического контроля радиоэлектронных средств
49. Программные средства для подготовки документации
50. Структура научно-исследовательской статьи

#### **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 контроля электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
2	Факторы, определяющие надежность радио- электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Современные виды испытания радиоэлектронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Современные и перспективные виды контроля радиоэлектронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Способы защиты радиоэлектронных средств от механических нагрузок	ПК-2, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
6	Способы защиты электронных средств от ионизирующих воздействий.	ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
7	Способы обеспечения надежности электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
8	Механические характеристики ударных стенов.	ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
9	Влагозащита и герметизация радиоэлектронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
10	Особенности конструирования электронных средств с целью защиты от солнечного излучения.	ПК-2, ПК-4	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 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 курсовой работы 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. Давыдов П.С. Техническая диагностика РЭС и систем.-М.-Радио и связь,2003.383 с.

2. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование: Учеб. Пособие для вузов. Под ред. А. И. Коробова. – М.: Радио и связь, 1987.-272с.:ил.

3. . Байда Н.П., Неслора В.Н., Роик А.М., Самообучающие анализаторы производственных дефектов РЭА.М.: Радио и связь, 1991. – 256с

4..Никитин Л.Н.Лозовой И.А. Автоматизированные системы испытаний РЭС :Учеб.пособие.Воронеж:Воронеж.гос.техн.ун-т,2011.-83 с.

5. Никитин Л.Н. Испытания РЭА: Учеб. пособие. Воронеж:.гос.техн.ун-т,2008.-218 с

6. Никитин Л.Н. Испытания, контроль и диагностика радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2009. -250 с

7. Никитин Л.Н. Виртуальные методы испытаний: лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.Н. Никитин, И.А. Лозовой. Воронеж: ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический университет»,2011. 93 с

8. Никитин Л.Н Испытание радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 3.5 Мб.2013.

9. 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

10. Федотов В.К. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств / В.А. Федотов, Н.П. Сергеев. А.А. Кондрашин; под ред. В.К. Федотова. - М.: Техносфера, 2005. - 502с.

**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. 225/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

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

По дисциплине «Техническая диагностика РЭС» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, выполняется курсовая работа.

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.

- Практические 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, прора-

ботать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа 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; пометать 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 дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.