

**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 /

«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.ДВ.05.02 «Методы неразрушающего контроля»

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 – «Приборостроение»

Профиль (специализация) «Приборостроение»

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 мес.

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2016 г.

Автор программы

_____ /Никитин Л.Н../

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры

_____ / Муратов А.В./

Руководитель ОПОП

_____ /Муратов А.В./

Воронеж 2016

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении методов, устройств и специальных видов обеспечения для автоматизированных испытаний приборов с целью повышения их качества, надежности, технологичности и экономической эффективности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение методологии и приобретение знаний и навыков для проведения автоматизированных испытаний приборов, с применением современных методов прогнозирования результатов испытаний, с использованием стандартизации и элементов оригинальных разработок. Практическое освоение методик испытаний сложных приборов 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 «Методы неразрушающего контроля» относится к дисциплинам по выбору блока Б1.В.ДВ.05.02 учебного плана

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы неразрушающего контроля» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-4 - способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать методы и способы проведения испытаний при производстве приборов, модели устройств и виды испытаний приборов.
	уметь применять полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов, приобретать практические навыки виртуальных методов испытаний приборов результаты которых необходимы для планирования испытаний приборов с применением САПР.
	владеть навыками оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации, методами использования современных САПР при испытании приборов и систем.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы неразрушающего контроля» составляет 3 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-местр
		7
Аудиторные занятия (всего)	36	12
В том числе:		
Лекции	18	6
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	18	6
Самостоятельная работа	72	92
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Общая трудоемкость час зачет ед.	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-местр
		9
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	92	92
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Общая трудоемкость час зачет ед.	108	108
	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/ п	Наименование темы	очная форма обучения					
		Содержание раздела	Лек ц	Пра к зан.	Ла б. зан.	СРС	Вс его , час
1	Внутренние и внешние факторы воздействия на приборы	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения .Внутренние факторы – процессы старения и износа в следствии выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе внутри 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. Необходимость создания автоматизированных систем испытаний приборов. Изменение соотношения между длительностью контрольно-измерительных и испытательных операций (время измерений : испытания = 1 : 5). Автоматизация испытательных и диагностических операций залог повышения эффективности производства	4	-	8	7	19
2	Неразрушающий контроль и испытания, приборов	Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Структурная схема НК ИП. Модель автоматизированной системы испытаний. Общая схема системы управления качеством. Структурные схемы систем управления испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний приборов. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций - основа успеха в повышении каче-	4	-	8	7	19

		ства приборов					
3	Стадии развития неразрушающего контроля и испытаний приборов	Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Структурная схема НК ИП. Модель автоматизированной системы испытаний. Общая схема системы управления качеством. Структурные схемы систем управления испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний приборов. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества приборов	2		4	8	14
4	Виды обеспечения систем неразрушающего контроля и испытаний приборов: техническое, математическое, программное, информационное и лингвистическое обеспечение.	Условия функционирования НК ИП имеет следующий состав обеспечения: технический, математический, программный, информационный, лингвистический, организационный, методический и метрологический Техническое обеспечение неразрушающего контроля должно быть надежным. Комплекс технических средств должен быть достаточным для реализации всех функций, установленных в ТЗ и в его состав должны входить аппаратные средства, необходимые для выполнения наладки, проверки работоспособности системы	2	-	4	12	18
5	Устройства неразрушающего контроля при механических нагрузках	Программные комплексы совместно с ЭВМ образуют некоторую систему, предназначенную для моделирования механических процессов в проектируемой конструкции, возникающих при ударах и вибрациях. Такие системы называются имитационными включающие в себя следующие блоки: а) блок построения расчетной модели конструкции; б) блок проведения численных экспериментов; в) блок анализа результатов.	2	-	4	8	14
6	Методы виртуального контроля приборов при тепловых нагрузках.	Тепловое проектирование – проектирование конструкции, которое позволяет обеспечить требования к нормальному тепловому режиму приборов. При проведении виртуальных испытаний на воздействие	4	-	8	12	24

		тепла используют такое понятие как граничные условия описывающие к примеру распределения температуры по пространственным координатам. Проведя ряд ограничений и используя специальные программы строятся виртуальные модели на которых определяется устойчивость изделия к тепловым нагрузкам					
		Итого	18	-	18	72	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Пра к зан.	Ла б. зан .	СРС	Вс его , час
1	Внутренние и внешние факторы воздействия на приборы	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения .Внутренние факторы – процессы старения и износа вследствие выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе внутри 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. Необходимость создания автоматизированных систем испытаний приборов. Изменение соотношения между длительностью контрольно-измерительных и испытательных операций (время измерений : испытания = 1 : 5). Автоматизация испытательных и диагностических операций залог повышения эффективности производства	2	-	3	13	18
2	Неразрушающий контроль и испытания, приборов	Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Структурная схема НК ИП. Модель автоматизированной системы испытаний. Общая схема сис-	1	-	2	14	17

		темы управления качеством. Структурные схемы систем управления испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний приборов. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций - основа успеха в повышении качества приборов					
3	Стадии развития неразрушающего контроля и испытаний приборов	Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Структурная схема НК ИП. Модель автоматизированной системы испытаний. Общая схема системы управления качеством. Структурные схемы систем управления испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний приборов. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества приборов	1		2	14	17
4	Виды обеспечения систем неразрушающего контроля и испытаний приборов: техническое, математическое, программное, информационное и лингвистическое обеспечение.	Условия функционирования НК ИП имеет следующий состав обеспечения : технический, математический, программный, информационный, лингвистический, организационный, методический и метрологический Техническое обеспечение неразрушающего контроля должно быть надежным. Комплекс технических средств должен быть достаточным для реализации всех функций, установленных в ТЗ и в его состав должны входить аппаратные средства, необходимые для выполнения наладки, проверки работоспособности системы	1	-	2	13	16
5	Устройства неразрушающего контроля при механических нагрузках	Программные комплексы совместно с ЭВМ образуют некоторую систему, предназначенную для моделирования механических процессов в проектируемой конструкции, возникающих при ударах и вибрациях. Такие системы называются имитационными включающие в себя следующие блоки: а) блок построения расчетной модели конструкции; б) блок проведения численных экспериментов; в) блок анализа резуль-	2	-	3	14	19

		татов.					
6	Методы виртуального контроля приборов при тепловых нагрузках.	Тепловое проектирование – проектирование конструкции, которое позволяет обеспечить требования к нормальному тепловому режиму приборов. При проведении виртуальных испытаний на воздействие тепла используют такое понятие как граничные условия описывающие, к примеру распределения температуры по пространственным координатам. Проведя ряд ограничений и используя специальные программы, строятся виртуальные модели, на которых определяется устойчивость изделия к тепловым нагрузкам	1	-	2	14	17
		Итого	6		6	92	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Методы испытаний РЭС на механическую устойчивость;
2. Испытания на безотказность;
3. Изучение конструкции стенда для испытаний РЭС на воздействия тепла, влаги и холода;
4. Испытание РЭС на ударные нагрузки;
5. Испытание РЭС на воздействие вибрационных нагрузок;
6. Проведение статистических испытаний.

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-4	знать методы и способы проведения испытаний при производстве приборов, модели устройств и виды испытаний приборов.	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 полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов, приобретать практические навыки виртуальных методов испытаний приборов результаты которых необходимы для планирования испытаний приборов с применением САПР.	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 оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации, методами использования современных САПР при испытании приборов и систем.	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 7 и 9 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-4	знать методы и способы проведения испытаний при производстве приборов, модели устройств и виды испытаний приборов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов, приобретать практические навыки виртуальных методов испытаний приборов результаты которых необходимы для планирования испытаний приборов с	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	применением САПР.					
	владеть навыками оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации, методами использования современных САПР при испытании 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. 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.

2. Что характеризует вибропрочность прибора ?

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. Вибрацию свыше 140 дБ считают:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

4. 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.

5. 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.

6. Этапы развития конструкций приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

7. Показатели приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

8. В каких единицах измеряется надежность приборов:

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

д) в децибелах.

9. 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.

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.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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. 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.

3. 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.

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. 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.

6. 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. Наличие паразитных связей в приборах 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.

8. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

9. Нормальными условиями принято считать

- а) $p=101325$ Па, $T=273,15$ К
- б) $p=760$ мм.рт.ст, $t=0$ °С
- в) $p=101325$ Па, $t=20$ °С
- г) $p=101,325$ Па, $T=273,15$ К

10. 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.

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 $P(t_3)=0,81$. 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.

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 Δs . Среднее квадратическое отклоне-

ние 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. 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 Вт/м^2 . Под изоляцией температура поверхности 450°C , а температура внешней поверхности теплоизоляции 50°C . 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. 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 $\alpha=2,65$ Вт/(м²·К); $Q=8$ Вт;

б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87$ Вт/(м²·К); $Q=10$ Вт;

в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32$ Вт/(м²·К); $Q=12$ Вт;

г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12$ Вт/(м²·К); $Q=14$ Вт;

д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52$ Вт/(м²·К); $Q=15$ Вт.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. В чем заключается сущность метода непрерывных испытаний ?
2. Когда производится оценка непрерывных испытаний ?
3. Недостаток метода непрерывных испытаний.
4. Условия обеспечения вероятности безотказной работы.
5. Какие существуют способы измерения низких давлений ?
6. Для каких целей используются вероятностные кривые Пуассона ?
7. Приведите выражение определяющее долю потенциально ненадежных изделий в партии объемом N .
8. Поясните назначение приемочного числа C .
9. Что такое объем выборки ?
10. Как определить риск заказчика с помощью графика распределения Пуассона.
11. Для каких целей используют испытания на ремонтпригодность ?
12. Условия проведения испытаний на ремонтпригодность.
13. В каком случае используется одноступенчатый метод испытаний на ремонтпригодность ?
14. Особенности двухступенчатого контрольного метода на ремонтпригодность.

15. От чего зависит продолжительность испытаний на ремонтпригодность ?
16. Что подразумевает под собой проверка работоспособности прибора ?
17. Что такое юстировка ?
18. Какие существуют виды юстировки ?
19. Как производится механическая юстировка ?
20. Чем проверка прибора отличается от поверки и калибровки ?
21. Условия проведения испытаний на долговечность.
22. Как определяется предельная продолжительность на долговечность ?
23. Воздействию каких факторов подвергается изделие при испытании на долговечность ?
24. Для каких целей проводятся испытания на долговечность ?
25. Порядок оформления результатов испытаний.
26. В каком случае используется выборочный контроль ?
27. Приведите плотность распределения вероятностей параметра «А» при отсутствии погрешностей измерения.
28. В каком случае используется 100% контроль готовой продукции ?
29. Условия выбора гарантированного допуска на параметры изделия.
30. Какие существуют источники радиоактивного излучения ?
31. Обратимые и необратимые явления в электрорадио материалах.
32. Организация защиты от ионизирующего излучения.
33. Особенности испытаний на воздействие невесомости.
34. Структура испытательного центра на воздействие ИИ.
35. Какую роль играет диагностика ЭС ?
36. Три типа задач по определению состояния технического объекта.
37. Показатели безотказности технического объекта.
38. Что такое ремонтпригодность и ее показатели ?
39. Вероятность безотказной работы ЭС.
40. Вибропрочность и удароустойчивость.
41. Принцип работы электродинамического вибростенда.
42. Метод качающейся частоты.
43. Виды механических воздействующих факторов.
44. Виды испытательной техники на воздействие вибрации.
45. Основные требования по проведению испытаний РЭС на воздействие тепла и холода ?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

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

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-4	Тест, зачет, устный опрос
2	Факторы, определяющие надежность радио- электронных средств	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Современные виды испытания радиоэлектронных средств.	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Современные и перспективные виды контроля радиоэлектронных средств	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Способы защиты радиоэлектронных средств от механических нагрузок	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
6	Способы защиты электронных средств от ионизирующих воздействий.	ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
7	Способы обеспечения надежности электронных средств	ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
8	Механические характеристики ударных стендов.	ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП
9	Влагозащита и герметизация радиоэлектронных	ПК-4	Тест, экзамен, устный опрос, КП

	средств.		
10	Особенности конструирования электронных средств с целью защиты от солнечного излучения.	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 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. Малинский В. Д. Контроль и испытания радиоаппаратуры. М: Энергия, 1970 г. 336с;
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. . Gray K. Electronics Testing into the 21st Centure: Success in Test Is in Capabilities, Not Specifications, K. Gray, W. Tustin., Test and Measurements World. №2,2007.

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 Сreo 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 «Методы неразрушающего контроля» 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, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению 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; 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 дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины
«Методы неразрушающего контроля»

Методы неразрушающего контроля

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 – «Приборостроение»

Профиль (специализация) «Приборостроение»

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 мес.

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2016 г.

Цель изучения дисциплины: изучить методы и средства испытания радиоэлектронных средств, обеспечивающих их функционирование в соответствии с требованиями надежности и условиями эксплуатации, получить знания и навыки испытания радиоэлектронных средств.

Задачи изучения дисциплины:

Формирование знаний в областях изучения: Системы и методы испытания приборов. Виды механических и климатических воздействий на приборы. Конструкции камер и стендов испытания приборов. Защита приборов от дестабилизирующих факторов. Способы измерения радиационной стойкости радиоматериалов. Испытание на определение технического уровня и качества изделий. Основные понятия в теории надежности. Номенклатура и свойства показателей безотказности невосстанавливаемых приборов. Показатели безотказности приборов для законов распределения, используемых в теории надежности. Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых электронных средств. Повышение надежности электронных средств с помощью резервирования. Прогнозирование надежности радиоэлектронных средств. Определение тепло- и массообмена в радиоэлектронных системах. Основные понятия и законы переноса энергии и вещества. Массо - и влагообмен. Методы обеспечения тепловых и влажностных режимов приборах. Способы регистрации температуры, влажности и ионизирующего излучения в приборах.

Формируемая компетенция:

ПК-4 - способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 3 з.е.

Форма итогового контроля по дисциплине: _____ зачет

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Согласование		
			Руководитель ОПОП, д.т.н. профессор Муратов А.В.	Председатель методической комиссии факультета радиотехники и электроники	Декан факультета радиотехники и электроники, д.т.н., доцент Небольсин В.А.
1	24.11.2017	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
2	20.10.2018	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			

3	12.09.2019	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
4	10.10.2020	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			
5					
6					
7					