

**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 /  
« 19 » июня 2020 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 месяцев**

**Форма обучения Очная / Заочная**

**Год начала подготовки 2020 г.**

Автор программы  /Никитин Л.Н./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП  /Муратов А.В./

**Воронеж 2020**

# 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- способность осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества

ПК-5- способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать <i>методы и способы проведения испытаний при производстве приборов.</i>
	уметь <i>применять полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов.</i>
	владеть <i>навыками оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации.</i>
ПК-5	знать

	<i>модели устройств и виды испытаний приборов.</i>
	<i>уметь приобретать практические навыки виртуальных методов испытаний приборов результаты которых необходимы для планирования испытаний приборов с применением САПР.</i>
	<i>владеть методами использования современных САПР при испытании приборов и систем.</i>

#### 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
<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>	54	54
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Общая трудоемкость час	108	108
зачет ед.		

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-местр
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24	24
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	16	16

<b>Самостоятельная работа</b>	80	80
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Общая трудоемкость час зачет ед.	108	104 4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	очная форма обучения				Всего, час
			Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	
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.	4	-	8	7	19

		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					
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)	2	-	4	8	14

		блок проведения численных экспериментов; в) блок анализа результатов.					
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	4	-	8	12	24
		<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

#### 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 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	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 НКИП. 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
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 НКИП. 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		3	14	18
4	Виды обеспечения систем неразрушающего контроля и испытаний приборов: техническое, математическое, программное, информационное и лингвистическое обеспечение.	Условия функционирования НКИП 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	Программные комплексы совместно с ЭВМ образуют некоторую систему, предназначенную для	2	-	3	13	18

	механических нагрузках	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.					
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	-	3	13	17
		<b>Итого</b>	8		16	80	104

## 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 <i>методы и способы проведения испытаний при производстве приборов.</i>	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 <i>применять полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов.</i>	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть <i>навыками оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации.</i>	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-5	знать 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 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 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	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	<i>при производстве приборов.</i>					
	<i>уметь применять полученные знания при выборе методов и устройств для проведения испытаний приборов.</i>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<i>владеть навыками оценки устойчивости конструкции приборов к воздействию неблагоприятных факторов условий эксплуатации.</i>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-5	<i>знать модели устройств и виды испытаний приборов.</i>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<i>уметь приобрести практические навыки виртуальных методов испытаний</i>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	ний приборов результаты которых необходимы для планирования испытаний приборов с применением САПР.					
	владеть 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. 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 электромонтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

#### 2. Показатели приборов:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) транспортно-заготовительные;
- б) конструктивные;
- в) технологические;
- г) инновационные

- д) экономические;
- е) эксплуатационные.

**3. 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  $30\text{ C}^0$  .

**4. 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.

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

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**6. В каких единицах измеряется надежность приборов:**

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

**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. 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. 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.

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

**1. 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.

**2. 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.

**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. 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.

**5. Вибрацию свыше 140 дБ считают:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**6. Этапы развития конструкций приборов:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**7. Назовите материал с высокими демпферными характеристиками:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**8. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

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

**9. 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. Назовите материал с самой высокой радиационной стойкостью:**

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) полиэтилен;
- б) слюда;
- в) эпоксидная смола;
- г) фторопласт.

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

**1. 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:  $I_n = 10$  А,  $I_x = 9$  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].

**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**

$$\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1 + kt}$$

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.

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. 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)  $\delta_1=0,0054 \text{ м}$ ;  $\delta_2=0,009 \text{ м}$ .

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. 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.

**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. 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.

**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/(м<sup>2</sup>·К);  $Q=8$  Вт;
- б) Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=4,87$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Q=10$  Вт;
- в) Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=5,32$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Q=12$  Вт;
- г) Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=6,12$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Q=14$  Вт;
- д) Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=7,52$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Q=15$  Вт.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Поясните назначение приемочного числа  $C$ .
2. Что такое объем выборки ?
3. Как определить риск заказчика с помощью графика распределения Пуассона.
4. Методы испытаний: длительные, ускоренные и кратковременные испытания.
5. Вероятность не обнаружения отказа
6. Организация взаимодействия объекта со средствами диагностирования
7. Диагностическая ценность обследования. Показатели диагностирования. Достоверность диагностирования.
8. Условия проведения испытаний на долговечность.
9. Порядок оформления результатов испытаний.
10. В каком случае используется выборочный контроль ?
11. Приведите плотность распределения вероятностей параметра «А» при отсутствии погрешностей измерения.
12. В каком случае используется 100% контроль готовой продукции ?
13. Условия выбора гарантированного допуска на параметры изделия.
14. Какую роль играет диагностика ЭС ?

15. Показатели безотказности технического объекта.
16. Вероятность безотказной работы ЭС.
17. Стадии развития автоматизации испытаний
18. Показатели эффективности. Расчет коэффициента качества и эффективности
19. Основные причины возникновения отказов
20. Производственно-технологическая деятельность. Основное определение и этапы.
21. Современные системы инженерного анализа устойчивости РЭС на воздействие различных нагрузок
22. Проектно-конструкторская деятельность. Основное определение и этапы.
23. Регулировка и опытная поверка оборудования.
24. Монтажно-наладочная деятельность. Основное определение и этапы.
25. Особенности технико-диагностического контроля радиоэлектронных средств
26. Условия обеспечения вероятности безотказной работы.
27. Для каких целей используются вероятностные кривые Пуассона ?
28. Математическая модель технологического процесса испытаний
29. Приведите выражение определяющее долю потенциально ненадежных изделий в партии объемом N.
30. Обобщенный алгоритм управления работой автоматизированной установки испытаний РЭС
31. Алгоритмы самообучения, оценка и контроль систем диагностирования.
32. Программа автоматического поиска дефектов
33. Алгоритмы поиска производственных дефектов
34. Математические модели узлов РЭС как объектов диагностирования
35. Алгоритмы идентификации обрывов, коротких замыканий и дефектов ориентации элементов
36. Автоматическая коррекция погрешностей преобразования
37. Метод идентификации дефектов ориентации радиоэлементов
38. Метрологическое обеспечение автоматизированных испытаний
39. Устройства создания механических нагрузок на РЭС
40. Графические модели для поиска производственных дефектов
41. Диагностика РЭС при воздействии линейных ускорений
42. Обобщенный алгоритм управления работой автоматизированной установки диагностирования РЭС
43. Методика проведения технической диагностики
44. Адаптивные системы технического диагностирования и контроля
45. Особенности программы диагностики на надежность
46. Определение надежности изделий на разных этапах производства

### **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, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
2	Факторы, определяющие надежность радио- электронных средств	ПК-4, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Современные виды испытания радиоэлектронных средств.	ПК-4, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Современные и перспективные виды контроля радиоэлектронных средств	ПК-4, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Способы защиты радиоэлектронных средств от механических нагрузок	ПК-4, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
6	Способы защиты электронных средств от ионизирующих воздействий.	ПК-4, ПК-5	Тест, экзамен, устный опрос, КП

7	Способы обеспечения надежности электронных средств	ПК-4, ПК-5	Тест, экзамен, устный опрос, КП
8	Механические характеристики ударных стендов.	ПК-4, ПК-5	Тест, экзамен, устный опрос, КП
9	Влагозащита и герметизация радиоэлектронных средств.	ПК-4, ПК-5	Тест, экзамен, устный опрос, КП
10	Особенности конструирования электронных средств с целью защиты от солнечного излучения.	ПК-4, ПК-5	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.

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 21<sup>st</sup> 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 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 «Методы неразрушающего контроля» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, выполняется курсовая работа.

Лекция 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 месяцев

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2020 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- способность осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества

ПК-5- способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 3 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** \_\_\_\_\_ зачет