



# **ИСПЫТАНИЯ, КОНТРОЛЬ И СЕРТИФИКАЦИЯ РЭС**

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**МИНСК 2008**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЫСШИЙ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

ПОДЛЕЖИТ ВОЗВРАТУ

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ С. Н. Анкуда  
« 10 » ноября 2008 г.

**ИСПЫТАНИЯ, КОНТРОЛЬ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ РЭС**

Учебная программа, методические указания  
и контрольные задания  
для студентов заочного отделения специальности  
1-08 01 01-02 «Профессиональное обучение. (Радиоэлектроника)»

МИНСК 2008

УДК 621.396(075)  
ББК 32.844–07я7  
И88

Рекомендовано к изданию кафедрой радиоэлектроники (протокол № 11 от 1.07.2008 г.) и Научно-методическим советом Учреждения образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж» (протокол № 1 от 17.09.2008 г.)

С о с т а в и т е л ь

**И. А. Жогло**, ассистент кафедры радиоэлектроники МГВРК

Р е ц е н з е н т

**И. Ф. Гурская**, старший преподаватель  
кафедры общетехнических дисциплин МГВРК

**И88 Испытания**, контроль и сертификация РЭС : учеб. программа, метод. указания и контрол. задания для студентов заоч. отделения специальности 1-08 01 01-02 «Профессиональное обучение. (Радиоэлектроника)» / сост. И. А. Жогло. – Мн. : МГВРК, 2008. – 28 с.  
ISBN 978-985-526-011-1

Содержит учебную программу дисциплины и общие методические указания по изучению разделов и тем, выполнению и оформлению контрольной работы и ее варианты, вопросы для самоконтроля и список рекомендуемой литературы.

Предназначено для студентов и преподавателей колледжа.

УДК 621.396(075)  
ББК 32.844–07я7

**ISBN 978-985-526-011-1**

© Жогло И. А., составление, 2008  
© Оформление. Учреждение образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж», 2008

## Предисловие

Испытания как основная форма контроля ЭС представляют собой экспериментальное определение при различных воздействиях количественных и качественных характеристик изделий при их функционировании. При этом как сами испытываемые изделия, так и воздействия могут быть смоделированы. Цели испытаний разные на различных этапах проектирования и изготовления ЭС. К основным целям испытания, общим для всех ЭС, можно отнести:

- выбор оптимальных конструктивно-технологических решений при создании новых изделий;
- доводку изделий до необходимого уровня качества;
- объективную оценку качества изделий при их постановке на производство, в процессе производства и при техническом обслуживании;
- гарантирование качества изделий при международном товарообмене.

Испытания служат эффективным средством повышения качества, так как позволяют выявить: недостатки конструкции и технологии изготовления ЭС, приводящие к срыву выполнения заданных функций в условиях эксплуатации; отклонения от выбранной конструкции или принятой технологии, допущенные в производстве; скрытые случайные дефекты материалов и элементов конструкции, не поддающиеся обнаружению существующими методами технического контроля; резервы повышения качества и надежности разрабатываемого конструктивно-технологического варианта изделия. По результатам испытаний изделий в производстве разработчик ЭС устанавливает причины снижения качества. Если эти причины установить не удается,

совершенствуют методы и средства контроля изделий и технологические процессы (ТП) их изготовления.

Дисциплина «Испытания, контроль и сертификация РЭС» тесно связана с другими дисциплинами цикла и базируется на использовании знаний, полученных студентами при изучении дисциплин «Конструирование РЭС», «Технология РЭС», «Материаловедение». Изучение дисциплины предусматривает систематическую работу учащихся над специальной технической литературой, патентной информацией, последними достижениями науки и техники, отраженными в стандартах РБ, отраслевых журналах и другой нормативно-технической литературе.

В результате изучения дисциплины «Испытания, контроль и сертификация РЭС» студенты должны:

*знать:*

- основные положения стандартов ЕСТД применительно к различным РЭС;
- основные положения и нормативные документы в области стандартизации и сертификации;
- устройство, физические процессы, характеристики, параметры применяемого испытательного оборудования;
- методы и средства контроля качества РЭС, методы стандартизации и сертификации продукции;

*уметь:*

- выявлять взаимосвязи работоспособности РЭС в условиях дестабилизирующих факторов внешней среды с передовыми методами конструирования РЭС, использованием перспективных технологий, материалов и элементов;
- формировать требования к испытаниям и контролю качества РЭС, составлять программу и методику испытаний;
- грамотно обосновывать выбор испытательного оборудования, средств измерения режимов и условий проведения испытаний;
- организовывать и проводить сертификацию продукции в Республике Беларусь в соответствии с требованиями международной сертификации;
- пользоваться каталогами и справочной литературой;
- эффективно использовать стандарты и правильно применять основные методы стандартизации и сертификации.

# 1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

## 1.1. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Т а б л и ц а 1

Наименование раздела и темы	Количество часов			
	Дневное отделение		Заочное отделение	
	лекции	ЛР	лекции	ЛР
<b>РАЗДЕЛ 1. Роль испытаний и контроля в повышении качества изделий РЭС. Сертификация – основа управления качеством РЭС</b>	2	–	1	–
1.1. Роль испытаний и контроля в повышении качества РЭС	1	–	0,5	–
1.2. Сертификация – основа управления качеством РЭС	1	–	0,5	–
<b>РАЗДЕЛ 2. Воздействующие факторы, виды и способы проведения испытаний</b>	6	–	1,5	–
2.1. Внешние воздействующие факторы	2	–	0,5	–
2.2. Механические, климатические, радиационные и биологические воздействующие факторы	2	–	0,5	–
2.3. Классификация, виды и способы проведения испытаний	2	–	0,5	–
<b>РАЗДЕЛ 3. Планирование испытаний</b>	4	–	1	–
3.1. Разработка программ испытаний	2	–	–	–
3.2. Последовательность испытаний. Разработка методик испытаний	2	–	1	–
<b>РАЗДЕЛ 4. Испытания на климатические воздействия</b>	6	8	1	2
4.1. Проведение испытаний на температурные воздействия. Испытательное оборудование	2	–	–	–
4.2. Испытания на воздействие влажности. Испытательное оборудование	2	–	0,5	–
4.3. Испытания на воздействия давлений, пыли и песка. Гидростатические испытания	2	8	0,5	2

Продолжение табл. 1

Наименование раздела и темы	Количество часов			
	Дневное отделение		Заочное отделение	
	лекции	ЛР	лекции	ЛР
<b>РАЗДЕЛ 5. Испытания на механические и акустические воздействия</b>	6	8	1	6
5.1. Испытания на воздействие вибраций. Испытательное оборудование	2	–	–	–
5.2. Испытания на ударные нагрузки. Испытательные стенды	2	–	0,5	–
5.3. Испытания на линейные ускорения. Испытательное оборудование	1	–	–	2
5.4. Испытания на воздействие акустического шума. Испытательные камеры	1	8	0,5	4
<b>РАЗДЕЛ 6. Испытания на биологические, химические и технологические воздействия</b>	4	–	0,5	–
6.1. Испытания на воздействия биологических и химических факторов. Испытательные камеры	2	–	–	–
6.2. Испытания на технологические воздействия	2	–	0,5	–
<b>РАЗДЕЛ 7. Испытания на космические и радиационные воздействия</b>	4	–	–	–
7.1. Испытания на высотные и космические воздействия	2	–	–	–
7.2. Испытания на радиационные воздействия	2	–	–	–
<b>РАЗДЕЛ 8. Испытания РЭС на надежность</b>	6	8	–	2
8.1. Разработка программ испытаний на надежность	2	–	–	–
8.2. Методы проведения испытаний на надежность	2	–	–	–
8.3. Ускоренные и многофакторные испытания. Обработка результатов испытаний	2	8	–	2

Наименование раздела и темы	Количество часов			
	Дневное отделение		Заочное отделение	
	лекции	ЛР	лекции	ЛР
<b>РАЗДЕЛ 9. Технический контроль РЭС</b>	2	–	–	–
9.1. Методы технического контроля	2	–	–	–
<b>РАЗДЕЛ 10. Автоматизация и метрологическое обеспечение испытаний и контроля</b>	2	–	0,5	–
10.1. Автоматизация и метрологическое обеспечение испытаний	2	–	0,5	–
<b>РАЗДЕЛ 11. Качество продукции. Статистические методы управления качеством продукции и регулирования технологических процессов</b>	4	6	–	4
11.1. Качество продукции	2	–	–	–
11.2. Методы приемочного контроля	2	6	–	4
<b>РАЗДЕЛ 12. Роль сертификации в управлении качеством продукции</b>	4	–	–	–
12.1. Сертификация продукции	2	–	–	–
12.2. Сертификация продукции в РБ	2	–	–	–
Итого	50	30	6	14

## 1.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### РАЗДЕЛ 1. РОЛЬ ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ РЭС. СЕРТИФИКАЦИЯ – ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РЭС

#### ТЕМА 1.1. Роль испытаний и контроля в повышении качества РЭС

Повышение качества изделия – одна из важнейших задач народного хозяйства. Свойства, определяющие качество: конструктивные, технологические, экономические и другие группы показателей качества. Роль и значение сертификации в повышении качества продукции.

Испытания – экспериментальное определение количествен-



ных и качественных свойств объектов испытаний. Задачи испытаний на стадиях исследования, проектирования и изготовления. Место и структура служб контроля и испытаний.

Литература [8, с. 6–10], [12, с. 5–12], [18, с. 3–9]

## **ТЕМА 1.2. Сертификация – основа управления качеством РЭС**

Работа международных организаций (МЭК, ИСО и др.) по унификации методик в среде испытаний и сертификации.

Литература [8, с. 6–10], [12, с. 5–12], [18, с. 3–9]

## **РАЗДЕЛ 2. ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ВИДЫ И СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

### **ТЕМА 2.1. Внешние воздействующие факторы**

Внешние воздействующие факторы (ВВФ): климатические, механические, электрические, биологические, эргономические, космические, специальные, технологические и др. Внутренние факторы – процессы старения и износа.

Климатические воздействующие факторы. Климатические зоны. Климатические факторы: радиационный режим, циркуляция атмосферы, влагооборот, физико-географические условия Земли. Основные параметры, характеризующие климат: атмосферное давление, температура, влажность, интенсивность дождя, солнечное излучение (диапазон электромагнитных волн, излучаемых Солнцем и интенсивность излучения), скорость ветра и т. д.

Литература [8, с. 11–14], [12, с. 13–19]

### **ТЕМА 2.2. Механические, климатические, радиационные и биологические воздействующие факторы**

Механические воздействующие факторы. Принципы и источники возникновения механических воздействий: вибрации (гармонической, периодической, случайной), ударов (многократных и одиночных), линейных ускорений, акустических шумов. Основные параметры, характеризующие механические воздействия. Значения механических воздействующих факторов для различных видов аппаратуры и условий ее эксплуатации.

Космические и радиационные воздействующие факторы. Воздействия невесомости, космического глубокого вакуума, криогенной температуры. Естественная и искусственная радиа-

ция. Особенности работы и испытаний космических и высотных авиационных РЭС при многофакторных воздействиях: механических, климатических, специальных и других видах воздействий.

Биологические воздействующие факторы. Воздействия плесневых грибов, микроорганизмов, насекомых, грызунов и птиц.

Литература [8, с. 15–43], [12, с. 36–68]

### **ТЕМА 2.3. Классификация, виды и способы проведения испытаний**

Классификация испытаний, проводимых на стадиях исследования, проектирования и изготовления: по назначению (цели), условиям (месту) проведения, продолжительности и величинам воздействующих нагрузок, принципам осуществления, степени (результатам) воздействия, виду воздействия, определенным характеристикам объекта, стадиям жизненного цикла изделия.

Способы проведения испытаний: последовательный, параллельный, последовательно-параллельный, комбинированный.

Понятие «ограниченные испытания» и перспективы их использования. Многофакторные испытания. Цель использования ускоренных испытаний и их особенности. Математическая модель ускоренных испытаний. Испытания методами математического моделирования. Требования к испытательному оборудованию и средствам измерений.

Литература [8, с. 67–79], [12, с. 87–108]

## **РАЗДЕЛ 3. ПЛАНИРОВАНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

### **ТЕМА 3.1. Разработка программ испытаний**

Назначение и содержание программы испытаний: выбор объекта испытаний, определение назначения (цели) испытаний в зависимости от стадии жизненного цикла изделия, выбор принципов осуществления испытаний в зависимости от условий эксплуатации, обоснование выбора испытательных режимов по всем видам испытаний, определение продолжительности проведения испытаний в зависимости от величин воздействующих нагрузок, определение пределов измерения электрических режимов и продолжительности работы в этих режимах в процессе испытаний. Оптимизация программы испытаний по затратам, времени, количеству контролируемых параметров.

Литература [8, с. 84–92], [12, с. 109–118]

### **ТЕМА 3.2. Последовательность испытаний. Разработка методик испытаний**

Выбор способа и последовательности проведения испытаний, определение общей продолжительности испытаний и количества испытываемых изделий, установление периодичности испытаний, выбор типов испытываемого оборудования и средств измерения параметров, метрологическое обеспечение процесса испытаний.

Содержание методики испытаний. Алгоритм испытаний на любой вид воздействия. Техническая и технологическая документация, применяемая при испытаниях. Структура и организация службы испытаний. Оформление документации по результатам испытаний.

Литература [8, с. 93–96], [12, с. 134–143]

## **РАЗДЕЛ 4. ИСПЫТАНИЯ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

### **ТЕМА 4.1. Проведение испытаний на температурные воздействия. Испытательное оборудование**

Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной температуры. Методы испытаний. Методология испытаний. Испытательное оборудование. Измерение и поддержание температуры воздуха в испытательных камерах.

Цели и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Методы испытаний. Испытательное оборудование. Способы охлаждения. Датчики для измерения отрицательных температур.

Цели и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар. Особенности комбинированных камер.

Литература [8, с. 154–168], [12, с. 185–192]

### **ТЕМА 4.2. Испытания на воздействие влажности. Испытательное оборудование**

Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Методы испытаний: длительные и ускоренные. Классификация и основные параметры камер. Способы получения повышенной влажности. Методы измерения влажно-

сти и средства измерений. Автоматическое регулирование влажности.

Цели и условия проведения испытаний на воздействие соляного (морского) тумана. Методы испытаний. Способы получения морского тумана. Испытательное оборудование.

Литература [8, с. 169–176], [12, с. 193–197]

#### **ТЕМА 4.3. Испытания на воздействия давлений, пыли и песка. Гидростатические испытания**

Цели и условия проведения испытаний на воздействия пониженного и повышенного атмосферного давления. Методы испытаний. Барокамеры. Термобарокамеры. Средства измерений.

Цели и условия проведения испытаний на статические и динамические воздействия пыли и песка. Методы испытаний. Камеры пыли и их основные параметры. Состав пылевой смеси.

Цели и условия проведения испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность, воздействие дождя и гидростатического давления. Методы испытаний. Оборудование для испытаний: ванны, баки, камеры дождя и др.

Литература [8, с. 177–188], [12, с. 200–203]

### **РАЗДЕЛ 5. ИСПЫТАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

#### **ТЕМА 5.1. Испытания на воздействие вибраций. Испытательное оборудование**

Цели и условия проведения испытаний на воздействие вибрации. Методы испытаний. Организация испытаний на вибропрочность и виброустойчивость.

Классификация и основные параметры испытательных установок. Средства измерения параметров вибрации и их классификация.

Литература [8, с. 103–130]

#### **ТЕМА 5.2. Испытания на ударные нагрузки. Испытательные стенды**

Цели и условия проведения испытаний на воздействия одиночных и многократных ударов. Методы испытаний. Особенности проведения испытаний на удароустойчивость и ударопрочность. Структурные схемы ударных установок. Классификация

установок одиночных и многократных ударов, основные параметры. Средства измерений параметров ударов.

Литература [8, с. 131–145]

### **ТЕМА 5.3. Испытания на линейные ускорения. Испытательное оборудование**

Цели и условия проведения испытаний на воздействие линейных ускорений. Методы испытаний на линейные ускорения. Основные параметры центрифуг.

Литература [8, с. 146–155]

### **ТЕМА 5.4. Испытания на воздействие акустического шума. Испытательные камеры**

Цели и условия проведения испытаний на воздействие акустического шума. Методы испытаний на воздействие акустического шума. Испытательное оборудование.

Литература [8, с. 146–155]

## **РАЗДЕЛ 6. ИСПЫТАНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

### **ТЕМА 6.1. Испытания на воздействия биологических и химических факторов. Испытательные камеры**

Цели и условия проведения испытаний на воздействия биологических факторов: грибковой плесени, микроорганизмов, насекомых, грызунов, птиц. Методы испытаний. Особенности испытательных камер. Методы оценки результатов испытаний.

Цели и условия проведения испытаний на коррозионно-активные воздействия. Методы испытаний. Принципы построения камер для испытаний на совместное воздействие агрессивного газа, влажности, температуры. Средства измерений параметров агрессивных газов. Периодические и непрерывные воздействия.

Литература [8, с. 191–197]

### **ТЕМА 6.2. Испытания на технологические воздействия**

Цели испытаний на технологические воздействия. Испытания на воздействие среды заполнения, герметичность, способность к пайке, воздействие ряда технологических факторов на изделие,

безопасность работы оператора-испытателя и т. д. Принципы построения испытательного оборудования. Средства измерений.

Литература [8, с. 198–204]

## **РАЗДЕЛ 7. ИСПЫТАНИЯ НА КОСМИЧЕСКИЕ И РАДИАЦИОННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

### **ТЕМА 7.1. Испытания на высотные и космические воздействия**

Цели и условия проведения испытаний на космические воздействия. Методы проведения испытаний. Оборудование и средства измерений. Специальные виды космических испытаний. Оборудование.

Литература [8, с. 205–218]

### **ТЕМА 7.2. Испытания на радиационные воздействия**

Цели и условия проведения испытаний на радиационные (ионизирующие) воздействия. Методы испытаний. Оборудование для воспроизведения излучений: реакторы, ускорители, изотопные источники, рентгеновские и лазерные установки, СВЧ-генераторы. Средства измерений и регистрации параметров излучений. Обеспечение защиты от гамма-излучения и нейтронов.

Литература [8, с. 219–237]

## **РАЗДЕЛ 8. ИСПЫТАНИЯ РЭС НА НАДЕЖНОСТЬ**

### **ТЕМА 8.1. Разработка программ испытаний на надежность**

Особенности программ испытаний на надежность. Показатели надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность. Программы испытаний на надежность. Планирование испытаний. Определение оценок параметров при различных законах распределения. Отказы аппаратуры при испытаниях на надежность.

Литература [8, с. 238–242]

### **ТЕМА 8.2. Методы проведения испытаний на надежность**

Методы проведения испытаний: однократной выборки, двукратной выборки, последовательных испытаний, непрерывных

испытаний, графический метод планирования испытаний.

Литература [8, с. 243–257]

### **ТЕМА 8.3. Ускоренные и многофакторные испытания. Обработка результатов испытаний**

Контрольные испытания на безотказность. Испытания на долговечность и сохраняемость. Ускоренные испытания, основанные на методах прогнозирования и применении форсированных режимов работы. Многофакторные испытания. Статистическая обработка результатов испытаний. Влияние точности измерительных средств на результаты испытаний.

Литература [8, с. 263–271]

## **РАЗДЕЛ 9. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РЭС**

### **ТЕМА 9.1. Методы технического контроля**

Организация и виды технического контроля. Методы неразрушающего контроля в процессе изготовления РЭС: оптические, радиационные, тепловые, электрофизические и др. Методы разрушающего контроля, области их применения.

Литература [8, с. 285–318], [12, с. 8–9]

## **РАЗДЕЛ 10. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ**

### **ТЕМА 10.1. Автоматизация и метрологическое обеспечение испытаний**

Автоматизация испытаний. Автоматизация поддержания заданных испытательных режимов. Автоматизация регистрации параметров испытываемых изделий. Применение ЭВМ при проведении испытаний.

Метрологическое обеспечение испытаний. Общие требования к обеспечению единства испытаний. Аттестация испытательного оборудования – средство установления соответствия нормированных точностных характеристик оборудования требованиям НТД.

Метрологическое обеспечение измерений. Образцовые средства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений.

Литература [8, с. 285–322]

## **РАЗДЕЛ 11. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

### **ТЕМА 11.1. Качество продукции**

Основные определения в области качества продукции. Методы оценки уровня качества продукции. Стандарты ИСО по управлению качеством продукции. Способы предоставления продукции на контроль. Методы отбора единиц продукции. Классификация выборок. Статистические методы контроля и регулирования технологических процессов. Влияние отклонений параметров процесса на выход годной продукции.

Литература [19, с. 5–42]

### **ТЕМА 11.2. Методы приемочного контроля**

Сущность статистических методов приемочного контроля качества продукции. Понятие «уровень дефектности». Оперативная характеристика плана выборочного контроля. Схемы и планы контроля. Усеченный контроль. Корректировка плана контроля. Организация статистического приемочного контроля по количественному признаку. Организация статистического приемочного контроля по альтернативному признаку.

Литература [19, с. 20–22, 59–73]

## **РАЗДЕЛ 12. РОЛЬ СЕРТИФИКАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ**

### **ТЕМА 12.1. Сертификация продукции**

Сертификация, ее цели и задачи. Общие понятия в области сертификации. Основные правила системы сертификации продукции, процессов и услуг.

Международный опыт сертификации продукции. Роль и значение международных организаций. Международные стандарты в области сертификации продукции и систем обеспечения качества.

Литература [18, с. 3–15]

### **ТЕМА 12.2. Сертификация продукции в РБ**

Организационная структура сертификации в РБ, основные



цели и задачи. Аккредитация испытательных центров и испытательных лабораторий. Документация и порядок проведения работ по сертификации.

Литература [18, с. 17–26]

### 1.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перечень лабораторных работ приведен в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер и название лабораторной работы	Количество часов	
	Дневное отделение	Заочное отделение
1. Исследование методов и средств испытаний РЭС и ее элементов на воздействия тепла и холода	4	2
2. Исследование методов и средств испытаний РЭС на воздействия ударных нагрузок	4	2
3. Схематическая оптимизация проектируемых конструкций РЭС методами граничных и матричных испытаний	4	1
4. Исследование методов и средств испытаний РЭС и ее элементов на воздействия вибраций	4	4
5. Исследование методов и средств испытаний РЭС и ее элементов на воздействия влаги	4	2
6. Организация и проведение испытаний РЭС на надежность	4	1
7. Организация ускоренных испытаний РЭС на надежность	4	1
8. Организация статистического приемочного контроля по альтернативному признаку	2	1
Всего	30	14

### 2. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Роль испытаний в повышении качества РЭС.
2. Внешние воздействующие факторы (ВВФ).
3. Внутренние факторы: процесс старения и износа.
4. Климатические ВВФ.

5. Механические ВВФ. Принципы и источники возникновения механических воздействий.
6. Космические ВВФ.
7. Радиационные ВВФ.
8. Биологические ВВФ.
9. Классификация испытаний: по назначению, условиям проведения, продолжительности и т. д.
10. Программа испытаний.
11. Разработка методик испытаний.
12. Содержание методики испытания. Методика на любой вид воздействия.
13. Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной температуры. Методы испытаний.
14. Цели и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Методы испытаний.
15. Цели и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар.
16. Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Методы испытаний: длительные и ускоренные.
17. Классификация и основные параметры камер. Способы получения повышенной влажности. Методы измерения влажности и средства измерений.
18. Цели и условия проведения испытаний на воздействие соляного (морского) тумана. Методы испытаний.
19. Цели и условия проведения испытаний на воздействия пониженного и повышенного атмосферного давления. Методы испытаний. Барокамеры. Термобарокамеры.
20. Цели и условия проведения испытаний на статические и динамические воздействия пыли и песка. Методы испытаний. Камеры пыли и их основные параметры.
21. Цели и условия проведения испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность, воздействия дождя и гидростатического давления. Методы испытаний.
22. Цели и условия проведения испытаний на воздействие вибрации. Методы испытаний. Организация испытаний на вибропрочность и виброустойчивость.
23. Классификация и основные параметры испытательных установок. Средства измерения параметров вибрации, их класси-

- фикация и основные параметры.
24. Цели и условия проведения испытаний на воздействия одиночных и многократных ударов. Методы испытаний.
  25. Особенности проведения испытаний на удароустойчивость и ударопрочность. Структурные схемы ударных установок.
  26. Классификация установок одиночных и многократных ударов, основные параметры. Средства измерений параметров ударов.
  27. Цели и условия проведения испытаний на воздействие линейных ускорений. Методы испытаний на линейные ускорения. Основные параметры центрифуг.
  28. Цели и условия проведения испытаний на воздействие акустического шума. Методы испытаний на воздействие акустического шума. Испытательное оборудование.
  29. Цели и условия проведения испытаний на воздействия биологических факторов: грибковой плесени, микроорганизмов, насекомых, грызунов, птиц. Методы испытаний.
  30. Цели и условия проведения испытаний на воздействия биологических факторов. Особенности испытательных камер. Методы оценки результатов испытаний.
  31. Цели и условия проведения испытаний на коррозионно-активные воздействия. Методы испытаний.
  32. Принципы построения камер на совместные воздействия агрессивного газа, влажности, температуры. Средства измерений параметров агрессивных газов. Периодические и непрерывные воздействия.
  33. Цели испытаний на технологические воздействия. Испытания на воздействие среды заполнения, герметичность, способность к пайке, воздействие ряда технологических факторов на изделие, безопасность работы оператора-испытателя и т. д. Принципы построения испытательного оборудования.
  34. Цели и условия проведения испытаний на космические воздействия. Методы проведения испытаний.
  35. Специальные виды космических испытаний. Оборудование.
  36. Цели и условия проведения испытаний на радиационные (ионизирующие) воздействия. Методы испытаний.
  37. Оборудование для воспроизведения излучений: реакторы, ускорители, изотопные источники, рентгеновские и лазерные установки, СВЧ-генераторы.

38. Средства измерений и регистрации параметров излучений. Обеспечение защиты от гамма-излучения и нейтронов.
39. Особенности программ испытаний на надежность. Показатели надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность.
40. Программы испытаний на надежность. Планирование испытаний. Определение оценок параметров при различных законах распределения. Отказы аппаратуры при испытаниях на надежность.
41. Методы проведения испытаний: однократной выборки, двукратной выборки, последовательных испытаний, непрерывных испытаний, графический планирования испытаний.
42. Контрольные испытания на безотказность. Испытания на долговечность и сохраняемость.
43. Ускоренные испытания, основанные на методах прогнозирования и применении форсированных режимов работы.
44. Многофакторные испытания. Статистическая обработка результатов испытаний. Влияние точности измерительных средств на результаты испытаний.
45. Организация и виды технического контроля. Методы неразрушающего контроля в процессе изготовления РЭС: оптические, радиационные, тепловые, электрофизические и др.
46. Методы разрушающего контроля, области их применения.
47. Автоматизация испытаний. Автоматизация поддержания заданных испытательных режимов. Автоматизация регистрации параметров испытываемых изделий. Применение ЭВМ при проведении испытаний.
48. Метрологическое обеспечение испытаний. Общие требования к обеспечению единства испытаний. Аттестация испытательного оборудования – средство установления соответствия нормированных точностных характеристик оборудования требованиям НТД.
49. Основные определения в области качества продукции. Методы оценки уровня качества продукции.
50. Способы предоставления продукции на контроль. Методы отбора единиц продукции. Классификация выборок.
51. Статистические методы контроля и регулирования технологических процессов. Влияние отклонений параметров процесса на выход годной продукции.

52. Сущность статистических методов приемочного контроля качества продукции. Понятие «уровень дефектности».
53. Оперативная характеристика плана выборочного контроля. Схемы и планы контроля.
54. Усеченный контроль. Корректировка плана контроля.
55. Организация статистического приемочного контроля по количественному признаку.
56. Организация статистического приемочного контроля по альтернативному признаку.
57. Сертификация, ее цели и задачи. Общие понятия в области сертификации.
58. Основные правила системы сертификации продукции, процессов и услуг.
59. Международный опыт сертификации продукции. Роль и значение международных организаций.
60. Организационная структура сертификации в РБ, основные цели и задачи.

### **3. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Программой дисциплины «Испытания, контроль и сертификация РЭС» для студентов заочного отделения специальности 1-08 01 01-02 «Профессиональное обучение. (Радиоэлектроника)» предусмотрено выполнение одной домашней контрольной работы.

Выполнение контрольной работы предполагает самостоятельное изучение материала разделов и тем дисциплины по учебникам, рекомендуемым программой и настоящим пособием. Контрольная работа представлена в десяти вариантах.

Вариант определяется по последней цифре шифра студента. Например, студент, имеющий шифр Ш-178, выполняет вариант 8.

Каждый вариант контрольной работы включает пять заданий: 3 теоретических вопроса и 2 практических задания.

При выполнении контрольной работы надо давать исчерпывающие ответы на поставленные вопросы с необходимым числом иллюстраций, которые приводятся по ходу изложения мате-

риала. Чертежи, структурные схемы, таблицы должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Контрольная работа должна содержать ссылки на литературу. Общий объем контрольной работы не должен превышать 12 листов формата А4 или рабочей тетради. Для рецензии преподавателя необходимо оставлять 1–2 страницы. Зачтенная контрольная работа с рецензией и дополнениями (по мере необходимости) должна быть представлена на экзамен. Студенты, недоработавшие контрольную работу, к экзамену не допускаются.

#### **4. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **Вариант 0**

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной температуры. Методы испытаний.

2. Средства измерения параметров вибрации, их классификация и основные параметры.

3. Камеры тепла и влаги. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие повышенной температуры среды.

*Задача.* Определите скорость качания частоты вибрации, если  $f_0 = 2000$  Гц,  $Q = 100$ , регистрация нарушений функционирования изделия производится при помощи осциллографа с  $t_y = 0,01$  с.

##### **Вариант 1**

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Методы испытаний.

2. Средства измерений параметров ударов.

3. Барокамеры. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие пониженной температуры среды.

*Задача.* Рассчитайте план контроля надежности, если  $P_2 = 0,9$  на 500 ч при  $\beta = 0,1$ .

## Вариант 2

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар.

2. Методы испытаний на линейные ускорения.

3. Камера солнечной радиации. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие циклического изменения температуры среды.

*Задача.* Рассчитайте план контроля надежности, если  $P_1 = 0,98$  (при  $\alpha = 0,1$ ) и  $P_2 = 0,9$  (при  $\beta = 0,1$ ) на 500 ч испытания выборки из принимаемой партии изделий.

## Вариант 3

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Методы испытаний: длительные и ускоренные.

2. Методы испытаний на воздействие акустического шума.

3. Камеры тепла и холода. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие повышенной влажности среды.

*Задача.* Рассчитайте план контроля надежности, если  $P_2 = 0,9$  на 500 ч (т. е.  $t_r = 500$  ч), при  $\beta = 0,1$ .

## Вариант 4

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие соляного (морского) тумана. Методы испытаний.

2. Цели и условия проведения испытаний на воздействия биологических факторов.

3. Камеры для испытания на воздействия песка и пыли. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие соляного (морского) тумана.

*Задача.* Составьте план контроля надежности, если  $P_2 = 0,9$  на 500 ч (т. е.  $t_r = 500$  ч), при  $\beta = 0,1$ ;  $\delta = 0,5$ ;  $\mu = 0$ .

## Вариант 5

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействия пониженного и повышенного атмосферного давления. Методы

испытаний.

2. Испытания на воздействие среды заполнения, герметичность, способность к пайке.

3. Камеры соляного тумана. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие пониженного атмосферного давления среды.

*Задача.* Рассчитайте план контроля, если  $P_2 = 0,99$  по истечении времени 1000 ч (т. е.  $t_r = 1000$  ч),  $\beta = 0,1$ . Контроль указанного браковочного значения вероятности безотказной работы осуществляется один раз в квартал (3 мес.).

### **Вариант 6**

1. Цели и условия проведения испытаний на статические и динамические воздействия пыли и песка. Методы испытаний.

2. Специальные виды космических испытаний.

3. Вибростенды. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие повышенного атмосферного давления среды.

*Задача.* Рассчитайте план контроля надежности графическим методом, если  $P_2 = 0,9$  на 500 ч (т. е.  $t_r = 500$  ч), при  $\beta = 0,1$ .

### **Вариант 7**

1. Цели и условия проведения испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность. Методы испытаний.

2. Контрольные испытания на безотказность.

3. Центрифуги. Назначение. Принцип работы. Условное обозначение.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие статического давления.

*Задача.* На разбраковку поступают партии изделий, погрешности параметров которых распределены по Гауссовскому закону с  $M[X] = 0$ ;  $\pm\sigma = \pm 15\%$ . При разбраковке используется измерительный прибор, погрешность которого на порядок меньше погрешностей параметров изделий, т. е.  $\sigma_m/\sigma_o = 0,1$  или при  $\sigma_o = \pm 5\%$ ,  $\sigma_m = \pm 0,5\%$ . На показатель критерия годности (ПКГ) изделия задан сравнительно узкий гарантированный допуск  $\varepsilon_r = \pm 1,25\%$  или  $\varepsilon_r = \pm 0,25\sigma_o$ . Определите риски поставщика и



заказчика.

### **Вариант 8**

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействие вибрации. Методы испытаний.

2. Многофакторные испытания.

3. Реверберационная акустическая камера. Назначение.

Принцип работы.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие гидравлического давления.

*Задача.* Имеются следующие результаты измерений показателя критерия годности (ПКГ): 24, 27, 26, 25, 50, 22, 23, 48, 24, 22. Проверьте резко выделяющиеся значения ПКГ.

### **Вариант 9**

1. Цели и условия проведения испытаний на воздействия одиночных и многократных ударов. Методы испытаний.

2. Сущность статистических методов приемочного контроля качества продукции. Понятие «уровень дефектности».

3. Солнечные имитаторы. Назначение. Принцип работы.

4. Разработайте программу испытаний на воздействие вибрации (метод качающейся частоты).

*Задача.* На разбраковку поступают партии изделий, погрешности параметров которых распределены по Гауссовскому закону с  $M[X] = 0$ ;  $\pm\sigma = \pm 15\%$ . При разбраковке используется измерительный прибор, погрешность которого на порядок меньше погрешностей параметров изделий, т. е.  $\sigma_m/\sigma_o = 0,1$  или при  $\sigma_o = \pm 5\%$ ,  $\sigma_m = \pm 0,5\%$ . На показатель критерия годности (ПКГ) изделия задан сравнительно узкий гарантированный допуск  $\varepsilon_r = \pm 1,25\%$  или  $\varepsilon_r = \pm 0,25\sigma_o$ . Определите риски поставщика и заказчика.  $q_{\text{фл}}/q_{\text{ост}} = 0$  (запланированное качество практически равно 0).

## Рекомендуемая литература

### *Нормативные документы*

1. ГОСТ 20.57.406–81 Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 217 с.
2. ГОСТ 27.410–87 Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. – М., 1988.
3. ГОСТ 17331–71 Надежность в технике. Метод последовательных испытаний.
4. ГОСТ 18242–72 Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.
5. ГОСТ 20699–75 Надежность. Методы контрольных испытаний.
6. ГОСТ 20736–75 Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля.
7. Национальная система сертификации Республики Беларусь. – Мн. : Госстандарт, 1997.

### *Основная*

8. Глудкин, О. П. Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС : учебник для вузов / О. П. Глудкин. – М. : Высш. шк., 1991. – 336 с.
9. Глудкин, О. П. Технология испытаний микроэлементов радиоэлектронной аппаратуры и интегральных микросхем / О. П. Глудкин, В. Н. Черняев. – М. : Энергия, 1980. – 360 с.
10. Глудкин, О. П. Управление качеством электронных средств / О. П. Глудкин. – М. : Высш. шк., 1994.
11. Емельянов, В. А. Системы качества в микроэлектронике / В. А. Емельянов. – Мн. : Беларуская навука, 1997. – 143 с.
12. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование : учеб. пособие для вузов / под ред. А. И. Коробова. – М. : Радио и связь, 1987. – 272 с.
13. Млицкий, В. Д. Испытание аппаратуры и средства измерений на воздействие внешних факторов / В. Д. Млицкий, В. Х. Беглария, Л. Г. Дубицкий. – М. : Машиностроение, 1993. – 567 с.

### *Дополнительная*

14. Заренин, Ю. Г. Определение испытания на надежность / Ю. Г. Заренин, И. И. Стоянова. – М. : Изд-во стандартов, 1978.
15. Испытательная техника / под ред. В. В. Ключева. – М. : Машиностроение, 1982. – Ч. I.
16. Испытательная техника / под ред. В. В. Ключева. – М. : Машиностроение, 1982. – Ч. II.

### *Учебно-методическая*

17. Грицай, С. П. Программа, метод. указания и контрол. задания по курсу «Методы и средства испытаний РЭС (ЭВС)» / С. П. Грицай, М. С. Гурский, Е. В. Яруничева. – Мн. : МРТИ, 1993.
18. Гурский, М. С. Сертификация изделий радиоэлектронной техники : метод. пособие / М. С. Гурский, И. Ф. Гурская. – Мн. : БГУИР, 1997.
19. Гурский, М. С. Статистические методы управления качеством продукции : учеб. пособие / М. С. Гурский. – Мн. : БГУИР, 1999. – 86 с.

## Содержание

Предисловие .....	3
<b>1. Учебная программа .....</b>	<b>5</b>
1.1. Примерный тематический план .....	5
1.2. Содержание предмета .....	7
1.3. Перечень лабораторных работ .....	16
<b>2. Вопросы для самоконтроля .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Общие методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы .....</b>	<b>20</b>
<b>4. Варианты контрольной работы .....</b>	<b>21</b>
Рекомендуемая литература .....	25

Учебное издание

**ИСПЫТАНИЯ, КОНТРОЛЬ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ РЭС**

Учебная программа, методические указания  
и контрольные задания  
для студентов заочного отделения специальности  
1-08 01 01-02 «Профессиональное обучение. (Радиоэлектроника)»

Составитель  
**Жогло Ирина Анатольевна**

Зав. ред.-издат. отд. О. П. Козельская  
Редактор Г. Л. Говор  
Компьютерная верстка А. П. Пучек

План издания 2008 г. (поз. 45)

Изд. лиц. № 02330/0131735 от 17.02.2004.

Подписано в печать 10.11.2008. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага писчая. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 60 экз. Заказ 250.

Издатель и полиграфическое исполнение Учреждение образования  
«Минский государственный высший радиотехнический колледж»  
220005, г. Минск, пр-т Независимости, 62.

ISBN 978-985-526-011-1

