



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора Филиала
BrGTU Политехнический
колледж по учебной работе

_____ С. В. Маркина

« _____ » _____ 2019г.

ИСПЫТАНИЕ И КОНТРОЛЬ РЭС
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашней контрольной работы
для учащихся специальности

2-39 02 32 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»

_____ для заочной формы обучения

*

(форма обучения)

Разработал: Коротынский Ф.П., преподаватель Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» Политехнический колледж

Контрольные задания разработаны на основе типовой учебной программы, утвержденной директором Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет Политехнический колледж 14.06.2016 года.

Контрольные задания обсуждены и рекомендованы к использованию на заседании цикловой комиссии радиотехнических дисциплин.

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2019г.

Председатель цикловой комиссии _____
(подпись)

Л.П. Бойко
(инициалы, фамилия)

Содержание

Введение.....	4
1.Тематический план.....	5
2.Программа дисциплины и методические указания по изучению разделов и тем.....	7
3.Перечень рекомендуемой литературы.....	19
4.Пояснительная записка.....	20
5.Порядок выполнения контрольных заданий.....	20
6.Теоретические вопросы контрольной работы.....	21
7.Таблица вариантов.....	25
8.Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся заочного отделения при выполнении домашней контрольной работы по учебной дисциплине «Испытание и контроль РЭС».....	26

Введение

Основная форма изучения курса «Испытание и контроль РЭС» – самостоятельная работа учащегося над рекомендованной учебной литературой.

Для полного и успешного усвоения дисциплины предусматриваются следующие виды занятий:

- Самостоятельные (для выполнения контрольной работы).
- Проработка материала по основным вопросам курса на обзорных занятиях и консультациях в течение учебного года и в период лабораторно – экзаменационной сессии.
- Выполнение лабораторных работ.

При изучении дисциплины «Испытание и контроль РЭС» учащийся выполняет одну контрольную работу. Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра учащегося по таблице 1, приведенной в методических указаниях.

Порядок оформления контрольной работы описан в СТО ТУПК 001-2017.

Вопросы контрольной работы переписываются полностью. Ответ должен быть полным по существу и кратким по форме. Текстовую часть контрольной работы необходимо снабжать рисунками, схемами, ссылками на ГОСТ и т.п.

Закончив контрольную работу, учащийся должен привести перечень литературы, использованной при изучении материала. В конце контрольной работы должно быть оставлены 1 – 2 чистые страницы для записи рецензии.

1. Тематический план

Раздел, тема	Количество часов		
	Всего	В том числе	
		На практические работы	на лабораторные работы
1	2	3	4
Введение	2		
Раздел 1. Факторы, воздействующие на РЭС. Проблемы испытаний	4		
1.1. Классификация воздействий. Виды воздействующих факторов. Механические, климатические, радиационные и другие испытания.	2		
1.2. Классификация испытаний. Планирование испытаний. Разработка программы и методики испытаний.	2		
Раздел 2. Испытания радиоэлектронных средств на механические воздействия	14	4	4
2.1. Воздействие вибраций на РЭС. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.	2	2	2
2.2. Воздействие ударной и линейной нагрузок. Оценка удароустойчивости РЭС. Испытания на ударопрочность и удароустойчивость.	2	2	2
2.3. Воздействие акустического шума. Методы и средства испытаний на акустические воздействия.	2		
Раздел 3. Испытания радиоэлектронных средств на климатические воздействия	16	4	4
3.1. Воздействия пониженной и повышенной температуры среды. Изменение температуры и термоудар.	2	2	2
3.2. Воздействие повышенной влажности. Воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления. Воздействие повышенного гидростатического давления.	2	2	2
3.3. Воздействие солнечного излучения. Воздействие атмосферы, содержащей агрессивные среды.	2		
3.4. Комплексные климатические	2		

воздействия. Основы методологии проведения комплексных климатических испытаний.			
Раздел 4. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия	6		
4.1. Биологические воздействия на РЭС. Испытания на грибоустойчивость. Методы испытаний и оборудование.	2		
4.2. Коррозионно-активное воздействие на РЭС. Испытания на коррозионно-активное воздействие. Оценка коррозионной стойкости.	2		
4.3. Технологические воздействия на РЭС. Испытания на воздействие газовых сред заполнения.	2		
Раздел 5. Испытания радиоэлектронных средств на воздействия космической среды и радиационные воздействия	6		
5.1. Воздействие криогенных и высоких температур на элементы конструкций РЭС. Воздействие потоков корпускулярных частиц на покрытия космической аппаратуры.	2		
5.2. Радиационные пояса Земли. Защита РЭС от действия радиационных поясов Земли. Радиационные воздействия на РЭС.	2		
5.3. Воздействие на РЭС радиоактивного излучения. Количественные характеристики радиоактивного излучения. Организация защиты от радиационных излучений. Радиационные воздействия на РЭС.	2		
Раздел 6. Испытания электронных средств на надежность	6		4
6.1. Методы планирования испытаний на надежность. Критерии годности при испытаниях на надежность.	2		4
Раздел 7. Автоматизация и обеспечение испытаний радиоэлектронных средств	2		
7.1. Автоматизация и метрологическое обеспечение испытаний и контроля. <i>Обязательная контрольная работа.</i>	1 1		
Раздел 8. Качество продукции. Статистические методы приемочного	4		

контроля и управление качеством продукции			
8.1. Качество продукции. Статистические методы управления качеством продукции.	2		
8.2. Организация и применение приемочного статистического контроля.	2		
Итого	60	8	12

2. Программа дисциплины и методические указания по изучению разделов и тем

Программа дисциплины «Испытание и контроль РЭС» предусматривает изучение принципов испытаний и контроля РЭС, овладение навыками выбора и использования испытательных приборов для измерения и исследования электрических сигналов, параметров измерителей.

Успешное освоение учебного материала базируется на знаниях, полученных учащимися при изучении таких учебных дисциплин, как "Физика", "Математика", "Теоретические основы электротехники", "Радиотехника", "Импульсная и цифровая техника", "Электрорадиоизмерения", "Основы электроники и микроэлектроники".

В результате изучения дисциплины учащийся должен

знать на уровне представления:

- структуру контрольно-испытательной службы;
- международные организации по испытаниям РЭА;
- правовые основы, цели, задачи, объекты и средства испытательных служб;
- роль испытаний в обеспечении единства изделий РЭА;
- единицы и эталоны единиц физических величин;
- современное состояние и перспективы развития контрольно-измерительной техники;
- основные направления автоматизации измерений и принципы построения информационно-измерительных систем и комплексов для испытаний;

знать на уровне понимания:

- основы теории испытательных измерений при проектировании и производстве радиоэлектронных средств, влияние измерительных преобразователей на точность измерений;
- принципы, методы и средства испытаний и контроля в широком диапазоне частот в пределах значений измеряемых физических величин;
- принципы построения и структурные схемы конкретных типов современных радиоэлектронных устройств, установок и систем общего и специального назначения;

-принцип действия и устройство контрольно-измерительного и испытательного оборудования;

уметь:

- выбирать методы и средства контроля и испытания РЭА;
- эксплуатировать применяемую электро- и радиоизмерительную аппаратуру, выполнять измерения, оценивать их точность, проводить математическую обработку и оформлять результаты испытаний;
- выявлять причины и источники снижения точности измерений и оценивать их характер;
- вести статистическую обработку результатов контроля и испытаний.

Введение

Цели задачи и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Роль испытаний и контроля в повышении качества РЭС.

Рекомендуемая литература: [1], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Под качеством радиоэлектронных средств (РЭС) понимают совокупность свойств, определяющих способность изделий удовлетворять заданным требованиям потребителя. Качество РЭС обуславливает их конструктивные, технологические, экономические, эргономические и другие параметры. Одним из источников оценки качества служат теоретические расчеты. Однако расчетные оценки нуждаются в экспериментальном подтверждении, поскольку исходные данные и модели являются приближенными. С развитием микроминиатюризации и усложнением ЭС создание адекватных моделей становится проблематичным. В этой связи существенный объем информации о качестве РЭС получают путем контроля их параметров и проведения испытаний на всех этапах, начиная с разработки нормативно-технической документации (НТД) и заканчивая анализом рекламаций и заключений потребителя о качестве готовых изделий.

Раздел 1 Факторы, воздействующие на РЭС

Тема 1.1 Классификация воздействий. Виды воздействующих факторов. Механические, климатические, радиационные и другие воздействия.

Рекомендуемая литература: [1], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Все воздействия на ЭС можно разделить на внешние и внутренние.

Внешние воздействия не связаны с режимом эксплуатации ЭС и определяются условиями хранения, транспортировки и эксплуатации изделий. Внешние воздействия подразделяют на естественные воздействия и воздействия объекта, в составе которого находятся данные ЭС.

Внутренние воздействия определяются режимами работы ЭС и

характеризуются нагрузками, например электрическими и механическими, связанными с функционированием ЭС.

Каждый вид воздействия характеризуется своим набором факторов. Например, для климатических воздействий это температура, влажность, давление, скорость ветра и т.д. Все воздействующие факторы по их происхождению разделяют на две группы: объективные и субъективные.

Тема 1.2 Классификация испытаний. Планирование и разработка программы и методики испытаний.

Рекомендуемая литература: [1], [4], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Все испытания ЭС классифицируют по методам проведения, назначению, этапам проектирования, изготовления и выпуска, виду испытаний готовой продукции, продолжительности, уровню проведения, виду воздействия, определяемым характеристикам объекта.

Методы испытаний подразделяют на две большие группы:

- 1) физические испытания реальных ЭС или их макетов;
- 2) испытания с использованием моделей.

Программа испытаний — это обязательный для исполнения организационно-методический документ, который устанавливает объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний.

Методика испытаний — это организационно-методический документ обязательный к исполнению. В нем формулируют метод испытаний, средства и условия испытаний, отбор проб, алгоритмы выполнения операций по определению одной из нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта, формы представления данных и оценивают точности, достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении испытаний.

Раздел 2 Испытания РЭС на механические воздействия

Тема 2.1 Воздействие вибраций на РЭС. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытание на виброустойчивость проводят с целью проверки способности ЭС выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах значений, указанных в ТУ, в условиях вибрации в заданных диапазонах частот и ускорений. Испытание проводят под электрической нагрузкой, контролируя в процессе его параметры ЭС.

Испытание на вибропрочность проводят с целью проверки способности изделий противостоять разрушающему действию вибрации и выполнять свои функции при сохранении параметров после механического воздействия в пределах значений, указанных в ТУ и ПИ на изделия.

Испытания ЭС на виброустойчивость и вибропрочность осуществляют методами фиксированных частот, качающейся частоты, случайной вибрации.

Практическая работа №1. Исследование основных принципов защиты РЭС от вибрационных воздействий.

Лабораторная работа №1. Испытания РЭС на вибрационные воздействия.

Тема 2.2 Воздействие ударной и линейной нагрузок. Оценка удароустойчивости РЭС. Испытания на ударопрочность и удароустойчивость.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Различают два вида испытания изделий на ударную нагрузку: на ударную прочность и ударную устойчивость.

Испытание на ударную прочность проводят с целью проверки способности ЭС противостоять разрушающему действию механических ударов, сохраняя свои параметры после воздействия ударов в пределах, указанных в НТД на изделие.

Испытания на ударную устойчивость проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции в условиях действия механических ударов многократного действия. Испытание проводят под электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой устанавливаются в стандартах и ТУ на изделие и в ПИ.

Испытание на воздействие линейной нагрузки проводят для проверки работоспособности изделий при воздействии линейной нагрузки и после него. Испытание осуществляют на специальных стендах – центрифугах, создающих в горизонтальной плоскости радиально направленные ускорения. Испытание обычно проводят без электрической нагрузки. Это объясняется большими погрешностями, вносимыми в контролируемый выходной сигнал при передаче его через токосъемник центрифуги.

Практическая работа № 2. Изучение воздействий ударных нагрузок на конструкции РЭС.

Лабораторная работа №2. Испытания радиоэлектронных средств на ударные воздействия.

Тема 2.3 Воздействие акустического шума. Методы и средства испытаний на акустические воздействия.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытание на воздействие акустического шума повышенного уровня проводят с целью определения способности ЭС выполнять в условиях данного воздействия свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в программе испытаний и ТУ.

При испытании на акустические нагрузки на ЭС воздействует случайный акустический шум или акустический тон (гармоническое звуковое колебание определенной частоты) меняющейся частоты. Режим испытания в обоих случаях определяется заданным уровнем звукового давления для соответствующей степени жесткости.

Раздел 3 Испытания радиоэлектронных средств на климатические воздействия

Тема 3.1 Воздействие пониженной и повышенной температуры среды. Изменение температуры и термоудар.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытания на воздействие повышенной температуры проводят с целью определения способности РЭС сохранять свои параметры и внешний вид в пределах ТУ в процессе и после воздействия верхнего значения температуры.

Различают два метода испытания РЭС на воздействие повышенной температуры: испытание *под термической нагрузкой*, испытание *под совмещенной термической и электрической нагрузкой*.

Испытания на воздействие пониженных температур проводят с целью проверки параметров изделий в условиях воздействия низкой температуры внешней среды, а также после пребывания их в этих условиях.

Испытание на термоудар (на устойчивость РЭС к воздействию резких перепадов температур) проводят иногда наряду с испытанием на воздействие изменения температуры среды. Это испытание является весьма жестким и применяется для установления предельных прочностных свойств изделия. По его результатам можно сравнительно быстро получить данные о наиболее слабых частях конструкции РЭС.

Практическая работа № 3. Исследование процесса теплопередачи и тепловых режимов конструкций РЭС.

Лабораторная работа №3. Испытания РЭС на тепловые воздействия.

Тема 3.2 Воздействие повышенной влажности. Воздействие повышенного и пониженного давления.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Влагоустойчивостью называют способность аппаратуры сохранять работоспособность в условиях повышенной относительной влажности.

Различают два вида испытания на влагоустойчивость: *длительные и кратковременные*.

Длительные испытания проводятся с целью определения способности изделий сохранять свои параметры в условиях и после длительного воздействия влажности. *Кратковременные* испытания проводятся с целью оперативного выявления грубых технологических дефектов в серийном производстве и дефектов, которые могли возникнуть в предшествующих испытаниях.

Оба вида испытаний на влагоустойчивость могут проводиться в непрерывном (без конденсации влаги) или циклическом (с конденсацией влаги) режимах.

Испытания на воздействия пониженного и повышенного атмосферного давления проводят в целях проверки устойчивости параметров и сохранности внешнего вида изделия в условиях пониженного и повышенного атмосферного давления.

Испытания проводят в барокамере, которая должна обеспечивать испытательный режим с отклонениями, не превышающими указанные в стандарте, ТУ или ПИ.

Практическая работа №4. Исследование методов и средств испытаний РЭС и ее элементов на воздействия влаги.

Лабораторная работа №4. Испытания на герметичность.

Тема 3.3 Воздействие солнечного излучения. Воздействие атмосферы, содержащей агрессивные среды.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытания на воздействие солнечного излучения проводят для проверки сохранности внешнего вида изделий или их отдельных деталей и сборочных единиц, а также их параметров после воздействия солнечного излучения. Данному виду испытаний подвергаются РЭС или применяемые в них конструктивные элементы и покрытия, выполненные из органических материалов, которые не подвергались другим видам испытаний.

Испытания на воздействие атмосферы, содержащей агрессивные среды, проводят в целях определения коррозионной стойкости изделий в атмосфере, насыщенной водными растворами солей.

Соляной туман образуется распылителем — центробежным аэрозольным аппаратом или пульверизатором соляного раствора, который готовят, растворяя в дистиллированной (деионизованной) воде хлористый натрий по ГОСТ 4233-77.

Тема 3.4 Воздействие песка и пыли. Испытания на герметичность. Комплексные климатические воздействия. Основы методологии проведения комплексных климатических испытаний.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытания на *воздействие песка и пыли* проводят для проверки устойчивости изделий к разрушающему (абразивному) воздействию пыли, т.е. проверки пыленепроницаемости изделий и их работоспособности в условиях воздействия среды с повышенной концентрацией пыли (песка).

Существует два метода испытаний на воздействие песка и пыли:

- испытание аппаратуры на воздействие статической пыли (песка);
- испытание на воздействие динамической пыли (песка).

Герметичностью называют способность оболочки (корпуса), отдельных ее элементов и соединений препятствовать газовому или жидкостному обмену между средами, разделенными этой оболочкой. Метод испытания на герметичность выбирают в зависимости от назначения РЭС, их конструктивно-технологических и компоновочных особенностей, требований к степени герметичности, а также экономических характеристик испытаний.

Раздел 4 Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия

Тема 4.1 Биологические воздействия на РЭС. Испытания на грибоустойчивость. Методы испытаний и оборудование.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытания на *биостойкость (биоустойчивость)* проводят с целью определения способности РЭС сохранять в условиях воздействия на нее биологических факторов, значения показателей в пределах, установленных в НТД. Биологические внешние возмущающие факторы — организмы или их сообщества, оказывающие внешние воздействия и вызывающие нарушения исправного и работоспособного состояния изделия.

В настоящее время ГОСТами регламентируется учет следующих биофакторов: плесневых грибов, насекомых, грызунов и почвенных микроорганизмов. Наибольшие разрушения РЭС возникают под действием грибковой плесени.

Сущность метода испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов заключается в выдерживании РЭС, зараженных спорами плесневых грибов, в условиях, оптимальных для их развития, с последующей оценкой грибоустойчивости.

Тема 4.2 Коррозионно-активное воздействие на РЭС. Испытания на коррозионно-активное воздействие на РЭС. Оценка коррозионной стойкости.

Рекомендуемая литература: [1]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытание на коррозионно-активное воздействие проводят для оценки коррозионной стойкости металлов, сплавов и покрытий, применяемых в РЭС, к воздействию рабочей среды (среды, в контакте с которой происходит эксплуатация РЭС, их деталей или сборочных единиц), способной изменять свою коррозионную активность в зависимости от температуры и влажности.

Испытание металлов, сплавов и покрытий на коррозионно-активное воздействие проводят только в тех случаях, когда отсутствуют данные по их стойкости к этому воздействию. Подобное испытание деталей и сборочных единиц РЭС позволяет определить влияние их конструктивных и технологических особенностей на коррозионную стойкость и работоспособность в конкретной среде. Для испытания образцов служит газовая камера, в которой можно изменять температуру и влажность.

Тема 4.3 Технологические воздействия на РЭС. Испытания на воздействие газовых сред заполнения.

Рекомендуемая литература: [1]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К испытаниям ЭС на технологические воздействия относятся испытания на воздействие сред заполнения, на паяемость, на теплостойкость при пайке, на воздействие ряда технологических факторов (например, испытание прочности выводов и их креплений).

Испытание на воздействие газовых сред заполнения (гелий, аргон, азот и др.) проводят с целью проверки способности ЭС сохранять свои параметры в пределах значений, заданных в стандартах на изделия, при и после воздействия газовой среды. Для этого изделия помещают в камеру, способную обеспечить испытательный режим (температуру, давление, состав среды).

Раздел 5 Испытания радиоэлектронных средств на воздействие космической среды и радиационного воздействия

Тема 5.1 Воздействие криогенных и высоких температур на конструкции РЭС. Воздействие потоков корпускулярных частиц на покрытия космической аппаратуры.

Рекомендуемая литература: [1]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Испытание ЭС на воздействие криогенных (ниже 120 К) температур проводят с целью проверки устойчивости параметров изделий при низких температурах. Криогенные (охлаждающие) системы, предназначенные для испытания, входят в состав термовакуумных испытательных установок с

многоступенчатой откачной системой и включают следующие элементы:

1) собственно криокамеру (или криостат);

2) хладагент;

3) устройства подачи хладагента в рабочую камеру.

Выбор типа хладагента определяется предельной температурой охлаждения испытываемого объекта. Испытываемые образцы охлаждают обычно в два этапа: сначала жидким азотом до температуры около 73 К, а затем до более низких температур — жидким гелием и его парами.

При работе ЭС в условиях космоса помимо радиационных повреждений ЭС, связанных с нарушением работы их элементов, наблюдаются также повреждения покрытий ЭС при воздействии потока различных корпускулярных частиц. Для исследования качества покрытий проводят испытания ЭС как при раздельном воздействии потока частиц с различными факторами космического пространства, так и при совместном их воздействии. Эти испытания относят к специальным видам космических испытаний.

Тема 5.2 Радиационные пояса Земли. Защита РЭС от действия радиационных поясов Земли. Радиационные воздействия на РЭС.

Рекомендуемая литература: [1], [3]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В 1958 г. были открыты *радиационные пояса Земли*, которые представляют собой относительно стабильные гигантские области скопления заряженных частиц (электронов, протонов, α -частиц и ядер более тяжелых химических элементов) высоких кинетических энергий, захваченные и удерживаемые магнитным полем Земли.

Ионизирующее излучение (нейтроны, протоны, электроны, α -лучи и др.) вызывает дефекты, связанные с изменением структуры и ионизацией атомов облучаемого материала, что приводит к радиационным повреждениям изделий. При этом различают необратимые (остаточные) и обратимые (временные) нарушения.

Тема 5.3 Воздействие на РЭС радиоактивного излучения. Количественные характеристики радиоактивного излучения. Радиационные испытания РЭС.

Рекомендуемая литература: [1], [3]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Электронные средства, работающие в условиях космоса и на объектах, содержащих радиационные установки, могут подвергаться воздействию радиоактивного излучения, которое количественно характеризуется следующими параметрами:

1) поток радиоактивных частиц или квантов

2) плотность потока частиц или квантов

3) кинетическая энергия радиоактивного излучения

- 4)поглощенная доза радиоактивного излучения
- 5)мощность поглощенной дозы радиоактивного излучения
- 6)экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучений (экспозиция)
- 7)мощность экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучений.

Радиационное испытание РЭС проводят с целью проверки работоспособности и сохранения внешнего вида ЭС в соответствии с НТД (требования ТЗ и ТУ) во время и после воздействия радиации. Испытание проводят в электрических режимах, оговоренных в стандартах и программах испытаний, по специально разработанной методике, которая составляется на каждый вид радиоактивного излучения.

Раздел 6 Испытания РЭС на надежность

Тема 6.1 Методы планирования испытаний на надежность. Критерии годности при испытании на надежность.

Рекомендуемая литература: [1], [3]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При контроле готовой продукции необходимо однозначно определить такие данные, как время испытаний $t_{и}$, объем выборки n и приемочное число C — максимальное число отказавших изделий за время испытания выборки, при котором партия принимается. Совокупность этих данных составляет план контроля, для формирования которого пользуются, как правило, специальными таблицами и графиками.

Методы планирования испытаний на надежность:

1)*метод однократной выборки* позволяет решать вопрос о приемке партии изделий на основании единственной выборки, случайно взятой из этой партии;

2)*метод двукратной выборки* предусматривает проведение испытания второй выборки, если число отказов в первой больше приемочного числа C , но меньше браковочного C' (минимального числа изделий, отказавших за время испытания выборки), при котором партия бракуется, как не удовлетворяющая предъявляемым требованиям по надежности;

3)*метод непрерывных испытаний* ЭС на надежность заключается в непрерывном отборе и постановке изделий на испытания в течение контролируемого периода;

4)*графический метод планирования испытаний* основан на использовании семейства кривых распределения Пуассона.

Значения показателей надежности зависят от выбранных значений параметров — критериев годности. В нормативно-технической документации, регламентирующей применение изделий потребителем, значения ПКГ устанавливают с запасом, обеспечивающим высокую надежность изделий в течение гарантированного времени их безотказной работы. Чем больше этот запас, тем больше вероятность безотказной работы. Однако высокий показатель надежности затрудняет ее оценку при испытаниях.

Для рационального решения вопроса контроля надежности изделий

необходимо: выбрать такое значение показателя надежности, которое обеспечит разумный объем выборки; установить значения ПКГ при испытании более жесткие, чем рекомендуемые потребителю.

Лабораторная работа №5. Организация и проведение испытаний РЭС на надежность.

Лабораторная работа №6. Организация ускоренных испытаний РЭС на надежность.

Раздел 7 Автоматизация и обеспечение испытаний РЭС

Тема 7.1 Автоматизация и метрологическое обеспечение испытаний и контроля. Обязательная контрольная работа.

Рекомендуемая литература: [1], [3]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Автоматизация испытательных и контрольно-измерительных операций является одним из ведущих направлений в повышении эффективности производства.

Развитие микропроцессорной техники, появление персональных компьютеров открывает широкие возможности для автоматизации всех групп операций техпроцесса испытаний и создания комплексной высокоэффективной автоматизированной системы испытаний (АСИ) РЭС.

Под АСИ понимают программно-аппаратный комплекс на базе средств испытательной, измерительной и вычислительной техники, предназначенный для выполнения комплексных испытаний изделий РЭС. АСИ предназначена для обеспечения эффективного функционирования испытательного оборудования путем автоматизированного, т.е. с участием инженера-испытателя, выполнения функций управления технологическим процессом испытаний РЭС.

Раздел 8 Качество продукции. Статистические методы приемочного контроля и управления качеством продукции

Анализ обязательной контрольной работы.

Тема 8.1 Качество продукции. Статистические методы управления качеством продукции.

Рекомендуемая литература: [2]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Одним из основных принципов контроля качества при помощи статистических методов является стремление повысить качество продукции,

осуществляя контроль на различных этапах производственного процесса.

Применение статистических методов – весьма действенный путь разработки новой технологии и контроля качества производственных процессов.

Статистические методы являются основой для эффективного распознавания проблем и их анализа. Таким образом, можно добиться полной картины о возможных причинах проблем. Устанавливаются приоритеты и на основе фактов принимаются решения.

Статистические методы классифицируют по признаку общности на три основные группы:

а) Графические методы

- 1) контрольные листки
- 2) диаграммы Парето
- 3) диаграммы причин и результатов (диаграмма Исикавы)
- 4) гистограммы
- 5) диаграммы рассеяния
- 6) контрольные карты
- 7) метод расслоения (стратификации)

б) методы анализа статистических совокупностей:

- 1) сравнения средних;
- 2) сравнения дисперсий;
- 3) регрессивный вид анализа;
- 4) дисперсионный вид анализа;

в) экономико-математические методы:

- 1) математическое программирование;
- 2) планирование эксперимента;
- 3) имитационное моделирование;
- 4) метод оценки риска и последствий отказов (FMEA);
- 5) теория массового обслуживания;
- 6) теория расписаний;
- 7) функционально-стоимостный анализ;
- 8) методы Тагути;
- 9) структурирование функции качества (СФК) или «Голос клиента».

Тема 8.2 Статистические методы приемочного контроля качества продукции.

Рекомендуемая литература: [2]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Статистические методы контроля качества подразделяются:

- статистический приемочный контроль по альтернативному признаку;
- выборочный приемочный контроль по варьирующим характеристикам качества;
- стандарты статистического приемочного контроля;
- системы экономических планов;
- планы непрерывного выборочного контроля.

Наиболее характерным примером статистического контроля качества является статистический приемочный контроль. Основная идея такого контроля в том, что о качестве контролируемой партии продукции судят по значениям характеристик малой выборки этой партии. Различают приемочный контроль по качественному и количественному признаку.

3.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

[1] **Глудкин О.П.** Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС/ О.П.Глудкин. - М.: Высш. шк., 1991.-335 с.

[2] **Ефимов В.В.** Статистические методы управления качеством. Учебное пособие/ В.В.Ефимов – Ульяновск: УлГТУ, 2003.-134с.

[3] Испытание радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование / Под ред. А.И. Коробова. - М.: Радио и связь, 1987.-275 с.

[4] **Федоров В.Н.** Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств / В. Н. Федоров, Н. А. Сергеев [и др.] М. , Энергия, 2004.-506 с.

Дополнительная литература

[5] Испытательная техника. Кн.1,2/ Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1982

[6] **Лабковская Р.Я.** Методы и устройства испытаний ЭВС. Часть 1. Учебное пособие/ Р.Я.Лабковская – СПб.: Университет ИТМО, 2015.- 164с.

[7] **Малинский В.Д.** и др. Испытания радиоаппаратуры/ В.Д.Малинский, Д.Н. Ошер, Л.Я. Теплицкий - М. , Энергия, 1965.-440 с.

[8] ГОСТ 20.57.406-81. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний. М.: - Госстандарт, 1983

[9] ГОСТ 27.402 - 95. Надежность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ). 1: Экспоненциальное распределение. М.: - Госстандарт, 1997

[10] ГОСТ 21317 - 87. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы испытаний на надежность. М.: Изд-во стандартов, 1990

[11] **СТО ТУПК 001-2017** Стандарт организации. Общие требования к текстовым документам

4. Пояснительная записка

При изложении учебного материала необходимо ознакомиться со справочной литературой, ГОСТами, стандартами предприятий, строго соблюдать единство терминологии и обозначений технических величин согласно ГОСТ 17752-81, Международной системе единиц (СИ), Единой системе технологической документации (ЕСТД) и Единой системе конструкторской документации (ЕСКД).

5. Порядок выполнения контрольных заданий

В каждой контрольной работе необходимо ответить на пять теоретических вопросов. Контрольные вопросы охватывают основной и дополнительный материал по всем темам предмета и должны выполняться самостоятельно.

Контрольные работы рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Ознакомиться с общими методическими указаниями.
2. Внимательно прочитать содержание программы дисциплины. Подобрать рекомендуемые учебники, техническую и справочную литературу.
3. Изучить постепенно материал каждой темы задания; закрепить изучаемый материал разбором методики испытаний и контроля, приведенной в учебниках и в данных методических указаниях.
4. Если учащийся не может самостоятельно разобраться в каком-либо вопросе, то следует обратиться за консультацией в колледж согласно графику индивидуальных консультаций.
5. Контрольная работа выполняется на листах формата А4. Листы должны быть сшиты и пронумерованы для возможности ссылки на них преподавателя. Титульный лист - утвержденного образца.
6. Работа должна быть выполнена чернилами одного цвета, аккуратно и разборчиво или набрана на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word (шрифт Times New Roman; размер шрифта 14; отступ 1,5 см; интервал одинарный).
7. Ответ на каждый вопрос начинать с нового листа.
8. Ответы на вопросы контрольной работы должны быть полными, четкими, технически грамотными. Они должны показывать умение учащегося анализировать и обобщать изучаемый материал. Ответы рекомендуется иллюстрировать соответствующими рисунками, схемами, таблицами и т. д., соблюдая масштаб и ГОСТ.
9. При выполнении контрольной работы учащимся необходимо: полностью записывать текст задания своего варианта в соответствии с исходными данными.
10. В конце контрольной работы обязательно привести список использованных источников.
11. Необходимо оставлять чистые страницы для замечаний рецензента и для итоговой рецензии.
12. Домашнее задание, выполненное и оформленное в соответствии с

настоящими указаниями и данными своего варианта, высылаются или сдаются в заочное отделение колледжа для проверки согласно учебному графику.

13. Контрольные работы, выполненные с нарушениями данных рекомендаций и требований, выполненные не в полном объеме или не по своему варианту, а также работы, в которых не раскрыто основное содержание вопросов задания или имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задачи, в выполнении графической части задания, не засчитываются и возвращаются учащемуся с подробной рецензией для дальнейшей работы над учебным материалом.

14. Получив незачтенную контрольную работу после проверки, учащийся должен проанализировать все имеющиеся замечания рецензента и соответственно внести необходимые исправления и дополнения. Если работа не зачтена, то согласно указаниям преподавателя она выполняется заново полностью либо дополняется частично. При этом сохраняется первоначальный вариант выполненного задания с рецензией преподавателя.

15. Учащиеся, не имеющие зачета по домашней контрольной работе, к экзамену не допускаются.

16. Вариант для каждого учащегося - индивидуальный. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера зачетной книжки. Номера теоретических вопросов, на которые нужно дать ответ, приведены в таблице 1.

6. Теоретические вопросы контрольной работы

1. Определите понятие «испытания» как основную форму контроля ЭС. Назовите цели испытаний. Объясните, почему испытания служат эффективным средством повышения качества РЭС.

2. Приведите классификацию воздействий на ЭС. Охарактеризуйте каждый вид воздействий. Раскройте состав отдельных видов естественных воздействий.

3. Приведите классификацию климатических воздействий на РЭС. Опишите формирование естественных климатических воздействий. Перечислите климатические факторы, оказывающие существенное влияние на РЭС.

4. Назовите параметры, которыми характеризуются биологические воздействия на РЭС. Дайте определение понятия «биологический фактор». Приведите классификацию биологических повреждений РЭС. Опишите виды биоповреждений.

5. Назовите факторы, которыми характеризуются космические воздействия на РЭС. Перечислите виды сред, рассматриваемых при изучении этих факторов. Охарактеризуйте термовакуумные факторы космического пространства.

6. Перечислите виды механических воздействий, которым подвергаются РЭС в процессе эксплуатации. Опишите каждый из видов механических воздействий. Перечислите повреждения, получаемые РЭС в процессе механических воздействий.

7. Перечислите признаки, по которым классифицируют испытания РЭС. Раскройте содержание классификации испытаний ЭС по определяемым

характеристикам объекта. Опишите испытания РЭС на надежность.

8.Перечислите способы проведения испытаний РЭС. Опишите каждый из перечисленных способов. Назовите преимущества и недостатки способов проведения испытаний РЭС.

9.Определите понятие «программа испытаний». Перечислите разделы, из которых состоит программа испытаний. Опишите назначение каждого раздела.

10.Определите назначение методики испытаний. Раскройте состав методики испытаний. Сформулируйте основное требование к методике. Дайте определение понятия «метод испытаний».

11.Определите понятие «отказ ЭС». Приведите классификацию отказов. Охарактеризуйте каждый из видов отказов, проявляющихся при работе РЭС.

12.Назовите цели проведения испытаний РЭС на виброустойчивость и вибропрочность. Перечислите методы, с помощью которых проводят эти испытания. Определите критерии выбора того или иного метода испытаний. Изложите сущность метода качающейся частоты.

13. Назовите цели проведения испытаний РЭС на виброустойчивость и вибропрочность. Перечислите методы, с помощью которых проводят эти испытания. Определите критерии выбора того или иного метода испытаний. Изложите сущность метода широкополосной случайной вибрации.

14.Опишите классификацию устройств для испытаний на вибропрочность и виброустойчивость. Дайте характеристику основным видам виброустановок. Определите их достоинства и недостатки.

15.Опишите механизм воздействия удара. Дайте определение понятия «ударный импульс». Перечислите основные параметры ударного импульса. Опишите понятие реакции ЭС на воздействие ударного импульса и назовите основные виды реакции.

16.Перечислите режимы испытаний РЭС на воздействие ударной нагрузки. Дайте характеристику каждому из режимов. Назовите основные характеристики режимов испытания ЭС при многократном воздействии ударов. Перечислите и опишите основные формы ударных импульсов, применяемых при испытаниях на ударные нагрузки.

17.Перечислите признаки, по которым классифицируют стенды, используемые при испытаниях на ударные нагрузки. Определите названия стендов, относящиеся к каждому из перечисленных признаков. Объясните, какие ударные стенды служат для испытаний ЭС на одиночные удары, а какие – на многократные. Перечислите основные формы ударных импульсов.

18.Назовите цель проведения испытаний на воздействие линейной нагрузки. Определите приспособление для проведения таких испытаний. Опишите процесс проведения испытаний. Объясните, как определяют продолжительность испытаний на воздействие линейной нагрузки.

19.Перечислите характеристики акустического шума. Дайте определение каждой из них. Определите единицы измерения названных характеристик. Приведите формулу для определения разности уровней интенсивности звука в дБ.

20.Изложите цель проведения испытаний на воздействие акустического

шума. Назовите методы испытаний ЭС на воздействие акустического шума. Опишите условия проведения испытаний по каждому из методов.

21. Назовите цель проведения испытаний РЭС на климатические воздействия. Приведите последовательность этапов испытания ЭС на климатические воздействия. Назовите фактор, определяющий режим и условия испытаний. Определите условия, при которых изделия считают выдержавшими испытания.

22. Назовите цель проведения испытаний на воздействие повышенной температуры среды. Перечислите методы, применяемые для проведения данного вида испытаний. Определите назначение каждого из методов и порядок проведения испытаний по этому методу.

23. Назовите цель проведения испытаний на воздействие пониженной температуры среды. Опишите последовательность проведения испытаний. Определите условия, при которых изделия считают выдержавшими испытания.

24. Определите цель проведения испытаний на воздействие изменения температуры среды. Назовите методы, применяемые при данном виде испытаний. Приведите краткое описание каждого из методов. Изложите суть испытаний на термоудар.

25. Назовите цель испытаний на воздействие повышенной влажности. Опишите виды испытаний РЭС на влагоустойчивость. Определите режимы, в которых могут быть проведены эти виды испытаний. Охарактеризуйте каждый из режимов.

26. Определите цель испытаний на воздействие пониженного атмосферного давления. Опишите условия проведения испытаний. Укажите продолжительность проведения испытаний. Назовите оборудование, используемое при проведении данного вида испытаний.

27. Определите цель испытаний на воздействие солнечного излучения. Назовите методы, применяемые при проведении данного вида испытаний. Охарактеризуйте каждый из методов. Назовите оборудование, применяемое при испытаниях.

28. Определите понятие «агрессивная среда». Назовите цель испытаний РЭС на воздействие атмосферы, содержащей агрессивные среды. Опишите порядок проведения данного вида испытаний. Охарактеризуйте оборудование, применяемое при испытаниях.

29. Изложите классификацию видов испытаний РЭС на воздействие песка и пыли. Назовите цели и опишите последовательность испытаний для каждого из видов. Определите климатические условия, которые необходимо поддерживать при испытании РЭС на воздействие песка и пыли. Охарактеризуйте оборудование, применяемое при испытаниях.

30. Назовите цель испытаний на воздействие повышенного гидростатического давления и на герметичность. Опишите последовательность испытаний на воздействие гидростатического давления. Охарактеризуйте методы испытаний РЭС на герметичность.

31. Изложите цель испытаний РЭС на грибоустойчивость. Перечислите оборудование, используемое при испытаниях. Опишите методы, используемые при

испытаниях на грибоустойчивость. Определите параметры, по которым ЭС считают выдержавшими испытания на грибоустойчивость.

32. Назовите цель испытаний на коррозионно-активное воздействие. Дайте определение понятия «коррозионно-активное воздействие». Опишите методы, применяемые при проведении данного вида испытаний. Изложите критерии, используемые для оценки воздействия коррозионной среды на ЭС.

33. Перечислите виды испытаний ЭС на технологические воздействия. Назовите цель испытаний ЭС на воздействие газовых сред заполнения. Опишите последовательность проведения данного вида испытаний.

34. Перечислите виды испытаний ЭС на технологические воздействия. Назовите цель испытаний ЭС на паяемость. Изложите сущность методов, применяемых при испытаниях ЭС на паяемость.

35. Сформулируйте цель испытаний РЭС на воздействие криогенных температур. Опишите устройство криогенных испытательных установок. Объясните процесс выбора типа хладагента в зависимости от предельной температуры охлаждения испытываемого РЭС.

36. Изложите цель испытаний РЭС на воздействия потоков корпускулярных частиц на их покрытия. Назовите оборудование, применяемое для данного вида испытаний. Опишите назначение различных групп установок для моделирования воздействия потоков корпускулярных частиц.

37. Дайте определение понятия «радиационные пояса Земли». Изложите структуру радиационных поясов. Опишите состав заряженных частиц, присутствующий в каждом из радиационных поясов Земли. Объясните влияние радиационных поясов Земли на работу РЭС в космическом пространстве.

38. Опишите влияние радиоактивного излучения на работоспособность РЭС. Перечислите устройства, применяемые в качестве источников радиоактивного излучения в лабораторных условиях. Изложите цель радиационных испытаний РЭС. Опишите процесс проведения испытаний.

39. Изложите основные положения метода однократной выборки при планировании испытаний РЭС на надежность. Раскройте суть метода последовательных испытаний как практическое воплощение метода однократной выборки. Для объяснения используйте графическую интерпретацию метода однократной выборки.

40. Изложите основные положения метода двукратной выборки при планировании испытаний РЭС на надежность. Приведите практический пример, иллюстрирующий суть метода двукратной выборки.

41. Изложите основную задачу статистических методов управления качеством продукции. Приведите классификацию графических методов управления качеством продукции. Опишите использование метода, основанного на применении диаграммы Парето. Укажите преимущества и недостатки, которые дает диаграмма Парето.

42. Перечислите графические методы управления качеством продукции («семь инструментов контроля качества»). Охарактеризуйте диаграмму Исикавы как один из статистических методов управления качеством продукции. Укажите

преимущества и недостатки, которые дает диаграмма Исикавы.

43. Определите понятие «статистический приемочный контроль качества продукции». Перечислите методы статистического приемочного контроля. Опишите осуществление приемочного контроля по альтернативному признаку. Назовите преимущества этого метода.

7. Таблица вариантов

Таблица 1 - Варианты заданий

Номер вар-та	Номера вопросов						
01	1,11,20,31	26	4,25,33,40	51	1,12,23,34	76	11,21,29,37
02	2,12,21,32	27	6,17,28,43	52	4,15,26,37	77	10,18,27,42
03	3,13,23,33	28	9,20,23,33	53	5,16,27,38	78	9,19,28,39
04	4,14,24,34	29	1,13,25,36	54	8,19,29,40	79	8,17,26,36
05	5,15,25,35	30	5,16,25,35	55	9,20,24,39	80	7,18,27,40
06	6,16,26,36	31	7,18,20,38	56	7,18,25,36	81	6,12,29,36
07	7,17,27,37	32	2,13,24,43	57	2,13,16,26	82	5,15,25,35
08	8,18,28,38	33	3,14,25,36	58	3,14,24,39	83	4,14,24,34
09	9,19,29,39	34	10,12,33,40	59	6,17,28,38	84	3,16,23,33
10	10,20,30,40	35	11,19,25,39	60	10,19,29,40	85	2,12,22,43
11	1,12,23,34	36	12,29,32,42	61	12,22,32,39	86	1,18,21,31
12	11,21,33,40	37	1,12,23,34	62	11,23,30,37	87	12,24,29,43
13	2,13,24,35	38	2,13,24,35	63	3,13,25,35	88	8,18,28,38
14	14,25,31,36	39	5,16,27,38	64	2,12,24,42	89	3,13,23,33
15	4,15,26,35	40	8,19,30,40	65	5,15,25,35	90	2,19,26,36
16	5,16,27,42	41	9,29,32,39	66	4,14,23,33	91	1,11,21,31
17	6,17,28,39	42	6,16,26,37	67	8,19,29,32	92	5,15,25,35
18	7,18,29,41	43	7,19,29,40	68	7,17,27,37	93	2,17,27,37
19	8,19,20,34	44	3,13,23,33	69	11,21,28,43	94	9,19,33,40
20	9,23,33,38	45	4,14,24,34	70	6,16,25,36	95	7,14,24,34
21	10,21,31,39	46	8,18,28,42	71	9,14,29,38	96	4,18,24,39
22	2,13,24,35	47	10,20,30,40	72	4,15,26,43	97	3,13,21,41
23	4,15,26,43	48	11,22,33,39	73	5,17,27,41	98	9,18,28,38
24	5,16,27,38	49	12,23,34,37	74	6,14,28,37	99	8,19,29,40
25	6,17,28,39	50	13,24,36,41	75	7,16,23,33	00	6,17,28,36

8. Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся заочного отделения при выполнении домашней контрольной работы по учебной дисциплине «Испытание и контроль РЭС»

<i>Результат усвоения учебного материала по дисциплине</i>	<i>оценка результатов учебной деятельности.</i>
<p>Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию. Вопросы не раскрыты или раскрыты частично. Много нарушений в последовательности, логичности изложения материала. Ответы на контрольные вопросы безграмотны или обоснованы безграмотно. Допущено множество конструктивных, технологических, математических ошибок. Контрольная работа и ее графическая часть оформлены неаккуратно, небрежно, с множественными грамматическими и стилистическими ошибками, нарушениями требований стандартов ЕСКД и ЕСТД. Учащийся не способен обосновать принятые решения или не владеет материалом, изложенным в ответах на контрольные вопросы.</p>	<p><i>не зачтено</i></p>
<p>Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию. Материал изложен последовательно, логично, грамотно. Соблюдена в целом логика и последовательность изложения материала. Ответы на контрольные вопросы с технической точки зрения обоснованы достаточно полно и достаточно убедительно и являются результатом исследовательской, творческой работы учащегося с учетом известных направлений в развитии науки и техники. Контрольная работа и ее графическая часть оформлены аккуратно, в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ЕСТД</p>	<p><i>зачтено</i></p>