

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

На правах рукописи

УДК 004.942

СТАШЕВСКИЙ
Дмитрий Александрович

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ
НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**

Автореферат
на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-39 81 01 Компьютерные технологии
проектирования электронных систем

Научный руководитель
канд.техн.наук, доцент
БОРОВИКОВ Сергей Максимович

Минск 2016

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

Боровиков Сергей Максимович

кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

Полубок Владислав Анатольевич,

кандидат технических наук, заведующий кафедрой МПСС ИИТ БГУИР

Защита диссертации состоится «20» января 2016 г. года в 15⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, ауд. 415- 1, тел.: 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблеме обеспечения надёжности ЭУ уделяется все большее внимание. Это обуславливается следующими причинами:

- ЭУ значительно усложнились в схемотехническом отношении;
- ужесточились условия, в которых эксплуатируются современные ЭУ. Они часто характеризуются большим перепадом температур, высокими или низкими давлениями, наличием механического воздействия и т.д.;
- повысились требования к точности функционирования ЭУ;
- повысилась «цена» отказа ЭУ, который может привести к серьёзным техническим и экономическим потерям, экологическим проблемам;
- в ряде случаев человек-оператор не имеет непосредственного контакта с ЭУ (электронные датчики контроля хода технологических процессов в агрессивных средах, ЭУ на непилотируемых летательных объектах и др.).

В этой связи оценка показателей надёжности электронных устройств на этапе проектирования аппаратуры является актуальной задачей. Она даёт ответ на вопрос о целесообразности дальнейших затрат, необходимых на отработку технологии и производство устройств. В настоящее время проектные и промышленные предприятия Республики Беларусь испытывают трудности при расчёте показателей надёжности ЭУ из-за неполноты данных о показателях надёжности элементов производства стран СНГ, отсутствия данных об элементах зарубежного производства, входящих в состав электронных устройств, а также из-за отсутствия адаптированной к этим условиям системы автоматизированного расчёта показателей надёжности устройств. Наличие такой системы позволит существенно сократить время решения задачи по оценке надёжности электронных устройств в указанных условиях.

В выполненном проекте разрабатывалась система автоматизированного расчёта показателей надёжности ЭУ, когда в расчётах надёжности ЭУ необходимо учесть новые типы элементов, элементы зарубежного производства, а также возможное изменение численных значений характеристик надёжности и математических моделей, используемых для пересчёта эксплуатационной интенсивности отказов элементов. Кроме того, в разрабатываемой системе предполагается устранить некоторые недостатки Российской системы АСРН.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований заключается в решении проблемы обеспечения надёжности электронных устройств (ЭУ), так как этой теме уделяется все большее внимание. В этой связи оценка показателей надёжности электронных устройств на этапе проектирования аппаратуры является актуальной задачей. Она даёт ответ на вопрос о целесообразности дальнейших затрат, необходимых на отработку технологии и

производство устройств. В настоящее время проектные и промышленные предприятия испытывают трудности при расчёте показателей надёжности ЭУ из-за неполноты данных о показателях надёжности элементов производства стран СНГ, отсутствия данных об элементах зарубежного производства, входящих в состав электронных устройств, а также из-за отсутствия адаптированной к этим условиям системы автоматизированного расчёта показателей надёжности устройств. Наличие такой системы позволяет существенно сократить время решения задачи по оценке надёжности электронных устройств в указанных условиях

Разрабатываемый программный комплекс автоматизированной оценки надёжности, адаптирован для использования в современных условиях, когда в расчёте надёжности электронных устройств необходимо учесть новые типы элементов, элементы как отечественного, так зарубежного производства, а также возможное изменение численных значений характеристик надёжности и математических моделей, используемых для пересчёта эксплуатационной интенсивности отказов элементов.

Практическая ценность заключается в создании программного комплекса, что позволяет существенно ускорить оценку надёжности электронных устройств и систем, упростить саму процедуры оценки надёжности и повысить достоверность прогнозирования показателей надёжности устройств и систем. Программный комплекс должен обеспечивать возможность корректировки и расширения базы данных об элементах, максимально упрощённый ввод необходимой информации об элементах (все основные операции при использовании программного комплекса планируется проводить мышью без использования клавиатуры, альтернативный выбор форм представления результатов оценки показателей надёжности (алфавитно-цифровой, графический – по выбору пользователя), изменение при необходимости алгоритма (методики) расчёта показателей надёжности.

Степень разработанности проблемы

В странах СНГ вопросами оценки надёжности электронных устройств занимаются организации Министерств обороны и промышленности. В Российской Федерации головным институтом радиоэлектронного комплекса в области надёжности, качества, сертификации, стандартизации электронных компонентов и радиоэлектронной аппаратуры является ОАО Российский НИИ «Электронстандарт» (г. С.- Петербург). Этим НИИ разработана программное средство «Автоматизированная система расчета надежности» (АСРН) электрорадиоизделий при их работе в составе устройств и справочник «Надёжность электрорадиоизделий». АСРН свободна от указанных недостатков программных средств зарубежных производителей и применяется в России на предприятиях-разработчиках аппаратуры, приборов и устройств военного назначения, но представляет собой полностью закрытую систему, база

данных которой не может быть обновлена в интерактивном режиме. Последний вариант АСРН, хотя уже и создан под *WINDOWS*, а не под *DOS*, как предыдущие, но не является клиент-серверным приложением, что создаёт определённые проблемы при использовании АСРН на предприятиях. Из других Российских систем автоматизированного расчёта надёжности следует отметить подсистему АСОНИКА-К, используемую в составе системы АСОНИКА – «Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭА», но она ориентирована на решение определённого класса задач. Разрабатываемый программный комплекс планируется разработать на операционной системе *WINDOWS* с полностью открытой и расширяемой базой данных.

Цель и задачи исследования

Цель заключается в разработке программного комплекса, предназначенного для автоматизированной оценки на ЭВМ показателей безотказности электронных устройств и эффективности функционирования технических систем с учётом как заданной наработки, так и календарного времени.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

- уточнение моделей расчёта показателей безотказности электронных устройств в условиях недостаточности информации об элементной базе как зарубежных, так и отечественных производителей
- разработка методики расчёта показателей надёжности электронных устройств;
- создание методики расчёта основных показателей безотказности электронных устройств и систем отечественных и зарубежных производителей;
- разработка программного комплекса автоматизированной оценки показателей надёжности электронных устройств и систем, использующего разработанную методику расчёта.

Объект исследования является программный комплекс для автоматизированной оценки надёжности электронных устройств и систем.

Предмет исследования – математические модели, положенные в основу разрабатываемого программного комплекса.

Область исследования. Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 81 01 Компьютерные технологии проектирования электронных систем

Теоретическая и методологическая основа исследования

Для создания программного комплекса было необходимо разработать методику расчёта показателей надёжности электронных устройств и систем. Методика распространяется на электронные устройства, функционирующие в составе наземной аппаратуры любых групп и бортовой

аппаратуры, работающей в салонах и кабинах грузовых и пассажирских самолётов, где находятся люди. Уровень функциональной сложности электронных устройств – радиоэлектронные функциональные узлы и радиоэлектронные устройства согласно ГОСТ 26632–85. Методика регламентирует правила и методы прогнозирования (расчёта) эксплуатационной безотказности элементов и компонентов (далее собирательно – элементов), входящих в электронное устройство, и оценку на основе этого показателей его безотказности, номенклатура которых определена ГОСТ 27.002–89.

Информационная база исследования сформирована из нормативно-правовых актов документов органов государственной власти Республики Беларусь, сведений из научных изданий, ресурсов Интернет, описания результатов НИР, а также материалов научных изданий, конференций, семинаров.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что программный комплекс для оценки надежности устройств и систем позволяет еще на этапе создания устройства оценить надежность электронного устройства.

Основные положения, выносимые на защиту:

- разработка методики расчета показателей надежности электронных устройств;
- прогнозирование эксплуатационной безотказности элементов производства стран СНГ;
- модели расчёта эксплуатационной безотказности элементов иностранного производства.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что в ней предложены методики для расчета надежности электронных устройств и систем отечественного и зарубежного производства.

Практическая значимость диссертации состоит в создании программного комплекса, позволяющего ускорить оценку надёжности электронных устройств и систем, упростить процедуры оценки надёжности и повышения достоверности прогнозирования показателей надёжности устройств и систем

Апробация и внедрение результатов исследования

Результаты исследования были представлены на 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР и конференции «Дистанционное обучение - образовательная среда XXI века»

Отдельные положения диссертации используются при преподавании курса «Надёжность технических средств и систем обеспечения безопасности»

Публикации

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в семи опубликованных работах общим объемом девять страниц.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введе-

ния, четырех глав и заключения, библиографического списка и приложения. Общий объем диссертации – 100 страниц. Работа содержит 59 таблиц, 24 рисунков. Библиографический список включает 57 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы оценки надежности электронных устройств и систем, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** производится анализ и постановка задачи, в частности формируются основные требования при выполнении проекта:

1. Задачи, решаемые системой, – автоматизированный расчёт (прогнозирование) показателей безотказности электронных устройств на этапе их проектирования, основываясь на данных о надёжности элементов, электрических режимах и условиях их работы. Режим общения пользователя с ПЭВМ – интерактивный.

2. Проблемы промышленных предприятий, решаемые системой, – сокращение времени, необходимого для оценки (прогнозирования) показателей надёжности электронных устройств, получение ответа о надёжности электронного устройства в условиях недостаточности данных о надёжности элементов производства стран СНГ и при наличии в электронном устройстве элементов иностранного производства.

3. Уровень функциональной сложности электронных устройств, показатели надёжности которых подлежат расчёту, – радиоэлектронные функциональные узлы (РЭФУ) и радиоэлектронные устройства (РЭУ) согласно ГОСТ 26632–85.

4. Номенклатура показателей надёжности электронных устройств, подлежащих определению с помощью системы, – показатели безотказности электронных устройств в режиме работы согласно ГОСТ 27.002-89. В соответствии с этим ГОСТом для расчёта были определены следующие показатели надёжности электронных устройств:

- средняя наработка на отказ (наработка на отказ) – для восстанавливаемых устройств;
- среднее время безотказной работы (для невосстанавливаемых устройств);
- гамма-процентная наработка до отказа;
- вероятность безотказной работы за заданное время.

5. Система должна позволить решать задачи по оценке (прогнозированию) показателей безотказности электронных устройств, включающих следующие классы (группы) элементов и компонентов:

- интегральные микросхемы;
- полупроводниковые приборы (в том числе оптоэлектронные);
- знакосинтезирующие индикаторы;
- приборы (изделия) пьезоэлектрические;
- резисторы;
- конденсаторы;
- трансформаторы;
- дроссели;
- линии задержки;
- коммутационные изделия;
- соединители низкочастотные;
- соединители радиочастотные;
- аппараты электрические низковольтные (реле);
- электрические кабели, провода и шнуры;
- соединения (ручная пайка без накрутки, ручная пайка с накруткой, пайка волной, сварка, обжимка и др.);
- печатные платы (в том числе многослойные и с металлизированными отверстиями);
- установочные изделия (предохранители, держатели предохранителей).

6. Система должна обеспечить возможность расчёта (прогнозирования) показателей безотказности электронного устройства в случае отсутствия или недостаточности данных о надёжности элементов производства стран СНГ или при наличии в электронном устройстве следующих элементов иностранного производства:

- интегральные микросхемы (включая микросхемы на основе поверхностных акустических волн – ПАВ);
- полупроводниковые приборы (диоды низкочастотные, высокочастотные и СВЧ, транзисторы биполярные и полевые, тиристоры);
- оптоэлектронные полупроводниковые приборы;
- резисторы;
- конденсаторы;
- трансформаторы;
- соединители (в том числе печатные разъёмы РСВ);
- реле.

7. Количество элементов или компонентов в электронном устройстве определяется разрядной сеткой чисел, представляемых в ЭВМ (теоретически может составлять до 64 000).

Количество радиоэлектронных модулей первого уровня (печатных узлов, ячеек, кассет) согласно ГОСТ 26632–85, входящих в блок – модуль вто-

рого уровня, с учётом разрядной сетки чисел, представляемых в ЭВМ, планировалось обеспечить до 250.

8. Основные требования к эксплуатационным показателям разрабатываемой системы (программного средства):

- управление программным средством: операционная система *Windows*;
- наличие самодиагностики системы (программного средства);
- возможность восстановления начальной базы справочных данных о надёжности элементов и компонентов;
- возможность редактирования базы справочных данных о надёжности элементов и компонентов производства стран СНГ;
- наличие механизма корректировки результатов расчёта эксплуатационной надёжности элементов или моделей её расчёта.

Структурная схема программного комплекса представлена на рисунке 1:

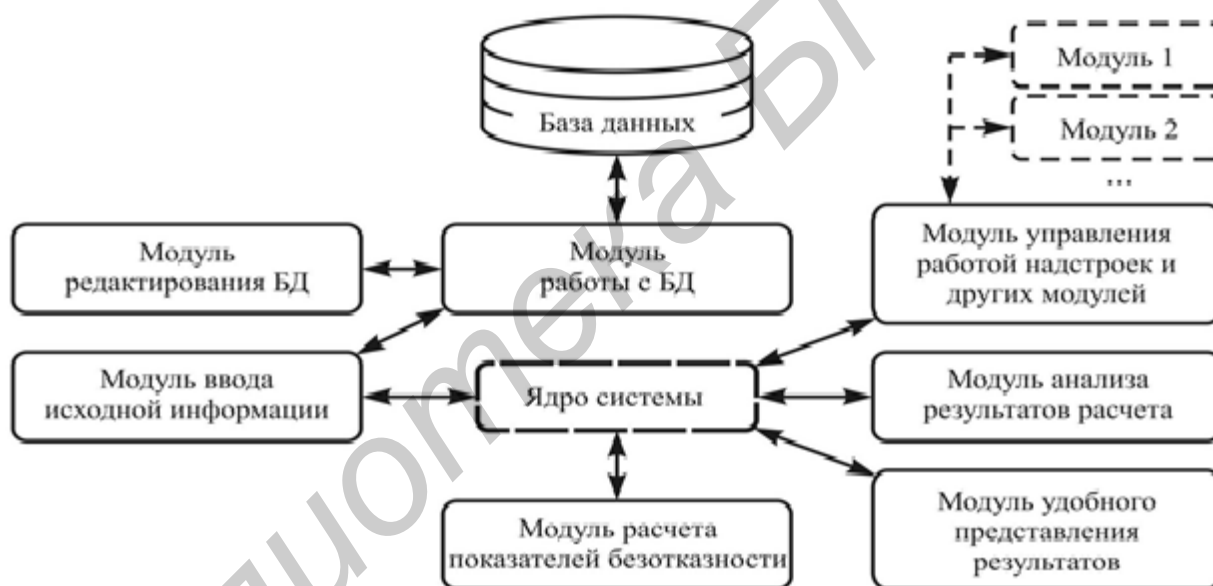


Рисунок 1 – Структурная схема основных составляющих системы автоматизированного расчета (прогнозирования) безотказности электронных устройств

Методика проведения исследования включала теоретические исследования, в том числе анализ и обобщение справочных данных о показателях безотказности элементов ЭУ, мировой практики прогнозирования показателей безотказности электронного оборудования и разработку на основе методики расчёта показателей безотказности электронных устройств, разработку структурных схем системы в целом и её блоков и модулей, написание на языке программирования и отлаживание программ, реализующих функции блоков и модулей, тестирование и испытание программного средства (системы).

Последовательность работ при выполнении проекта:

- разработка технического задания, включая составление карты технического уровня разрабатываемой системы и основных требований, предъявляемых к разрабатываемой системе;
- систематизация данных об обобщенных показателях надёжности элементов электронных устройств, включающая обоснование номенклатуры анализируемых показателей надёжности элементов, принципы систематизации и обобщения показателей надёжности элементов, обобщение показателей безотказности элементов;
- разработка и согласование с заинтересованными предприятиями методики расчёта надёжности электронных устройств;
- разработка структуры системы автоматизированного расчёта показателей надёжности электронных устройств (программного средства);
- написание на языке программирования и отладка модулей системы (программного средства);
- написание на языке программирования и отладка программной оболочки системы (основной программы);
- тестирование модулей и программного средства в целом (системы);
- испытания системы.

Во **второй** главе производится разработка методики расчета показателей надёжности электронных устройств.

Перечень классов и групп элементов, применительно к которым методика определяет правила прогнозирования (расчёта) их эксплуатационной безотказности:

- интегральные микросхемы;
- полупроводниковые приборы (в том числе оптоэлектронные);
- знакосинтезирующие индикаторы;
- приборы (изделия) пьезоэлектрические;
- резисторы;
- конденсаторы;
- трансформаторы;
- дроссели;
- линии задержки;
- коммутационные изделия;
- соединители низкочастотные;
- соединители радиочастотные;
- аппараты электрические низковольтные (реле);
- электрические кабели, провода и шнуры;
- соединения (ручная пайка без накрутки, ручная пайка с накруткой, пайка волной, сварка, обжимка и др.);
- печатные платы (в том числе многослойные с металлизированными отверстиями);
- установочные изделия (предохранители, держатели предохранителей).

В **третьей главе** приводится описание процесса разработки программного комплекса, дается характеристика подходам программным инструментам, используемым в разработке.

Для разработки программного комплекса использовались современные достижения информационных технологии. Был использован широкий набор программных средств, таких как: *Visual Studio 2012*, *SQL Server Management Studio*, *IIS*, использовался системный подход. Системный подход – методологическая концепция, основанная на стремлении построить целостную картину изучаемого объекта с учетом важных для решаемой задачи элементов объекта, связей между ними и внешних связей с другими объектами и окружающей средой.

В **приложении** приведена графическая часть акты внедрения и использования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации проведено проектирование и разработка программного комплекса автоматизированной оценки надежности электронных устройств и систем

На начальном этапе:

- изучены общие подходы к расчету надежности электронных устройств и систем;
- изучены основные механизмы для достижения поставленных целей;
- выбраны конкретные программные решения, утилиты и платформы, которые будут применяться для разработки решения.

Решены следующие задачи:

- разработана математическая модель комплекса;
- проведен поиск информации в открытых информационных ресурсах Интернет с целью анализа существующих разработок;
- разработаны системы подсчета надежности для различных электронных устройств;
- проведена интеграция различных компонентов;
- разработан программный комплекс;
- произведено тестирование разработанного решения;

Программный комплекс дает даёт ответ на вопрос о целесообразности дальнейших затрат, необходимых на отработку технологии и производство устройств. Наличие такой системы позволяет существенно сократить время решения задачи по оценке надёжности электронных устройств в указанных условиях.

Разработанный программный комплекс автоматизированной оценки надёжности, адаптирован для использования в современных условиях, когда в расчёте надёжности электронных устройств необходимо учесть новые типы

элементов, элементы как отечественного, так зарубежного производства, а также возможное изменение численных значений характеристик надёжности и математических моделей, используемых для пересчёта эксплуатационной интенсивности отказов элементов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1–А] Сташевский, Д.А. Характеристика методов расчёта показателей безотказности электронных устройств / Д.А. Сташевский // 51-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск, 2015. – С 276.

[2–А] Сташевский, Д.А. Разработка методики расчёта показателей надёжности электронных устройств / Д.А. Сташевский // 51-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск: БГУИР, 2015. – С 277.

[3–А] Сташевский, Д.А. Принципы уточнённого расчёта показателей безотказности модулей электронных устройств / Д.А. Сташевский // 51-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск: БГУИР, 2015. – С 278.

[4–А] Методика расчёта программного комплекса автоматизированной оценки надёжности электронных устройств и систем применяемого обучения / Д. А. Сташевский [и др.] // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VIII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 3–4 декабря 2015 года) – Минск: БГУИР, 2015. – С 173.

[5–А] Компьютерное моделирование исследуемых решений при обучении студентов техническим дисциплинам / Д. А. Сташевский [и др.] // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VIII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 5–6 декабря 2013 года) – Минск: БГУИР, 2013. – С. 326–327.

[6–А] Использование в учебном процессе программного комплекса автоматизированной оценки надёжности электронных устройств и систем / Д.А. Сташевский [и др.] // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VIII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 3–4 декабря 2015 года) – Минск: БГУИР, 2015. – С 172.

[7–А] Виртуальные лабораторные работы как инструмент формирования умений по дисциплине «Надёжность технических систем» / Д. А. Сташевский [и др.] // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 5–6 декабря 2013 года) – Минск: БГУИР, 2013. – С. 314-315.

РЭЗІЮМЭ

Сташэўскі Дзмітрый Аляксандравіч

Праграмны комплекс аўтаматызаванай ацэнкі надзейнасці электронных прылад і сістэм

Ключавыя словы: паказчыкі надзейнасці электронных сістэм і прылад, праграмны комплекс.

Мэта працы: распрацоўка праграмнага комплексу, прызначанага для аўтаматызаванай ацэнкі на ЭВМ паказчыкаў безадмоўнасць электронных прылад і эфектыўнасці функцыянавання тэхнічных сістэм з улікам як заданай напрацоўкі, так і каляндарнага часу.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: распрацаваны праграмны комплекс дае адказ на пытанне аб мэтазгоднасці далейшых выдаткаў, неабходных на адпрацоўку тэхналогіі і вытворчасць прылад. Наяўнасць такой сістэмы дазваляе істотна скараціць час рашэння задачы па ацэнцы надзейнасці электронных прылад у названых умовах.

Распрацаваны праграмны комплекс аўтаматызаванай ацэнкі надзейнасці, адаптаваны для выкарыстання ў сучасных умовах, таму-што у разліку надзейнасці электронных прылад неабходна ўлічыць навішны тыпы элементаў, элементы як айчыннага, так замежнага вытворчасці, а таксама магчымае змяненне лікавых значэнняў характарыстык надзейнасці і матэматычных мадэляў, якія выкарыстоўваюцца для пераліку эксплуатацыйнай інтэнсіўнасці адмовы элементаў.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранены ў працоўны працэс навучальнага цэнтра Прыватнага унітарнага прадпрыемства «ИССОФТ Салюшанс».

Вобласць ужывання: электронная прамысловасць, ІТ-тэхналогіі.

РЕЗЮМЕ

Сташевский Дмитрий Александрович

Программный комплекс автоматизированной оценки надёжности электронных устройств и систем

Ключевые слова: показатели надёжности электронных систем и устройств, программный комплекс.

Цель работы: разработка программного комплекса, предназначенного для автоматизированной оценки на ЭВМ показателей безотказности электронных устройств и эффективности функционирования технических систем с учётом как заданной наработки, так и календарного времени.

Полученные результаты и их новизна: разработанный программный комплекс даёт ответ на вопрос о целесообразности дальнейших затрат, необходимых на отработку технологии и производство устройств. Наличие такой системы позволяет существенно сократить время решения задачи по оценке надёжности электронных устройств в указанных условиях.

Разработанный программный комплекс автоматизированной оценки надёжности, адаптирован для использования в современных условиях, когда в расчёте надёжности электронных устройств необходимо учесть новые типы элементов, элементы как отечественного, так зарубежного производства, а также возможное изменение численных значений характеристик надёжности и математических моделей, используемых для пересчёта эксплуатационной интенсивности отказов элементов.

Степень использования: результаты внедрены в рабочий процесс тренинг центра Частного унитарного предприятия «ИССОФТ СОЛЮШЕНС».

Область применения: электронная промышленность, IT-технологии.

SUMMARY

Dmitry Stashevsky

Software for automated evaluation of the reliability of electronic devices and systems

Keywords: reliability of electronic systems and devices, software package..

The object of study: development software package, designed for automated assessment for computing the reliability of electronic devices and the efficiency of the technical systems in view of how a given operating time and calendar time.

The results and novelty: developed program complex gives answers the question of whether further expenditure required to perfect the technology and manufacture of devices. Such a system can significantly reduce the time for solving the problem of assessing the reliability of electronic devices in these conditions, s.

The developed software for automated evaluation of reliability, adapted for use in the present conditions, the co-GDS in calculating the reliability of electronic devices must be taken into account buttons types of elements, the elements of both domestic foreign production, as well as a possible change in the numerical values of the characteristics of reliability and mathematical models used for the conversion of former worker failure rate components

Degree of use: the results incorporated into the workflow of training center for company "ISSOFT Solutions."

Sphere of application: electronics industry, IT-technologies.