

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

УДК [621.38-047.58]:004.4

На правах рукописи

КАЗЮЧИЦ
Владислав Олегович

**ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ
ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «АРИОН-ПЛЮС»**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра технических наук

по специальности 1-38 80 04 Технология приборостроения

Минск 2018

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: **ТОНКОВИЧ Ирина Николаевна**,
кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой информационных технологий учреждения образования «Минский инновационный университет»

Защита диссертации состоится «26» июня 2018 г. года в 10⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П.Бровки, 6, копр. 1, ауд. 415, тел. 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by

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

ВВЕДЕНИЕ

Рынок компьютерных программных средств постоянно пополняется новыми специализированными программными комплексами, которые позволяют решать задачи прогнозирования надёжности технических систем, электронных устройств и изделий радиоэлектроники.

В Республике Беларусь в 2008-2009 годах была разработана система автоматизированного расчёта и обеспечения надёжности электронных устройств, названная системой «АРИОН». Эта система позволяет решать практически те же задачи, что и зарубежные, а также российские подобные системы и программные комплексы, но обладает некоторыми достоинствами перед ними, а именно: очень удобный и понятный пользовательский интерфейс, возможность в интерактивном режиме для элементов (компонентов) изменять модели прогнозирования их эксплуатационной надёжности и сразу получать результат об эксплуатационной надёжности отдельно рассматриваемого элемента или группы элементов. Система «АРИОН» внедрена в Республике Беларусь в промышленность (РУП КБТЭМ-ОМО, ОАО «ИНТЕГРАЛ», НПО «Горизонт») и широко используется при подготовке специалистов высшего образования по радиоэлектронике.

В 2015 в рамках плана научных исследований учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» на основе ранее созданной системы «АРИОН», разработан фактически новый программный комплекс, включающий все возможности и достоинства самой системы «АРИОН», но имеющий важные дополнительные функции. Новый ПК был назван системой «АРИОН-плюс».

Разработанная система «АРИОН-плюс» представляет собой модульный программный комплекс, и в отличие от ранее разработанной системы «АРИОН», позволяет оценить показатели надёжности электронных устройств с учётом не только заданной суммарной наработки, но и с учётом всего календарного периода эксплуатации, включающего как наработку, так и время хранения (ожидания перед использованием по назначению). Кроме того, при оценке надёжности электронных устройств новая система позволяет принять во внимание также циклический режим их работы.

Однако в системе «АРИОН-плюс» отсутствуют модули прогнозирования надёжности основных компонентов современной электронной аппаратуры: полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (собираетельно – изделия электронной техники, далее ИЭТ). Наличие подобных модулей позволит более эффективно решать задачи по обеспечению требуемого уровня надёжности электронных устройств.

В настоящее время специалистами в области радиоэлектроники разработан ряд методик для прогнозирования надёжности ИЭТ. Создание программного средства на основе этих методик и их интегрирование в качестве модулей в систему «АРИОН-плюс» позволит автоматизировать некоторые этапы процедуры прогнозирования, а использование прогнозных показателей надёжности ИЭТ повысит достоверность оценки надёжности электронных устройств, что несомненно повысит интерес к системе у специалистов и учёных.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Используя систему «АРИОН» или её модернизированную версию «АРИОН-плюс», невозможно учесть все факторы, влияющие на реальный уровень надёжности изделий электронной техники (полупроводниковых приборов и интегральных микросхем), используемых в составе электронных устройств. Использование прогнозных значений показателей надёжности позволит более достоверно оценить проектную надёжность электронных устройств и более эффективно решать задачу по обеспечению уровня их надёжности. Причём прогнозные показатели надёжности ИЭТ получают по специальным методикам, используя результаты экспериментальных исследований ИЭТ.

Разработка программных средств на основе этих методик позволит автоматизировать некоторые этапы процедуры прогнозирования, а использование прогнозных показателей надёжности ИЭТ повысит достоверность оценки надёжности электронных устройств. Связи с этим актуальной является задача разработки программных модулей прогнозирования надёжности изделий электронной техники и интегрирование этих модулей в систему «АРИОН-плюс».

Степень разработки проблемы

Разработка программных модулей прогнозирования надёжности изделий электронной техники осуществлялась на основе ранее разработанных методик индивидуального и группового прогнозирования надёжности ИЭТ с использованием работ российских и белорусских ученых: С.М. Боровикова, А.А. Чернышёва, В.А. Емельянова, В.Ф. Сынарлова, С.Ф. Прыткова, И.Я. Козыря, Д.В. Гаскарова, В.Б. Пестрякова, А.И. Лучино, а так же зарубежных авторов: D.S. Peck, C.H. Zierdt, L.E. Robinson, J.S. Vora, A.K. Balar, D.H. Foley и др.

Недостатком исследований, описанных в научно-технических источниках, является отсутствие программной реализации методов для современных компьютерных систем.

Выполненные в диссертации исследования направлены на систематизацию методик прогнозирования надёжности изделий электронной техники для последующей их алгоритмизации, а также разработку программных модулей на основе систематизированных методик.

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является разработка и интегрирование в автоматизированную систему «АРИОН-плюс» программных модулей, используемых для решения задач прогнозирования надёжности изделий электронной техники.

Поставленная цель работы определяет следующие основные задачи:

1. Сделать анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс», выявить её достоинства и ограничения при оценке надёжности электронных устройств и технических систем.

2. Систематизировать (уточнить) методики прогнозирования на основе экспериментальных данных надёжности изделий электронной техники для последующей алгоритмизации методик и написания прикладных программных модулей.

3. На основе уточнённых методик прогнозирования надёжности изделий электронной техники разработать программные модули и интегрировать их в автоматизированную систему расчёта надёжности «АРИОН-плюс».

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-38 80 04-2012 специальности 1-38 80 04 «Технология приборостроения».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации положены работы в области прогнозирования надёжности изделий электронной технике, выполненные белорусскими и зарубежными учёными.

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна и значимость полученных результатов работы заключается в систематизации процедуры прогнозирования надёжности изделий электронной техники на этапе подготовки методик к алгоритмизации.

Теоретическая значимость работы заключается в выявлении достоинств и ограничений программного комплекса «АРИОН-плюс».

Практическая значимость диссертации состоит в возможности автоматизации некоторых этапов процедуры прогнозирования надёжности изделий электронной техники, используя разработанные программные модули.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс» и интегрированных в неё программных модулей.
2. Систематизация (уточнение) методик прогнозирования надёжности изделий электронной техники и приведение этих методик к виду, пригодному для написания программных модулей.
3. Разработанные программные модули прогнозирования надёжности изделий электронной техники и интегрирование этих модулей в систему «АРИОН-плюс».

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 54-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 23-27 апреля 2018 г.), на X международной научно-методической конференции «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года), на XXII Международной научно-технической конференции «Современные средства связи» (Минск, Беларусь, 19-20 октября 2017 г.), на Четвёртой Международной научно-практической конференции «Big Data and Advanced Analytics. Big Data и анализ высокого уровня» (г. Минск, Республика Беларусь 3-4 мая 2018 года).

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 5 печатных работах. В их числе 5 тезиса докладов на научных конференциях.

Общий объем публикаций по теме диссертационной работы составляет 10 авторских листов.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе приведен анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс» и интегрированных программных модулей, выявлены достоинства и ограничения использования программного комплекса для оценки показателей надёжности электронных устройств и технических систем, а также сформулированы задачи, решаемые в диссертационной работе.

Во второй главе представлена систематизация методик прогнозирования надёжности изделий электронной техники и результаты приведения этих методик к виду, пригодному для написания программных модулей.

В третьей главе описана процедура разработки программных модулей прогнозирования надёжности изделий электронной техники и результаты интегрирования модулей в программный комплекс «АРИОН-плюс».

В приложении представлен исходный код программного средства, акт внедрения, публикации автора, графическая часть и отчёт о проверке в системе «Антиплагиат».

Общий объем диссертационной работы составляет 116 страниц. Из них 83 страницы основного текста, 53 иллюстрации на 36 страницах, 9 таблиц на 8 страницах, библиографический список из 36 наименований на 4 страницах, список собственных публикаций соискателя из 5 наименований на 1 странице, 5 приложений на 33 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено состояние проблемы автоматизированной оценки (прогнозирования) надёжности электронных систем, устройств и изделий радиоэлектроники, а также описано обоснование актуальности темы.

В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

В первой главе приведен анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс» и интегрированных программных модулей, выявлены достоинства и ограничения использования программного комплекса для оценки показателей надёжности электронных устройств и технических систем, а также сформулированы задачи, решаемые в диссертационной работе.

Программный комплекс автоматизированной оценки надёжности состоит из трёх программных средств:

– основной части автоматизированной системы «АРИОН-плюс», позволяющей проводить расчёт показателей надёжности электронных устройств;

– программного модуля, позволяющего производить оценку надёжности сложных технических систем методом полного перебора их работоспособных состояний;

– программного модуля, позволяющего оценивать эффективность функционирования технических систем методом декомпозиции.

Система «АРИОН-плюс» (рисунок 1) была разработана на основе ранее созданной системы «АРИОН» и имеет более широкий функционал. Она позволяет проводить расчёт надёжности не только в режиме «наработки», как система «АРИОН», но и в режимах «хранения» и при циклическом характере эксплуатации электронных устройств. Для достижения достоверности расчёта имеется возможность изменения параметров эксплуатации и свойств компонентов, а также возможность изменения моделей и формул для расчёта различных поправочных коэффициентов.

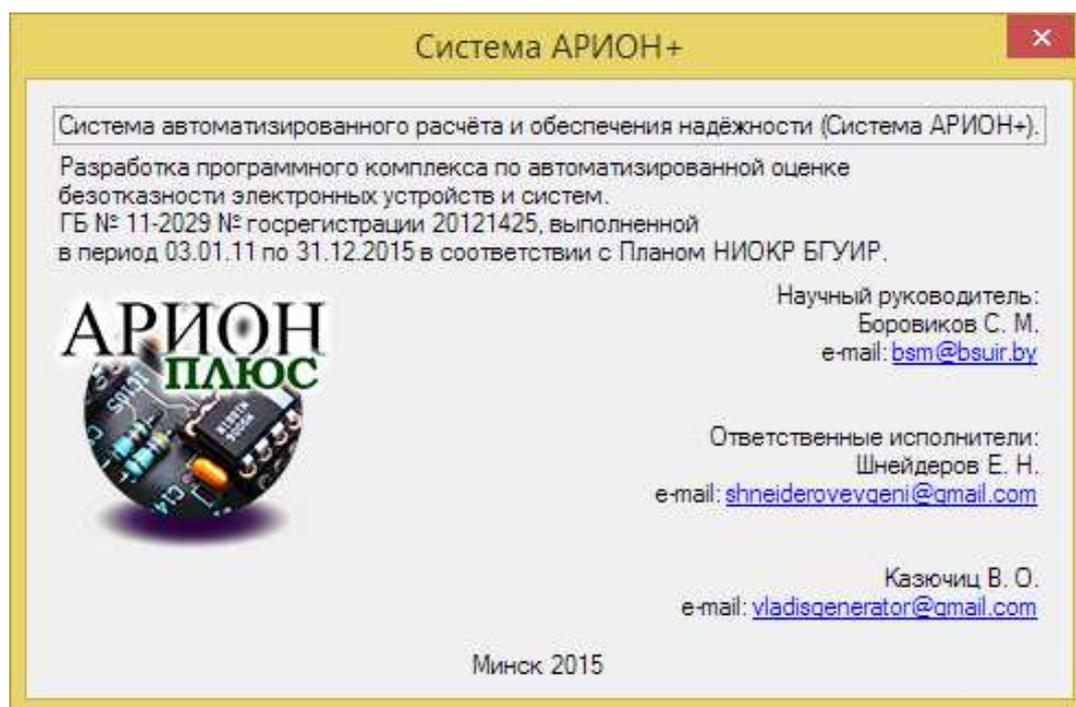


Рисунок 1 – Информация о системе «АРИОН-плюс»

Для более детального анализа доступны несколько вариантов отображения результатов расчёта в виде текстовой информации, HTML-таблицы и диаграмм.

В базе данных системы «АРИОН-плюс» хранится информация о свойствах и моделях отказов большого числа отечественных и зарубежных электронных компонентов.

Применение системы «АРИОН-плюс» возможно как на ранних этапах проектирования электронных устройств, так и для оценки показателей надёжности уже существующих электронных устройств.

Процесс работы с системой «АРИОН-плюс» при оценке показателей надёжности электронного устройства состоит из следующих этапов:

- создание виртуального устройства;
- добавление модулей в устройство;
- ввод параметров модулей;
- добавление элементов в устройства или в модули;
- ввод данных о свойствах элементах;
- оценочный расчет показателей надёжности элементов и изменение модели расчета (при необходимости);
- ввод данных об условия эксплуатации устройства и параметров (условий) расчета;
- расчет показателей надёжности виртуального устройства, либо его модуля (этот расчёт происходит автоматически);
- вывод результатов в виде протокола расчета;
- просмотр результатов в альтернативном представлении.

Модуль оценки надёжности технических систем использует метод полного перебора технических состояний системы. Это требует значительной вычислительной мощности.

Программный комплекс не предназначен для оценки надёжности изделий электронной техники методом индивидуального прогнозирования, а также не предназначен для группового прогнозирования надёжности выборок изделий электронной техники.

Во второй главе представлена систематизация методик прогнозирования надёжности изделий электронной техники и приведение этих методик к виду, пригодному для написания программных модулей.

Методика прогнозирования постепенных отказов по реакции функционального параметра на имитационное моделирование определяет порядок решения задачи индивидуального прогнозирования надёжности на заданный будущий момент времени для биполярных транзисторов после этапа их изготовления. Методика позволяет применительно к конкретному экземпляру и заданной наработке спрогнозировать значение функционального параметра и принять решение о надёжности этого экземпляра с учётом постепенного отказа для этой наработки. Соответствие рассматриваемого экземпляра требованию надёжности для заданной наработки определяется сравнением прогнозного значения параметра с нормой, приведённой в технических условиях.

Индивидуальное прогнозирование применительно к испытываемому экземпляру выполняют методом имитационных воздействий, в основе которого лежит установление и использование статистических связей между изменениями параметров, вызываемыми, с одной стороны, имитационным воздействием, не приводящим к уменьшению рабочего ресурса, с другой стороны, длительной наработкой.

Применение метода имитационных воздействий для решения задачи прогнозирования надёжности биполярных транзисторов по постепенным отказам включает следующие этапы:

- экспериментальные исследования определенной выборки биполярных транзисторов рассматриваемого типа вначале на воздействие имитационного фактора (здесь изменения параметров носят обратимый характер), а затем на длительную наработку (здесь изменения параметров носят необратимый характер);
- получение имитационной модели (функции пересчёта);
- определение ошибок прогнозирования;
- индивидуальное прогнозирование значения функционального параметра и надёжности (с учётом постепенного отказа) однотипных экземпляров, не принимавших участие в экспериментальных исследованиях.

Об ошибках прогнозирования судят по средней ошибке прогнозирования, которую находят, используя контрольную выборку. Рекомендуется испытывать контрольную выборку одновременно с обучающей с целью сокращения времени решения задачи прогнозирования и экономии средств.

Путём сравнения измеренного значения функционального параметра с требованиями технических условий делают заключение о надёжности прогнозируемого экземпляра по постепенному отказу для заданной наработки.

В третьей главе представлены разработанные программные модули прогнозирования надёжности изделий электронной техники и результаты интегрирования их в программный комплекс «АРИОН-плюс».

Программный модуль прогнозирования постепенных отказов позволяет по реакции конкретного экземпляра биполярного транзистора на имитационное воздействие для заданной наработки спрогнозировать значение функционального параметра и принять решение о наличии или отсутствии постепенного отказа по параметру для этой наработки.

В программном модуле отбора изделий повышенного уровня надёжности используется метод индивидуального прогнозирования надёжности изделий электронной техники, основанный на распознавании образа конкретного экземпляра в виде определения уровня его надёжности на заданный будущий момент времени. Для этого используют информативные параметры, контролируемые у экземпляра в начальный момент времени. В качестве информа-

тивных параметров используют такие их электрические параметры, которые тесно коррелированы с уровнем надёжности в будущие моменты времени.

Программный модуль прогнозирования параметрической надёжности позволяет выполнять оценку параметрической надёжности выборок однотипных электронных изделий, то есть выполнять групповое прогнозирование надёжности. Методика заключается в обучающем эксперименте применительно к выборке изделий для получения математической модели деградации функционального параметра и прогнозировании с её помощью уровня параметрической надёжности новых выборок рассматриваемого типа изделий электронной техники.

Все разработанные модули могут функционировать не только в составе программного комплекса «АРИОН-плюс», но и как отдельные программные средства. Модернизированная структурная схема программного комплекса «АРИОН-плюс» представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема программного комплекса

Разработанные программные модули в сочетании с автоматизированной системой «АРИОН-плюс» позволяют выполнять прогнозирование надёжности на различных этапах: от производства изделий электронной техники и радиоэлектронных устройств до проектирования сложных технических систем.

Систематизация используемых в программных модулях методик позволяет освоить методы без особых затруднений, что расширяет круг лиц, которые способны применять данные методы на практике, например, студенты технических специальностей при обучении, в процессе написания курсовых и дипломных проектов. Понимание сути выполняемой работы по оценке надёжности позволит пользователю контролировать правильность полученных решений на каждом из этапов использования любого программного модуля, что поможет вовремя заметить и исправить ошибки, а также получить более достоверный результат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Выполнен анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс» и интегрированных в неё программных модулей оценки надёжности и эффективности функционирования технических систем. Выявлены достоинства и ограничения программного комплекса «АРИОН-плюс».

2. Систематизированы (уточнены) методики прогнозирования надёжности изделий электронной техники для последующей алгоритмизации и написания прикладных программных модулей.

3. Разработаны и интегрированы в автоматизированную систему «АРИОН-плюс» программные модули, позволяющие:

- выполнять прогнозирование возможного постепенного отказа конкретного экземпляра методом реакции функционального параметра этого экземпляра на имитационное воздействие;
- проводить отбор изделий электронной техники повышенного уровня надёжности методом пороговой логики;
- выполнять оценку параметрической надёжности выборок однотипных изделий электронной техники.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебные курсы «Математические методы в проектировании изделий электроники».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Тезисы конференций

1. Казючиц, В.О. Программные модули прогнозирования надёжности изделий электронной техники с использованием автоматизированной системы «АРИОН-плюс» / В.О. Казючиц // материалы 54-ой науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов «Проектирование информационно-компьютерных систем», Минск, Респ. Беларусь, 23–27 апреля 2018 г. / УО «БГУИР». – Минск, 2018. – С. 67.

2. Оценка надёжности сложных технических систем в программном комплексе «АРИОН-плюс» / С. С. Дик, В. О. Казючиц, С. М. Боровиков, А. В. Будник // Современные средства связи : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф., 19–20 окт. 2017 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи , 2017. – С. 231–232.

3. Интегрирование в систему АРИОН–плюс учебного программного средства для оценки эффективности функционирования электронной системы / С. С. Дик, С. М. Боровиков, А. В. Будник, В. О. Казючиц // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции (Минск, 7–8 декабря 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 166–167.

4. Интеграция в систему «АРИОН-плюс» модулей оценки надёжности и эффективности функционирования технических систем / В. О. Казючиц, С. С. Дик, С. М. Боровиков, А. В. Будник, А // Современные средства связи : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф., 19–20 окт. 2017 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи , 2017. – С. 202–203.

5. Программные модули обработки больших объёмов данных при статистическом прогнозировании надёжности полупроводниковых приборов / Н. И. Цырельчук, С. М. Боровиков, В. О. Казючиц, В. В. Хорошко // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 447 – 451.

РЭЗІЮМЭ

Казючыц Уладзіслаў Алегавіч

Праграмныя модулі прагназавання надзейнасці вырабаў электроннай тэхнікі з выкарыстаннем аўтаматызаванай сістэмы «АРІОН-плюс»

Ключавыя словы: праграмныя модулі, ацэнка надзейнасці, вырабы электроннай тэхнікі.

Мэта працы: распрацоўка і інтэграванне ў аўтаматызаваную сістэму «АРІОН-плюс» праграмных модуляў прагназавання надзейнасці вырабаў электроннай тэхнікі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: выкананы аналіз аўтаматызаванай сістэмы «АРІОН-плюс». Апісана стварэнне і рэдагаванне віртуальнага прылады, прыведзены пералік неабходных дадзеных для разліку надзейнасці, а таксама прадстаўлены асаблівасці выбару параметраў для розных рэжымаў эксплуатацыі прылады. Разгледжаны прынцыпы працы з праграмнымі модулямі ацэнкі надзейнасці і эфектыўнасці функцыянавання складаных тэхнічных сістэм. Выяўлены годнасці і абмежаванні праграмнага комплексу аўтаматызаванай ацэнкі надзейнасці «АРІОН-плюс».

Сістэматызаваны метадыкі прагназавання надзейнасці вырабаў электроннай тэхнікі. Метадыкі прыведзены да выгляду, прыдатнаму для напісання праграмных модуляў.

Распрацаваны і інтэграваныя ў праграмны комплекс «АРІОН-плюс» праграмныя модулі прагназавання надзейнасці вырабаў электроннай тэхнікі. Дадзены рэкамендацыі па выкарыстанні распрацаваных праграмных модуляў ў складзе праграмнага комплексу.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранены ў навучальны працэс на кафедры праектавання інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі» ў навучальны курс «Матэматычныя метады ў праектаванні вырабаў электронікі».

Вобласць ужывання: ацэнка паказчыкаў надзейнасці вырабаў электроннай тэхнікі.

РЕЗЮМЕ

Казючиц Владислав Олегович

Программные модули прогнозирования надёжности изделий электронной техники с использованием автоматизированной системы «АРИОН-плюс»

Ключевые слова: программные модули, оценка надёжности, изделия электронной техники.

Цель работы: разработка и интегрирование в автоматизированную систему «АРИОН-плюс» программных модулей прогнозирования надёжности изделий электронной техники.

Полученные результаты и их новизна: выполнен анализ автоматизированной системы «АРИОН-плюс». Описано создание и редактирование виртуального устройства, приведён перечень необходимых данных для расчёта надёжности, а также представлены особенности выбора параметров для различных режимов эксплуатации устройства. Рассмотрены принципы работы с программными модулями оценки надёжности и эффективности функционирования сложных технических систем. Выявлены достоинства и ограничения программного комплекса автоматизированной оценки надёжности «АРИОН-плюс».

Систематизированы методики прогнозирования надёжности изделий электронной техники. Методики приведены к виду, пригодному для написания программных модулей.

Разработаны и интегрированы в программный комплекс «АРИОН-плюс» программные модули прогнозирования надёжности изделий электронной техники. Даны рекомендации по использованию разработанных программных модулей в составе программного комплекса.

Степень использования: результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебный курс «Теоретические основы проектирования и надёжности радиоэлектронных средств».

Область применения: оценка показателей надёжности изделий электронной техники.

SUMMARY

Kazyuchits Vladislav Olegovich

Software modules for reliability prediction of electronic products using the automated system «ARION-plus»

Keywords: software modules, reliability assessment, electronic products.

The object of study: development and integration into the automated system «ARION-plus» software modules for the prediction of reliability of electronic products.

The results and novelty: the analysis of the automated system «ARION-plus» is carried out. Describes the creation and editing of a virtual device, provides a list of necessary data for the calculation of reliability, as well as features of the choice of parameters for various modes of operation of the device. The principles of working with software modules for evaluating the reliability and efficiency of functioning of complex technical systems are considered. The advantages and limitations of the software package for automated reliability assessment «ARION-plus» are revealed.

Systematized methods for predicting the reliability of electronic products. The methods are brought to a form suitable for writing program modules.

Software modules for forecasting the reliability of electronic equipment products have been developed and integrated into the «ARION-plus» software package. Recommendations are given on the use of the developed software modules in the software package.

Degree of use: the results implemented in the educational process at the department of design information and computer systems educational institution «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics» in the training course «Mathematical Methods in the Design of Electronics Products».

Sphere of application: evaluation of reliability indicators of electronic products.