

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель генерального директора по науке
ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»
д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ



Ю.Ф. Подоплекин

«16» ноября 2015 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Открытого акционерного общества «Концерн «Гранит-Электрон»
на диссертацию Смирнова В.А.
на тему «Технология приемочного контроля
сложной приборной аппаратуры с ограниченным ресурсом»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.14 – Технология приборостроения

Актуальность темы выполненной работы

Современные бортовые автоматизированные системы управления (БАСУ) летательными аппаратами (ЛА), включающие в свои составы специализированные исполнительные и управляющие приборы, объединенные соответствующими интерфейсами с программным обеспечением, построенном на базе операционных систем реального времени, на всех этапах своего жизненного цикла до использования по прямому назначению неоднократно проходят следующие виды приемочного контроля:

- предъявительские и приемосдаточные испытания на приборостроительных заводах;
- входной контроль и испытания в составе ЛА на заводах-изготовителях ЛА;
- периодические испытания в составе ЛА в эксплуатирующих организациях до использования по прямому назначению.

Учитывая большие суммарные продолжительности указанных видов приемочного контроля, многократно превышающие продолжительности использования систем по назначению, и, принимая во внимание, что

вследствие существующей в настоящее время прямой зависимости между повышением объективности и достоверности контроля автоматизированных систем ЛА и уменьшением при этом технического ресурса контролируемых систем увеличивается вероятность отказа систем при использовании по прямому назначению, вызванного низким остаточным техническим ресурсом критичных элементов систем, получение достоверной оценки технического состояния систем ЛА при минимальном исчерпании их технического ресурса является актуальной задачей.

Новизна исследований

Новизна выполненных исследований и их результатов предопределяется тем, что в процессе выполнения диссертационной работы рассматриваемые в ней вопросы разработки методического, информационного и организационного обеспечения проектирования и функционирования технологической системы приемочного контроля (ТСПК) в полной мере отражены в 8 работах, опубликованных в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, и патенте РФ на изобретение (Патент №2557771 от 29.06.15 г.). При этом могут быть выделены следующие новые результаты:

1. Предложена новая технология приемочного контроля БАСУ, отличающаяся от известных наличием дополнительных функциональных задач и использованием интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) и автоматизированного рабочего места ТСПК, позволяющая обеспечить достоверную оценку состояния объекта контроля и сократить выработку ресурса БАСУ за счет минимизации времени нахождения изделия во включенном состоянии.
2. Разработана и обоснована оригинальная структура ИСППР, отличающаяся интеллектуально-методическим обеспечением приемочного контроля, введенным с учетом специфики проблемной области, использующая знания специалистов-экспертов, механизмы адаптации базы знаний и возможности современных информационных технологий и осуществляющая эффективную поддержку решений сложных трудноформализуемых задач контроля и диагностирования.
3. Разработана методика оценки критических параметров по критерию близости к границам полей допусков, основанная на формализации экспертных знаний с использованием математического аппарата теории нечетких множеств с использованием α -уровней функции принадлежности и продукционных правил логического вывода, позволяющая оперативно обнаруживать и качественно оценивать недостаточный запас работоспособности критических параметров.
4. Разработана методика оценки критических параметров по критерию аномальности поведения в пределах границ полей допусков, основанная на формализации экспертных знаний с использованием продукционных правил логического вывода, позволяющая своевременно выявлять и качественно оценивать опасные изменения критических параметров.

5. Разработана методика многокритериальной идентификации технического состояния объекта контроля, основанная на качественной оценке значений критических параметров по критериям близости к границам полей допусков и аномальности поведения в пределах границ полей допусков, позволяющая увеличить запас работоспособности и обеспечить устойчивую работу БАСУ.

6. Построена байесовская сетевая модель диагностирования БАСУ и на ее основе разработана методика оптимизации процедуры диагностирования при неполном обнаружении неисправностей путем ранжирования апостериорных вероятностей отказа составных частей изделия, позволяющая в автоматическом режиме проводить анализ и поиск неисправностей и минимизировать расходование ресурса изделия.

7. Предложена методика формирования моделей прецедента и библиотеки прецедентов и разработаны модели прецедента и библиотеки прецедентов, отличающиеся от известных совокупностью характеристик, использованием комбинации табличного, продукционного, математического и графового представления моделей, наличием оригинальных настроек, используемых для адаптации моделей и в решающих правилах правдоподобного вывода.

8. Разработана методика оптимизации процедуры диагностирования составных частей БАСУ, основанная на прецедентном подходе, базирующаяся на модифицированной метрике Хэмминга и иерархической модели поиска прецедентов и позволяющая минимизировать расходование ресурса изделия при поиске неисправностей.

9. Впервые разработана комбинированная методика оптимизации процедуры диагностирования на основе байесовской и прецедентной моделей представления знаний, позволяющая проводить автоматизированный анализ несоответствий в результатах контроля и устранение их причин за минимальное время затраченной наработку.

10. Разработана новая методика оценки эффективности ТСПК БАСУ на основе байесовских сетей доверия и прагматического подхода к определению меры информации, позволяющая выявлять выходной эффект на различных уровнях системного рассмотрения и проводить анализ на разных стадиях ЖЦ изделия.

Значимость результатов для науки и практики

Значимость результатов исследования заключается в следующем:

- комплекс полученных автором новых исследовательских результатов восполняет, имеющиеся в теории контроля, пробелы в решении практических задач технологического проектирования приемочного контроля сложных технических систем одноразового использования с ограниченным ресурсом;

- предложенные методики позволяют рассчитывать на успешное решение всего комплекса практических задач технологического проектирования приемочного контроля сложных технических систем ЛА с ограниченным ресурсом;

- разработанные в диссертации модели и алгоритмы могут использоваться при создании систем поддержки принятия решений для целого ряда прикладных и исследовательских задач:

- повышения оперативности и производительности контроля и диагностирования за счет автоматизации принимаемых решений;

- анализа влияния внешних факторов на параметры изделия во время производственных испытаний, анализа причин отказа;

- разработки информационной поддержки и сопровождения приемочного контроля в единой информационной среде предприятия.

Разработанные в диссертационной работе теоретические решения и практические рекомендации были использованы в ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» при совершенствовании процессов контроля как конкретных БАСУ в целом и систем, входящих в БАСУ, так и контрольно-проверочной аппаратуры, используемой в составах стендов приемочного контроля (режим - «Самоконтроль»), что позволило наряду с минимизацией расходования ресурса систем при высокой достоверности результатов контроля автоматизировать процедуры процесса контроля, внедрить оперативное обнаружение и качественную оценку недостаточного запаса работоспособности критических параметров, уменьшить влияние человеческого фактора при выполнении процесса контроля.

Учитывая достигнутые в ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» положительные результаты совершенствования процессов контроля можно утверждать о проведенной успешной практической апробации результатов диссертации.

Замечания по диссертации

По результатам рассмотрения диссертации можно указать следующие замечания:

1. Первый раздел явно перегружен информацией, связанной с анализом особенностей БАСУ, рассмотрением дестабилизирующих факторов и типичных отказов в процессе изготовления, описанием специфики задач контроля и диагностирования в действующем производстве;

2. Дублируется в разных редакциях описание ситуаций неопределенности, возникающих в процессе приемочного контроля (стр. 26, 78, 89, 91, 98, 130);

3. Отсутствуют практические рекомендации по проведению процедуры получения и оценки экспертной информации, которая используется в предлагаемых автором методиках. Лишь на стр. 117 дается единственная ссылка на метод Дельфи для комбинированной методики оптимизации процедуры диагностирования;

4. К сожалению, в конце третьего раздела автор не привел схемы, иллюстрирующей предлагаемые процессы выявления несоответствий при параметрическом контроле и оптимизации процедуры диагностирования БАСУ с использованием разработанных методик, применяемых совместно.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными для общей положительной оценки работы. В целом диссертация представляет собой

подробное разностороннее исследование, выполненное на высоком научном уровне.

Заключение

Диссертационная работа по актуальности решаемых задач, научной новизне и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», поскольку является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для обеспечения высокого технического и организационного уровня проведения приемочного контроля с высокой достоверностью оценки технического состояния объекта контроля и его составных частей.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация «Технология приемочного контроля сложной приборной аппаратуры с ограниченным ресурсом» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Смирнов Владимир Александрович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 – Технология приборостроения.

Диссертация и отзыв на нее обсуждены и одобрены единогласно на заседании Научно-технического совета ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» (протокол № НТС/26-2015 от 17.11.2015 г.).

Главный конструктор

контрольно-проверочной аппаратуры



Д.И. Буравлев

Подпись Д.И. Буравлева заверяю

Ученый секретарь НТС
«Концерн «Гранит-Электрон»,
Кандидат технических наук



А.С. Василевский