



**Акционерное общество
«Научно-исследовательский
институт точных приборов»
(АО «НИИ ТП»)**

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
Тел. (499) 181-20-12. Факс (499) 204 79 66,
E-mail: info@niitp.ru
ОКПО 11482462, ОГРН 1097746735481,
ИНН/КПП 7715784155/771501001

№ _____
На № _____ от _____

Зкз. № 1

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Сафронова Виктора Валентиновича

на диссертационную работу Смелъчаковой Галины Александровны на тему «Повышение надежности управляющих вычислительных систем ракетно-космической техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

1. Актуальность

Аппаратура для космической техники становится все сложнее и. одновременно, растет возлагаемая на нее ответственность. Сложнее становятся алгоритмы работы, а значит и непредсказуемость ее поведения при отказах.

Эксплуатационные требования уже давно породили неразрешимое противоречие между вероятностью безотказной работы аппаратуры, которую необходимо повышать, и тем, что ее электрические схемы содержат все большее количество элементов, имеющих вполне конечную интенсивность отказов. Применение традиционных методов резервирования введением избыточности без учета сложных алгоритмов работы и без тщательного анализа структур управляющих и вычислительных систем (УВС) приводит даже к обратному эффекту- увеличению потока отказов и к снижению надежности аппаратуры ракетно-космической техники. Кроме того, избыточные резервные элементы в структуре приводят к удорожанию аппаратуры.

Из вышесказанного однозначно следует актуальность диссертационной работы.

2. Научная новизна

На основе анализа современных статистических методов исследования надежности функционирования электронной аппаратуры диссертанткой решены значимые научно-теоретические задачи оценки надежности функционирования УВС с учетом сложности их алгоритмов функционирования.

Новым научным достижением является решение чрезвычайно важной задачи оптимизации вариантов построения аппаратных резервов с точки зрения минимальной избыточности аппаратуры при максимальной ее надежности.

Предложены критерии оценки отказов сложных резервированных структур УВС на базе которых разработаны методики сравнительного анализа вариантов архитектур УВС с точки зрения надежности функционирования и восстановления их работоспособности.

Результаты решения указанных научно-теоретических задач положены в основу разработанных методов проведения статистических испытаний резервированных систем УВС.

3. Практическая ценность

Разработанные программно-имитационные средства на практике в условиях производства дали возможность сравнивать и выбирать оптимально-избыточные конфигурации резервов, причем интерактивно, возможно путем «проб и ошибок», но в процессе моделирования вариантов структурных схем надежности аппаратуры. В свою очередь, это позволило осуществить поиск технических решений при заранее заданной надежности структуры УВС.

Практические результаты исследований надежности вариантов архитектуры УВС были получены экспериментально на конкретных изделиях и рекомендованы для применения в АО «НПО автоматики» им. Н.А.Семихатова.

4. Структура диссертационной работы. Замечания по главам.

Материал диссертационной работы изложен в четырех главах.

Первая глава диссертации, в соответствии с требованиями ВАК, посвящена всестороннему анализу существующих проблем надежности бортовой аппаратуры.

В качестве объекта исследований выбрана аппаратура, разрабатываемая в АО «НПО автоматики» им. Н.А.Семихатова. Проведен аналитический обзор монографий и периодической литературы, приведены ссылки на использованные литературные источники.

Из анализа практических разработок АО «НПО автоматики», где применяют традиционные методы модульного «холодного» и «горячего» резервирования для восстановления работоспособности при отказах и методы мажоритирования при сбоях аппаратуры космического назначения, диссертантка сделала вывод, что используемые способы резервирования не учитывают сложные алгоритмы функционирования систем.

В связи с этим в выводах к первой главе сформулированы задачи, решение которых, по мнению диссертантки, позволяет добиться главной цели: повысить функциональную надежность управляющих вычислительных систем.

Замечаний к оформлению главы на соответствие требований ВАК у оппонента нет.

Вторая глава полностью посвящена решению задач, заявленных в первой главе диссертационной работы.

Здесь решаются научно-теоретические и практические задачи:

- выбор методик и критериев сравнительного анализа надежности вариантов архитектуры управляющих и вычислительных систем (УВС);
- разработка метода оценки надежности УВС, позволяющего учесть сложные алгоритмы функционирования в процессе работы, критерии отказов и восстановлений работоспособности;
- разработка программного обеспечения для сравнительного анализа надежности вариантов архитектуры УВС;
- анализ технических решений, применяемых для обеспечения необходимой надежности УВС, разрабатываемых в «НПО автоматики»;
- разработка методов и средств повышения надежности УВС.

Следует обратить особое внимание на то, что наряду с критериями, приведенными в соответствующих ГОСТ по расчету надежности и вероятности безотказной работы, диссертантка дополнительно предложила свои критерии. По ее мнению, они позволяют наиболее полно решить поставленные задачи и оценить эффективность методов резервирования структур УВС, работающих по сложным алгоритмам.

Диссертантке удалось удачно модифицировать метод статистического моделирования оценки надежности невосстанавливаемого вычислительного комплекса, описанный в [5]. В итоге она получила сравнимые результаты, с хорошей степенью точности совпадающие с экспериментальными данными, полученными на моделирующем стенде. Дополнительно предложены рекомендации по выбору способа генерирования псевдо случайного ряда чисел, используемого при статистическом моделировании.

На базе метода сравнительного анализа надежности вариантов архитектуры УВС и предложенного метода оценки надежности диссертантка разработала программное обеспечение (ПО), выполняющее следующие функции:

- преобразование формальной модели УВС в программную;
- проверка модели на соответствие алгоритмам функционирования, критериям отказов и восстановления;
- оценка вероятности отказа системы предложенным методом в диапазоне изменений ее параметров;
- сравнительный анализ надежности вариантов архитектуры УВС.

ПО разработано на объектно-ориентированном языке программирования Delphi и предназначено для работы под управлением операционных систем Windows XP/7/8.

Замечаний к оформлению главы на соответствие требований ВАК у оппонента нет.

Третья глава посвящена решению чрезвычайно важной задачи: анализу возможных вариантов построения аппаратных резервов с точки зрения минимизации избыточности аппаратуры.

Диссертантка справедливо отметила свою заслугу в разработке оптимальной, с точки зрения избыточности, архитектуры шины сопряжения с магистралью и программного обеспечения для тестирования модуля связи на базе микропроцессора 1892VM8 ОАО НПЦ «Элвис». Ей было показано, что для повышения устойчивой и достоверной передачи информации выгоднее в этом модуле использовать режим «прямого доступа к памяти» посредством контроллера ПДП серии «Мультикор». Предложенный вариант стал предметом реализации на практике в АО «НПО автоматика».

До сих пор задачу минимизации избыточности резервов аппаратуры разработчики решают интуитивно и не всегда хорошо. Именно это и показала диссертантка, проанализировав традиционные методы дублированного и троированного резервирования на примере конкретных изделий АО «НПО автоматика».

В этой главе решены конкретные наученные и практические вопросы, и сегодня вызывающие разные мнения у практических разработчиков аппаратуры космического назначения. Вспомним, хотя бы, что в конце 50-х годов С.П.Королев потребовал при выборе структуры резерва дополнять расчеты вероятности безотказной работы аппаратуры еще и таким эвристическим, но обязательным для исполнения правилом- «любой первый отказ не должен приводить к невыполнению задачи, поставленной перед аппаратурой. Любой второй отказ не должен приводить к аварийной ситуации или угрозе жизни экипажа». Этим правилом, в первую очередь руководствуются разработчики аппаратуры на всех предприятиях, входящих в концерн РОСКОСМОС.

Замечания по третьей главе:

1. Выполнен интересный анализ резервирования вторичных источников питания с применением схемы нейтрализации отказов, но только с позиции расчетной вероятности отказа, без учета указанного правила С.П.Королева, обязательного (!) для исполнения всеми разработчиками аппаратуры при выборе методов резервирования.

2. Ничего не сказано о схемотехнических особенностях построения самих переключателей резерва. От их «сверхнадежности», т.е. необходимо меньшей интенсивности отказов по сравнению с остальными элементами аппаратуры, и от способности выполнять свои функции переключения резервов в первую очередь зависит срок существования космического аппарата (КА).

3. Практически оригинальный, но в то же время спорный, тезис (смотри рисунок 3.3.3) предложен диссертанткой- «позволить» резервированному каналу «ошибаться» пороговое число раз, прежде, чем он будет переключен

или исключен из резервированной структуры. Утверждается, что несколько «первых» отказов, якобы, можно принимать за «сбои», подсчитываемые «...программируемой логической матрицей...». Вряд ли с этим можно согласиться, а в ядерной технике РВСН и пилотируемой космонавтике подобное рассуждение просто недопустимо!

К тому же категорически (!) не следует путать понятия: «отказ», как необратимое событие и «сбой»- самовосстанавливающееся событие. Лучшим средством от сбоя являются методы мажоритирования. В то же время, элемент мажоритирования становится бессмысленным и вырождается, как логическая Булева функция в простой дизъюнктор или конъюнктор оставшихся каналов, если один из его входов обретаает, соответственно, константное значение «1» или «0» в результате отказа одного из каналов.

4. Часть работы, связанная с выводом №4, несомненно важная, но она касается не вопросов надежности, а способов организации связей и структур, схемотехники построения цифровых вычислительных и информационных систем, Технология Space Wire не связана напрямую со способами повышения надежности и вероятности безотказной работы аппаратуры. Эту связь, если и можно уловить, то лишь очень опосредованно!

Четвертая глава.

В ней описаны результаты и методики практических экспериментов, проведенных диссертанткой. Эту главу следует воспринимать, как апробацию теоретических положений предыдущих глав на практике.

Моделировались сбои и отказы, напрямую влияющие на технологии обеспечения надежности управляющих вычислительных систем ракетно-космической техники с точки зрения полноты предварительной отработки алгоритмов и последующего правильного функционирования программного обеспечения.

На практике, используя моделирующий стенд КОАП, диссертантка сумела подтвердить полученные решения задач и основные цели, вынесенные на защиту диссертации.

Следует отметить, что хотя объектом исследований и были конкретные образцы аппаратуры фирмы АО «НПО автоматики», но поставленные задачи и цели, решенные и вынесенные на защиту, имеют «глобальный» характер и могут быть распространены на любую бортовую технику, в том числе, авиационную.

Замечания по четвертой главе:

1. По мнению оппонента, диссертантка напрасно включила в текст диссертации параграф 4.2. «Применение технологии моделирования печатных плат для анализа...» в том виде, как он есть.

Этот материал опирается на использование известных пакетов сквозного проектирования «Altium Designer» и «Ansys Designer» и, по сути, констатирует результаты рутинного проектирования плат в указанных пакетах. Топологию

плат или улучшение параметров печатных трасс на платах диссертантка сама и не разрабатывала, и не улучшала.

2. Результаты исследований резервирования БЦВС семейства «Малахит-Х» взяты из литературных источников [8, 30], а оценка достоверности функционирования программного обеспечения проведена по контрольным суммам CRC с использованием стандартных методик [138].

В связи с этим глава 4 вряд ли повышает планку научной новизны, заданной второй и третьей главами диссертации, но позволяет воспринимать ее материал, как апробацию теоретических положений предыдущих глав на практике. Это свойство главы 4 и следовало бы усилить.

Публикация результатов:

В диссертации указано 138 наименований использованной литературы, среди них 22 наименования или авторских работ, конференций, или работ с участием диссертантки, в том числе, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК.

Диссертантка является соавтором четырех патентов РФ.

В конце диссертации имеются приложения с текстами программ и результатами расчетов.

Приложен Акт об использовании результатов диссертационной работы на АО «НПО автоматики» им. Н.А.Семихатова (г. Екатеринбург).

]

Выводы оппонента:

1. Замечания оппонента не снижают научной новизны и практической ценности представленной диссертационной работы. Оппонент надеется, что Галина Александровна Смелчакова учтет эти замечания в своей дальнейшей научной работе.

2. Таким образом, диссертационная работа Галины Александровны Смелчаковой на тему «Повышение надежности управляющих вычислительных систем ракетно-космической техники» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством доктора технических наук, профессора Шестакова Александра Леонидовича. Содержит новые решения актуальной научной задачи повышения надежности

управляющих и вычислительных систем ракетно-космической техники. Содержание и оформление диссертации соответствует требованиям ВАК к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

Сама диссертантка Галина Александровна Смелчакова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

Официальный оппонент: Сафронов Виктор Валентинович, к.т.н., в.н.с.

Подпись:

20.09.2016г.

АО «Научно- исследовательский институт точных приборов», РОСКОСМОС.
Москва, 127490, Декабристов ул., вл. 51,
info@niitp.ru,
моб. тел. оппонента: 8 (915) 092-42-16

Смелчакову Галину Александровну
студента ИИТ, кандидата технических наук
Сафронова Виктора Валентиновича удостоверяю.

Заместитель ?

генерального директора
по управлению работой и
корпоративными отношениями



Морозов В.А.

20 сентября 2016г.