

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.249.05 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.09.2018 г. № 9

О присуждении Сарамуду Михаилу Владимировичу, гражданину
Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модельно-алгоритмическое обеспечение анализа
отказоустойчивости программных комплексов встраиваемых систем
управления реального времени» по специальности 05.13.01 – Системный
анализ, управление и обработка информации (космические и
информационные технологии) принята к защите 06.06.2018 г. протокол № 5
диссертационным советом Д 212.249.05 на базе Федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего
образования Российской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газ.
«Красноярский рабочий», 31, приказ от 07.10.2016 г. № 1201/нк).

Соискатель Сарамуд Михаил Владимирович, 1988 года рождения, в
2010 году получил диплом с отличием инженера Сибирского федерального
университета (СФУ) по специальности «Программное обеспечение
вычислительной техники и автоматизированных систем». В 2017 г. окончил с
отличием магистратуру Сибирского государственного университета науки и
технологий имени академика М.Ф. Решетнева по программе «Компьютерное

моделирование» направления «Информатика и вычислительная техника». В 2013 году окончил очную аспирантуру СФУ.

Работает младшим научным сотрудником грантового центра научно-исследовательского управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре системного анализа и исследования операций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ковалев Игорь Владимирович, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, профессор кафедры системного анализа и исследования операций.

Официальные оппоненты:

Дулесов Александр Сергеевич, доктор технических наук, доцент, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, профессор кафедры информационных технологий и систем;

Шеенок Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, ООО «Сибирские интеграционные системы», г. Красноярск, старший аналитик дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», в своем положительном отзыве, подписанном Целебровским Игорем Викторовичем, кандидатом технических наук, доцентом, заместителем директора по научной работе НИИ АЭМ ТУСУР, указала, что диссертация является

завершенной научно-квалификационной работой, содержит новые научные результаты и выполнена на актуальную тему. Предложенные в работе модели и методы имеют существенное значение для разработки специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор, Сарамуд Михаил Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 19 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 5 работ, 6 работ проиндексированы в международных базах Scopus и Web of Science (статьи, материалы конференций, 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, общий объем 5,12 п.л., авторский вклад 4,4 п.л.). Научные труды посвящены проблемам разработки и исследования отказоустойчивых программных комплексов.

Наиболее значительные из них:

1. Saramud M.V., Kovalev I.V., Losev V.V., Kuznetsov P.A. Software interfaces and decision block for the execution environment of multi-version software in real-time operating systems // International Journal on Information Technologies & Security, No 1 (vol. 10), 2018, pp. 25-34. (Web of Science)
2. Ковалев И.В., Лосев В.В., Сарамуд М.В., Ковалев Д.И., Петросян М.О. К вопросу реализации мультиверсионной среды исполнения бортового программного обеспечения автономных беспилотных объектов средствами операционной системы реального времени // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2017. Т. 18. № 1. С. 58-61.4.
3. Kovalev I.V., Losev V.V., Saramud M.V., Kovalev D.I., Petrosyan M.O., Brezitskaya V.V. To the question on implementation of multi-version execution environment software of onboard autonomous unmanned objects by means of real-time operating system // Сибирский журнал науки и технологий.

2017. Т. 18. № 4. С. 744-747.

4. Kovalev I., Losev V., Saramud M., Petrosyan M. Model implementation of the simulation environment of voting algorithms, as a dynamic system for increasing the reliability of the control complex of autonomous unmanned objects // (2017) MATEC Web of Conferences, 132, статья № 04011 (Scopus).

5. Сарамуд М.В., Ковалев И.В., Лосев В.В., Брезицкая В.В., Петросян М.О. Имитационная среда исполнения мультиверсионного программного обеспечения с алгоритмами взвешенного голосования с забыванием и $t/(n-1)$ алгоритмом принятия решения. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018611721 от 06.02.2018

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Доктора технических наук, профессора Усакова В.И., советника генерального директора по стратегическому и инновационному развитию АО «ЦКБ «Геофизика», г. Красноярск. Отзыв с 3 замечаниями.
2. Доктора технических наук, профессора Кравца О.Я., профессора кафедры автоматизированных и вычислительных систем Воронежского государственного технического университета. Отзыв с 3 замечаниями.
3. Доктора технических наук, профессора Найхановой Л.В., профессора кафедры систем информатики Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управлений, г. Улан-Удэ. Отзыв с 3 замечаниями.
4. Кандидата технических наук, доцента Лашука Н.В., начальника управления информатизации Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала Иркутского государственного университета путей сообщения. Отзыв с 3 замечаниями
5. Доктора технических наук, профессора Моисеева В.А., генерального директора ЗАО «КОМПОМАШ-ТЭК», г. Москва. Отзыв с 2 замечаниями.

6. Доктора технических наук, доцента Павловой Л.Д., директора Института информационных технологий и автоматизированных систем Сибирского государственного индустриального университета, г. Кемерово. Отзыв с 2 замечаниями.

7. Кандидата технических наук Александрова А.А., доцента кафедры автоматизации производственных процессов Иркутского государственного университета путей сообщения. Отзыв с 1 замечанием.

Все отзывы положительные. Замечания не носят критического характера и не касаются научной новизны и практической значимости диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован результатами их деятельности в областях, соответствующих направленности диссертации, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработано модельно-алгоритмическое обеспечение анализа отказоустойчивости программных комплексов встраиваемых систем управления, позволяющее повысить отказоустойчивость разрабатываемого программного обеспечения; предложены новые модификации алгоритмов голосования согласованным большинством и нечеткого голосования согласованным большинством; комбинированный селективный алгоритм оценки эффективности мультиверсионных моделей, впервые позволивший получить верхнюю и нижнюю границы оценки надежности; типовая структура мультиверсионной системы управления реального времени; новый алгоритм прогнозирования наработки на отказ программных комплексов; доказана эффективность применения мультиверсионных моделей повышения отказоустойчивости программных систем; большая устойчивость к межверсионным ошибкам предложенных модификаций алгоритмов принятия решения в мультиверсионных системах; возможность практической реализации

мультиверсионной среды исполнения на основе операционной системы реального времени.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- предложенные взвешенные алгоритмы голосования с забыванием повышают как общую надежность мультиверсионных систем, так и устойчивость к межверсионным ошибкам;

- предложенный алгоритм предсказания времени наработки на отказ подтверждает экспоненциальное распределение времени нахождения ошибок при тестировании программного обеспечения и позволяет предсказать время наработки на отказ на основе данных о тестировании;

- получены новые методы анализа отказоустойчивости программных комплексов, которые создают теоретическую основу для разработки новых технологий проектирования мультиверсионного программного обеспечения сложных систем управления реального времени.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработанные модели и алгоритмы реализованы в виде программных инструментов, которые используются как для решения различных прикладных задач проектирования и разработки отказоустойчивых программных комплексов, так и для проведения исследований надежности различных мультиверсионных схем и алгоритмов принятия решения в них;

- разработанный программный инструмент предсказания времени наработки на отказ существенно сокращает время на этапе тестирования благодаря тому, что дает возможность тестировать систему на порядки быстрее масштаба реального времени;

- разработанное в модельно-алгоритмическое обеспечение позволяет автоматизировать процесс решения задачи компоновки состава мультиверсионного программного комплекса, выбрать алгоритмы принятия решения, сформировать требования к надежности составляющих систему

модулей;

- реализованная имитационная среда моделирования мультиверсионных программных комплексов позволяет проводить сравнительный анализ и выбор исследуемых моделей повышения надежности и алгоритмов принятия решения в мультиверсионных системах.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования:

Результаты диссертационной работы Сарамуда М.В. могут быть использованы при проектировании и разработке отказоустойчивых программных комплексов. Задача повышения отказоустойчивости программных комплексов систем управления реального времени является актуальной не только в аэрокосмической и военной областях, но и при создании автономных беспилотных объектов – начиная распространенными мультироторными системами (коптерами) и заканчивая автомобилями с функцией автопилота.

Средства анализа надежности существенно повышают эффективность разработки отказоустойчивого программного обеспечения. Если не проводить анализ надежности на ранних этапах разработки, возможна ситуация, когда уже разработанная программная система при функционировании не обеспечивает заданных параметров надежности систем управления, что приводит к необходимости повторной разработки программного обеспечения с использованием других моделей и алгоритмов. Возможность анализа надежностных характеристик программного обеспечения на более ранних этапах проектирования системы делает ее разработку более предсказуемой и снижает риски. Предложенные программные инструменты и модели позволяют автоматизировать процесс решения задачи компоновки состава мультиверсионного программного комплекса, выбрать алгоритмы принятия решения, сформировать требования к надежности составляющих систему модулей.

Имеется акт об использовании результатов диссертационной работы

от АО «ЦКБ «Геофизика».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- теория построена на корректном использовании математического аппарата, известных, проверяемых данных, выводы не противоречат основным положениям теории надежности, теории вероятностей и результатам других исследователей;

- идея базируется на методах теории вероятностей; на методах анализа данных; на методах математической статистики; на методах теории надежности;

- использовано сравнение результатов работы предложенных автором модификаций алгоритмов принятия решения в мультиверсионных системах с классическими алгоритмами;

- выводы об эффективности предложенных моделей и методов сделаны на основе корректного использования методов статистической обработки и анализа результатов численных экспериментов, установлено статистически значимое повышение показателей надежности;

- использованы современные методы имитационного моделирования для проверки полученных результатов в условиях, приближенных к реальным;

- результаты исследований апробированы на международных конференциях, в опубликованных работах и статьях, предложенные алгоритмы успешно использованы в рамках работ по научным грантам.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах исследования, разработке алгоритмов решения поставленных задач, непосредственном участии в апробации результатов, разработке программного обеспечения, подготовке публикаций. Научные положения, выносимые на защиту, основные выводы, результаты моделирования и экспериментов принадлежат автору.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Сарамуда Михаила Владимировича представляет собой научно-

квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные решения и разработки по анализу отказоустойчивости программных комплексов встраиваемых систем управления реального времени, имеющие существенное значение для теории и практики управления и обработки информации, а также развития информационных технологий в стране. Диссертация соответствует критериям п. 9, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 14 сентября 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Сарамуду М.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.13.01, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Зам. председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

17.09.2018



Семенкин Е.С.

Панфилов И.А.