

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.038.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАЛТИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ»
ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10 сентября 2025 г. №18

О присуждении Нарышкину Константину Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. принята к защите 30 июня 2025 года, протокол №16 объединенным диссертационным советом 99.2.038.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф.

М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 44/нк от 30 января 2017 года.

Соискатель Нарышкин Константин Викторович, 27 сентября 1990 года рождения, работает ведущим программистом в акционерном обществе «Технологии радиоконтроля».

В 2012 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации с присвоением квалификации «математик» по специальности «Компьютерная безопасность». С 2020 года является аспирантом Автономной некоммерческой организации дополнительного профессионального образования «Научно-образовательный центр воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей» им. академика В.П. Ефремова».

Диссертация выполнена в аспирантуре Автономной некоммерческой организации дополнительного профессионального образования «Научно-образовательный центр воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей» им. академика В.П. Ефремова».

Научный руководитель – доктор технических наук, Новиков Владимир Александрович, основное место работы: Акционерное общество «Технологии радиоконтроля», администрация, генеральный директор.

Оппоненты:

1. Билятдинов Камиль Закирович, доктор технических наук, доцент, основное место работы: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Масштаб» (г. Санкт-Петербург), администрация, советник генерального директора;

2. Болбаков Роман Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», кафедра инструментального и прикладного программного

обеспечения Института информационных технологий, заведующий кафедрой, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Соколовым Борисом Владимировичем, заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук, профессором, руководителем лабораторией - главным научным сотрудником лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании (ЛИТСАМ) и Зеленцовым Вячеславом Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником ЛИТСАМ, утвержденном Ронжиным Андреем Леонидовичем, доктором технических наук, профессором, профессором РАН, директором СПб ФИЦ РАН, указала, что диссертация Нарышкина Константина Викторовича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые, научно обоснованные разработки, вносящие значительный вклад в решение задач оценивания и прогнозирования качества сложных технических систем и их элементов. Исследования содержат новое решение актуальной научной задачи по созданию научно-методического аппарата, повышающего точность оценки качества элементов сложной системы управления в процессе модернизации аппаратного и программного обеспечения; имеющей существенное значение для специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Работа соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N 842 (с изменениями в ред. Постановления Правительства РФ от 01.10.2018 N 1168), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Нарышкин Константин Викторович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 4, в том числе 3 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 1 результат интеллектуальной деятельности; 10 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 13 работ опубликованы соискателем без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 6,84 печ.л. из общего количества 7,11 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Нарышкин К.В. Анализ моделей оценки качества вычислительной системы / К.В. Нарышкин // International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Т. 11, № 10. – С. 44-54.

2. Нарышкин К.В. Методика оценки влияния программной ошибки на систему с помощью нечеткой логики / К.В. Нарышкин // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 8. – С. 59-64. – DOI 10.25728/avtprom.2023.08.12.

3. Нарышкин К.В. Модельно-ориентированное проектирование в системе оценки качества телекоммуникационного оборудования / К.В. Нарышкин // International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – Т. 12, № 9. – С. 30-39

Результаты интеллектуальной деятельности:

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023669264, Российская Федерация. Программа расчета оценки влияния программной ошибки на вычислительную систему № 2023668181: заявл. 28.08.2023; опубл. 12.09.2023.

Публикации в других изданиях:

5. Нарышкин К.В. Кластеризация отчетов об исправлениях в программном обеспечении сетевого оборудования / К.В. Нарышкин // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». – 2023. – № 2. – С. 90-100. – DOI 10.38013/2542-0542-2023-2-90-100.

6. Нарышкин К.В. Инструменты сравнения бинарного кода / К.В. Нарышкин // Системный администратор. – 2023. – № 12(253). – С. 90-94.
7. Нарышкин К.В. Факторы возникновения неконтролируемого поведения информационных систем при трансфере технологий / К.В. Нарышкин // Сборник докладов научно-практической конференции «Цифровые технологии и их приложения», ЦТиМ ФГБОУ ВО «УГНТУ», Уфа, 2021. [Электронная версия].
8. Нарышкин К.В. Описательная модель системы обратного проектирования программного обеспечения / К.В. Нарышкин // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник научных статей V международной научной конференции в 2-х частях, Казань, 30–31 мая 2021 года / НПП МЕДПРОМДЕТАЛЬ ООО Газпром трансгаз Казань. Том Часть 2. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью «КОНВЕРТ», 2021. – С. 51-53.
9. Нарышкин К.В. Анализ открытой информации об исправлениях в программном обеспечении встраиваемых систем / К.В. Нарышкин // Актуальные проблемы прикладной информатики в образовании, экономике, государственном и муниципальном управлении: Материалы Международной научной конференции, Барнаул, 25 мая 2022 года / Под редакцией А.Ю. Юдинцева, Г.Н. Трошкиной. Том Выпуск VII. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2022. – С. 72-76.
10. Нарышкин К.В. Анализ отчетов изменений в программном обеспечении встраиваемых систем / К.В. Нарышкин, В.А. Новиков // Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий: сборник статей Всероссийской научнопрактической конференции, Казань, 21–24 сентября 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2022. – С. 204-208.
11. Нарышкин К.В. Модель качества иностранной информационной системы / К.В. Нарышкин // Российская наука в современном мире: Сборник статей XLVIII международной научно-практической конференции, Москва, 31 августа 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2022. – С. 25-28.

12. Нарышкин К.В. Кластерный анализ открытых отчетов об ошибках программного обеспечения встраиваемых систем / К.В. Нарышкин // Сборник тезисов докладов VII научно-технической конференции «Математическое моделирование, инженерные расчеты, и программное обеспечение для решения задач ВКО», Москва, 2022. - с. 44.

13. Нарышкин К.В. Алгоритм подготовки к инструментации встроеного программного обеспечения / С.В. Карбовский, К.В. Нарышкин // Кибербезопасность: технические и правовые аспекты защиты информации: Сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции, Москва, 24–26 мая 2023 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2023. – С. 34-37.

14. Нарышкин К.В. Обратное проектирование как метод системного анализа бинарного кода / К.В. Нарышкин // Сборник тезисов докладов VIII науднотехнической конференции «Математическое моделирование, инженерные расчеты, и программное обеспечение для решения задач ВКО», Москва, 2023. - С. 32-33.

15. Нарышкин К.В. Метод анализа пространства состояний программы при поиске уязвимостей в исполняемом коде / К.В. Нарышкин // Кибербезопасность: технические и правовые аспекты защиты информации: Сборник научных трудов III Национальной научно-практической конференции, Москва, 23–24 апреля 2024 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2024. – С. 18-23

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: ведущей организации СПб ФИЦ РАН; официального оппонента Билятдинова К.З., д-ра техн. наук, доц., советника генерального директора АО «Научно-исследовательский институт «Масштаб»; официального оппонента Болбакова Р.Г., канд. техн. наук, доц., заведующего кафедрой инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»; Ерёменко В.Т., д-ра техн. наук., проф., профессора кафедры «Информационная безопасность» ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»; Галимовой Е.Ю., канд. техн.

наук, доцента кафедры аудиовизуальных систем и технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения»; Дьячкова М.Е., канд. техн. наук, начальника ЦЗРСО-6 (Производство 6) АО «Рязанское производственно-техническое предприятие «Гранит»; Коноплева А.С., канд. техн. наук, заместителя генерального директора по информационной безопасности ООО «НеоБИТ»; Панкова Д.А., канд. техн. наук, системного аналитика ООО «ЛАНИТ-ТЕРКОМ»; Маркова А.С., д-ра техн. наук, старшего научного сотрудника, президента АО «Научно-производственное объединение «Эшелон»; Падаряна В.А., канд. физ.-мат. наук, заведующего лабораторией обратной инженерии бинарного кода ИСП РАН; Петренко С.В., д-ра техн. наук, начальника отдела ОКБ «ЛЭМЗ» ПАО НПО «Алмаз»; Ашмарина В.В., канд. техн. наук, начальника бюро отдела научно-технического развития АО «ГосНИИП».

Все отзывы положительные, но имеются замечания. В диссертации тема, цель и научная новизна связаны с понятием замены аппаратного обеспечения в существующих программно-аппаратных комплексах, но в тексте нет объяснения смысла замещения аппаратного обеспечения с потерей или сохранением качества при модернизации. Понятие точности оценки качества, используемое в цели диссертации, сформулировано не совсем корректно, так как должно определяться прежде всего перечнем оцениваемых свойств объекта, правильностью измерения и/или вычисления значений характеризующих их показателей. Не сформулированы ограничения по области применения результатов диссертации с точки зрения применения анализа аппаратных компонент, исполняемого кода и методов переноса программ при ограничениях со стороны аппаратуры. В представленной аналитической модели качества отсутствуют описание отношений и операций, а также их носители, которые должны задавать формальный язык предметной области. Теоретико-множественная модель языка предметной области представляется не как множество, а как кортеж множеств, раскрываемых через индивидуальные переменные. Нет четкого описания по применению результатов диссертационного исследований, а именно: какой комплекс мероприятий может использоваться на уровне руководства промышленного предприятия для

планирования модернизации сложных систем управления, а какой – на уровне локального применения для прогнозирования трудоемкости переноса программы на другое аппаратное обеспечение с учетом необходимости обратного проектирования. В работе рассматривается оценивание качества программного обеспечения вычислительной системы в случае его переноса на другую аппаратную платформу, однако в работе не описаны проблемы качества, связанные с аппаратными компонентами. Представленные в тексте диссертации расчеты вероятностей обнаружения ошибок не учитывают состояния системы, когда удастся перенести только часть программного кода, а часть кода, например, разрабатывается по полному жизненному циклу. В аналитическую модель входят 12 показателей качества, в тексте диссертации отсутствует обоснование выбора этих показателей. В главе 2 (стр. 55-61) описываются онтологические и архитектурные модели, которые являются набором реализаций конкретных примеров без обобщения к объекту исследования. В таблице 6 (стр. 64) представлена связность функций программно-аппаратного комплекса с его компонентами, в которой выделено всего два типа связей (программная и аппаратная). Могут ли быть эти связи более сложные и описаны как переходные процессы передаточными функциями системы? В главе 3 (стр. 106-112) описывается методика оценки влияния программной ошибки на систему. В методике применяется аппарат нечеткой логики и используется линейный тип функции принадлежности входных и выходных термов. Можно ли добиться большей точности методики, если использовать другие типы функции принадлежности? Есть ряд замечаний к представлению результатов исследований в тексте диссертации. Схемы на рисунках 13, 15, 27 и 49 перегружены, текст на них плохо читаем, что затрудняет восприятие представленной информации. На протяжении всего текста автор руководствуется поставленной общей задачей оценивания качества, но отсутствуют строгая постановка частных задач создания моделей и методов. Термин компьютерные элементы системы управления вынесен в тему диссертации, но его определение дается только в главе 2. Практическое применение обратного проектирования является трудозатратным процессом, требующим от исполнителей высокой квалификации, что составляет проблему

применения результатов исследования, о которой в тексте диссертации не упоминается. На стр. 70 представлена функция интенсивности обработки сообщений, которая не имеет математического описания зависимости производительности системы от ошибки в программном коде. На стр. 81–88 описано моделирование программных функций по исполняемому коду сетями Петри. Однако используются только ингибиторные сети Петри для моделирования графов потока управления и функций вычислений, а описание моделирования графа потока данных цветными сетями Петри отсутствует. В тексте диссертации отсутствуют доказательства адекватности и достаточности априорных моделей программных компонент при поиске ошибок в исполняемом коде. Представленная в диссертации методика оценки влияния программной ошибки на систему сравнивается с методикой CVSS 3.1, однако в тексте диссертации нет сравнительного анализа с другими методиками CVSS 4.0, CERT/CC, SANS и пр. Раздел 4.3 посвящен рекомендациям по управлению переносом программного обеспечения в новое аппаратное окружение. Раздел следовало дополнить обоснованием введения показателей важности и модифицируемости элементов системы управления. Также не ясно, каким образом осуществлен переход от количественных показателей к качественным при использовании оценки качества вычислительной системы. Относительно методики оценки влияния программной ошибки на систему остаётся неясным принцип составления правил нечёткой логики, какие входные и выходные термы используются, их форма, а также чем обусловлен выбор методов дефазификации. Автор утверждает, что методы восстановления информации обеспечивают процесс поиска ошибок достаточной полнотой, с чем согласиться не представляется возможным, так как не определены требования к полноте и ограничения по применению таких методов. К примеру, использование криптографических средств защиты информации может существенно сократить возможности методов восстановления. Из автореферата не ясно, какие параметры аналитической модели являются метриками исполняемого кода. В формулах представлены следующие метрики: временные, количественные и вероятностные, поэтому работа была бы более ясной, если провести классификацию внутренних

параметров модели. В науке и технике разработано и используется множество параметров надежности технических систем. Автореферат не дает ответа на вопросы о целесообразности, полноте, доступности тех параметров, на основе которых строится аналитическая модель оценки надежности. При реализации алгоритма поиска ошибок в исполняемом коде используется анализ и уточнение априорных моделей, однако диссертация не раскрывает, кто и на основе каких данных формирует эти модели. Отсутствие данной информации затрудняет понимание принципов работы алгоритма и оценку его эффективности. В работе рассматривается процесс модернизации технических систем. Модернизация предполагает совершенствование, улучшение как всей системы целиком, так и её отдельных компонентов. Однако текст автореферата не даёт пояснений, каким образом перенос существующего ПО на альтернативные аппаратные платформы улучшает действующие системы. На стр. 8 автореферата автор допускает логическое противоречие, которое заключается в том, что разрозненные показатели качества являются проблемой при создании единой оценки, но в то же время утверждается о потребности в создании многокритериальной оценки качества. Можно сделать предположение, что имеется ввиду выделение только тех показателей, которые имеют решающее значение в управлении процессом внедрения программно-аппаратных комплексов в систему. В формулах 3, 4, 6, 8 не задано никаких ограничений. Однако, при расчетах могут возникать такие ситуации, которые сведут расчеты оценки качества к необрабатываемым значениям, что в свою очередь приведет к неопределенности при принятии решений. В автореферате нет содержательного разъяснения проблем, возникающих при переносе ПО на ААП. Портирование ПО на системы с различными процессорными архитектурами является хорошо изученной областью. Более того, для решения этой задачи созданы специальные кроссплатформенные языки программирования (JAVA, C#, python, библиотека Qt и др.), которые призваны разрешать проблемы совместимости. Вторая часть этого вопроса связана с интерпретируемыми языками, которые не проходят стадию компиляции, поэтому в ситуациях перехода на ААП исходный код проходит устоявшуюся процедуру оценки качества. В автореферате присутствуют

некоторые несоответствия по смыслу. Так в научной новизне результатов работы, говорится о аппаратно-независимых ошибках, необходимости учета их количество и качество. В то же время основное содержание и заключение работы направлено на выявление и учет аппаратно-зависимых ошибок, что вводит в некоторое заблуждение. При моделировании и расчетах автор рассматривает только программную составляющую системы. Если это является ограничение исследований, то в автореферате уместно об этом упомянуть. Формула 27 на стр. 17 автореферата описывает дифференциальные уравнения Колмогорова для 4-х состояний программной функции, что является посильной задачей для нахождения предельных вероятностей. Но программные функции могут содержать много больше состояний, что приведет к вычислительной трудности, о которой в работе нет упоминаний. В работе целевым показателем является точность оценки качества, которая рассчитывается на основе систематической погрешности. Существуют и другие метрики точности, например, инструментальная, методическая, субъективная, случайная погрешности; неопределенность измерения, которые не отмечены в работе. Отсюда следует, что в тексте автореферата не описано обоснование выбора показателя систематической погрешности, вокруг которого сформулирована цель исследования. Вероятности системного сбоя вычисляются посредством анализа вероятностей промежуточных событий, которые, в свою очередь, основываются на вероятностях базовых событий. Однако в тексте автореферата отсутствует чёткое описание методологии определения базовых событий, что представляет собой критически важный элемент в процессе идентификации системного сбоя. Без данного определения нет возможности адекватно оценить риски и разработать эффективные стратегии их минимизации. В автореферате имеются отдельные математические некорректности, например, выражения (1-4), (6-8) не содержат ограничений на использование. При описании выражения (17) отсутствует математическое описание функции интенсивности обработки сообщений. В автореферате недостаточно обоснован выбор формальных моделей в алгоритме поиска ошибок в исполняемом коде. Отсутствуют критерии, по которым сравнивались формальные представления исполняемого кода. Также не

рассматриваются вопросы сложности анализа формальных моделей кода. В случаях сложных функций с большим количеством кода и ветвлений алгоритм может требовать экспоненциального роста ресурсов. Из автореферата не ясно, каким образом получена зависимость между оценкой влияния программных ошибок и степенью реализованности программной функции в виде обратной функции ошибок Гаусса. В тексте автореферата отсутствуют пояснения о том, каким образом проведены сравнительные расчеты оценки CVSS и оценки, рассчитанной на основе нечеткой логики. Также при сравнительном анализе автор использует только базовую оценку CVSS, которая не учитывает множество параметров уязвимого кода. Заявленная в автореферате универсальность аналитической модели качества основана на неточном утверждении: «Имея исполняемый код программных компонентов, возможно рассчитать более точную оценку качества, чем при наличии исходных текстов программ». Исполняемый код содержит достаточную, но не полную информацию о системе, а о некоторых функциях системы можно делать лишь предположения (физические процессы, протекающие на плате, неизвестные побочные эффекты от реализации архитектурных решений и т.д.). Поэтому следует уточнить, что модель не универсальна, а является частью многостороннего процесса оценки качества. При описании аналитической модели в формулах используются верхние индексы s и m , причем их использование, по-видимому, служит обобщением математических параметров, которое сложно понять из содержания работы. В пункте 4 заключения автореферата автор использует понятие эффективного управления процессом модернизации сложной технической системы. Однако до этого в автореферате отсутствуют описания подобного управления, его параметров и критериев. Поэтому, поскольку в результатах указан такой пункт, необходимо раскрыть, каким образом оценка качества сложной технической системы при модернизации способна влиять на решения в процессах управления. В автореферате недостаточно четко описана последовательность формализации исполняемого кода, позволяющая избежать комбинаторного взрыва при анализе, а также каким образом разрешать ситуации, когда поток управления восстановить не удается. В автореферате недостаточно раскрыт вопрос о возможности реализации

автоматизированного поиска ошибок в исполняемом коде, а также не представлены существующие технические решения для данной задачи. При описании методики оценки влияния ошибок на систему достигнута точность 75% относительно опорных значений. В автореферате отсутствует информация о допустимых интервалах точности оценки влияния, необходимых для практического применения данной методики.

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области исследований соискателя. Определяющими критериями являлись публикации за последние 5 лет в ведущих научных рецензируемых изданиях по темам, совпадающим с тематикой диссертации соискателя, а также способность к квалификационной оценке актуальности, теоретической значимости и практической ценности представляемой диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» широко известна своими достижениями в области теории вычислительных машин и систем; информационных и компьютерных технологий и способна определить научную и практическую ценность диссертации. Эти достижения, в соответствии с базой РИНЦ подтверждены 345 патентами и свидетельствами на результаты интеллектуальной деятельности. За последние 5 лет СПб ФИЦ РАН по профилю диссертации выполнил 4 НИР, опубликованы 90 научных результатов в рецензируемых научных изданиях. На базе СПб ФИЦ РАН функционирует диссертационный совет 24.1.206.01 по научным специальностям: 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей и 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность. СПб ФИЦ РАН издает журнал «Информатика и автоматизация», включенный в Перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК, в том числе и по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Наиболее близкими к

тематике диссертации являются публикации ученых ведущей организации: Соколова Б.В., Зеленцова В.А., Израилова К.Е. и некоторых других. Отзыв сформирован в лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), подписан руководителем лаборатории – главным научным сотрудником ЛИТСАМ, заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук, профессором Соколовым Б.В., а также главным научным сотрудником ЛИТСАМ, доктором технических наук, профессором Зеленцовым В.А. и утверждён директором СПб ФИЦ РАН, доктором технических наук, профессором, профессором РАН Ронжиным А.Л.. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Официальный оппонент Билятдинов Камиль Закирович, доктор технических наук, доцент, советник генерального директора АО «НИИ «Масштаб» (г. Санкт-Петербург), известен своими научными работами, направленными на развитие методологии оценивания качества больших технических систем, что подтверждается работами по теме оценки качества, устойчивого функционирования и оценки эффективности инфокоммуникационных систем. Способен квалифицировано оценить проблемы оценивания качества сложных систем управления и их элементов в процессе решения задач модернизации, изложенных в диссертации соискателя. Имеет 22 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях по тематике диссертационных исследований соискателя за последние 5 лет.

Официальный оппонент Болбаков Роман Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (г. Москва), является специалистом в области оптимизации и формальной верификации программного обеспечения при решении задач построения информационных процессов и систем. Способен квалифицированно оценить вопросы моделирования, прогнозирования и

оценки качества программно-аппаратных комплексов в составе систем управления, а также вопросы выявления ошибок в программном коде, изложенные в диссертации соискателя. Имеет 7 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях по тематике диссертационных исследований соискателя за последние 5 лет.

Вышеуказанные специалисты не являются соавторами соискателя в опубликованных им работах, не являются работниками организации, где выполнялась диссертация или где работает соискатель, его научный руководитель, а также где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика, или исполнителем (соисполнителем). Занимаемые ими должности и выполняемая работа не влечет за собой конфликт интересов, способный повлиять на принимаемые решения по вопросам государственной научной аттестации. Официальные оппоненты являются работниками разных организаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: решена научная задача по разработке научно-методического аппарата, повышающего точность оценки качества компьютерных элементов сложной системы управления в процессе модернизации аппаратного и программного обеспечения;

разработаны новые научные результаты:

– усовершенствованная аналитическая модель качества вычислительной системы, отличающаяся от схожих работ в области оценивания качества сложных программных и программно-аппаратных систем тем, что учитывает аппаратно-зависимые ошибки, а также их количество и качество в исполняемом коде программных компонент. Кроме того, новизной является объединение в единую модель базовых характеристик качества – функциональная пригодность, надежность и производительность, а также введение в модель 12 показателей качества, 2 из которых предлагаются впервые;

– новая методика оценки влияния ошибки в программном обеспечении, отличающаяся от аналогичных методик в области обеспечения безопасности информационно-коммуникационных систем тем, что используется аппарат нечеткой логики, что позволяет решить проблему отсутствия статистических данных при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы в процессе модернизации сложных систем управления. Методика впервые позволяет учитывать влияние ошибки в исполняемом коде не только на безопасность обработки информации, но и на базовые характеристики качества;

– новый метод оценки качества компьютерных элементов системы управления, который отличается от известных методов в области оценки качества сложных программных систем тем, что впервые дополнительно использует анализ исполняемого кода. Применение анализа исполняемого кода позволяет: осуществить поиск программных ошибок, измерить параметры кода, рассчитать многокритериальную оценку качества и на основе полученной оценки принимать решения о модификации программного обеспечения, что обеспечивает контроль над работой функциональных компонент системы.

предложен новый практический результат – алгоритм поиска аппаратно-зависимых ошибок в программных компонентах, основанный на сравнительном анализе формальных моделей исполняемого кода, который позволяет повысить точность оценки качества вычислительных систем в составе систем управления при их модернизации; **доказана** перспективность применения разработанных моделей, методики, алгоритма и метода, позволяющих повысить точность оценки качества компьютерных элементов в системе управления при её модернизации до 82...96 % в различных модельных и экспериментальных условиях, и тем самым обеспечить достижение цели исследования; **введена** измененная трактовка понятия «обратное проектирование», которая указывает не на заимствование технологий, а на процесс уточнения формальных знаний о техническом объекте исследования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказаны аналитические положения и зависимости, входящие в состав модели, методики и

метода, разработанных в диссертации, вносящие вклад в развитие теоретической формы знаний общей теории систем, теорию принятия решений, теории качества систем и программ, математического моделирования, теории вероятностей и теории системной инженерии применительно к решению задач прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их компьютерных элементов; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** элементы теории системного анализа, теории вероятностей, математической статистики, теории нечеткой логики, теории сетей Петри, теории систем массового обслуживания, теории логико-вероятностного исчисления, теории математического моделирования, а также теории качества систем и программ; **изложены** новые научные результаты – модель и метод, повышающие точность оценки качества компьютерных элементов системы управления, а также прикладной результат – алгоритм поиска ошибок и методика оценки их влияния на качество системы, которые обеспечивают расчеты многокритериальной оценки качества с требуемым уровнем точности; **раскрыто** противоречие в практике между необходимостью повышения точности оценки качества программно-аппаратных комплексов в составе сложных систем управления в условиях переноса существующего программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы без доступа к процессам создания аппаратного обеспечения и невозможностью такого повышения без системного анализа всех компонент получаемого программно-аппаратного комплекса, а также противоречие в науке, которое обусловлено невозможностью достижения повышения точности оценки качества программно-аппаратных комплексов в составе сложных систем управления в условиях переноса программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы на базе известного научно-методического аппарата; **изучены** влияние различных типов ошибок в исполняемом коде программно-аппаратного комплекса на функциональную пригодность, надежность и производительность при функционировании системы, а также изучены аппаратно-зависимые ошибки в исполняемом коде и то, как они влияют на эффективность достижения цели

исследования – повышения точности оценки качества сложных систем управления в процессе модернизации; **проведена модернизация** существующих методов системного анализа при поиске ошибок в исполняемом коде программных компонент сложной системы управления, в которых впервые используется декомпозиция исполняемого кода по дизассемблированному листингу для множества аппаратных архитектур с целью синтеза формальных моделей различных классов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработан метод оценки качества компьютерных элементов сложной системы управления, удовлетворяющий требованиям точности при модернизации существующих сложных систем, **внедрен** в образовательный процесс при подготовке специалистов по специальности 10.05.05 «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере» на кафедре «Интеллектуальные системы информационной безопасности» РТУ МИРЭА; аналитическая модель оценки качества компьютерных элементов сложной системы управления, методика и программа расчета оценки влияния ошибки в программном обеспечении, а также алгоритм поиска ошибок в программном обеспечении по исполняемому коду **использованы** АО «АСТ» при выполнении НИР на основании ГК №24/173; методика расчета степени влияния программной ошибки на характеристики качества системы представлена в виде комплекта программ и имеет свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ; **определены** перспективы практического использования разработанной теории оценивания качества в деятельности предприятий с учетом внешних факторов, когда информация о модернизируемой системе частично или полностью отсутствует; **созданы** научно обоснованные технические рекомендации для более высокого уровня организации деятельности с целью выработки решений в процессе модернизации технической системы на основе количественных показателей полученных путем предлагаемых модели и метода оценки качества, а также предложения по дальнейшему совершенствованию представленных в работе моделей и методов оценки качества за счет применения теории машинного обучения

и больших языковых моделей при анализе исполняемого кода и обнаружения ошибок в программно-аппаратных комплексах; **представлены** результаты моделирования и экспериментальной проверки, акты реализации и внедрения результатов исследования, которые подтверждают, что использование модели, методики и метода, позволяет повысить точность оценки качества компьютерных элементов системы управления в процессе её модернизации на 24 %, относительно существующих технических решений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования с доказанной адекватностью оценок качества реальным объектам в условиях множества аппаратных архитектур; **теория**, используемая в диссертационном исследовании, построена на проверяемых фактах, с корректным применением основных принципов системного подхода, обоснованным выбором основных рамок исследования при постановке научной задачи и разработке ее решения; **идея базируется** на развитии работ научного руководителя диссертационного исследования – В.А. Новикова, направленных на повышение безопасности функционирования сложных программных систем, а также на корректном развитии известных работ научной школы А.Г. Ломако, посвященных качеству программного производства и работ научной школы В.В. Липаева, посвященных исследованию, разработке и оцениванию надежности программного обеспечения обработки информации для систем реального времени; **использованы** прикладные пакеты программ математического моделирования при получении численных результатов исследования, а также апробированные математические методы научно-методического аппарата системного анализа, теории принятия решений, теории вероятностей и теории системной инженерии, теории управления, а также теории качества систем и программ; **установлено** соответствие исходных данных диссертации известным эмпирическим данным об оценке качества сложных программных систем для аппаратных платформы x86_64, ARM, MIPS, PowerPC, а также непротиворечивость результатов, полученных в диссертации, результатам, опубликованным в известных работах других ученых и специалистов, ведущих

исследования в данной предметной области; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в разработке и апробации основных результатов диссертации, а также в получении, обработке и интерпретации данных на всех этапах исследовательского процесса. Соискатель лично занимался подготовкой основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Несмотря на то, что соискатель заявляет, что весовые коэффициенты показателей качества в аналитической модели подбираются численно исходя из адекватности модели оценки качества, не рассматривались существующие аналитические методы выбора весов, например, метод Фишберна, соответственно соискатель не привел результатов сравнительного анализа с разными весовыми коэффициентами.

2. Соискателем предложено учитывать количество отказов в системе как сумму оценок влияния программной ошибки на надежность. Расчеты по представленной формуле в ряде случаев дают дробные значения, что не позволяет учитывать точное количество отказов, как это представлено в работе. Соискатель указывает на то, что это метрическая характеристика отказа, однако при описании аналитической модели используется целое количество отказов.

Соискатель Нарышкин К.В. в ходе заседания **ответил** на задаваемые ему вопросы, **согласился с замечаниями** и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 3 и 11 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

На заседании 10 сентября 2025 года объединенный диссертационный совет принял решение присудить Нарышкину К.В. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке научно-методического аппарата, повышающего точность оценки качества компьютерных элементов сложной системы управления в процессе модернизации аппаратного и программного обеспечения.

При проведении тайного голосования объединенный диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Киричек Руслан Валентинович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

12 сентября 2025 года

