

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Болбакова Романа Геннадьевича на диссертацию Нарышкина Константина Викторовича «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Актуальность темы диссертации

Развитие предприятий на пути к полной цифровизации включает процесс модернизации существующих киберфизических систем, а также их элементов. В промышленных системах управления важно максимально эффективно использовать информацию, получаемую от цифрового оборудования. Полезность такой информации обеспечивает работу цифровых систем принятия решений и зависит от получения и обработки надежных данных в режиме реального времени. Отсутствие перехода на полностью автоматизированное цифровое производство (концепция «Индустрия 4.0»), управляемое киберфизическими системами в режиме реального времени, во многом связано с проблемами обеспечения качества, надежности и безопасности вычислительных систем как элементов сложных систем управления.

Поскольку вычислительные системы получают, передают, обрабатывают и хранят всё больше данных, потребность в разработке недорогих, надежных, функциональных и производительных решений становится всё более актуальной. С другой стороны, не всегда представляется возможным наследовать аппаратную архитектуру при модернизации программного и/или аппаратного обеспечения. Поэтому возникает актуальная проблема адаптации программного кода в новой аппаратной среде с сохранением его характеристик качества.

Рассмотренные соискателем проблемы оценки качества программно-аппаратных комплексов (ПАК) имеют существенное значение для ряда прикладных задач модернизации существующих цифровых систем

управления. Например, в процессах, связанных с интеграцией открытого программного обеспечения в цифровые промышленные системы, построенные на отечественной аппаратной архитектуре. Предложенные в диссертации модели и методы оценки качества вычислительных систем позволяют повысить точность оценок таких характеристик качества, как функциональная пригодность, надежность и производительность, что в условиях тотальной цифровизации всех отраслей экономики является актуальной задачей.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Работа изложена на 158 страницах, включает в себя 58 рисунков, 17 таблиц, список литературы из 111 наименований.

В первой главе проведены анализ моделей и методов оценки качества сложных программных систем, а также анализ методов исследования исполняемого кода.

Во второй главе представлены результаты моделирования оценок базовых характеристик качества (функциональная пригодность, надежность и производительность) с применением модельно-ориентированного системного инжиниринга.

В третьей главе описаны алгоритм поиска ошибок в исполняемом коде, методика оценки влияния ошибки на характеристики качества ПАК и метод оценки качества ПАК.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальной проверки разработанного метода оценки качества, а также предложены рекомендации по управлению переносом программного обеспечения в новое аппаратное окружение с сохранением его характеристик качества.

Заключение обобщает основные результаты работы и предлагаются рекомендации для дальнейших исследований.

Внедрение результатов диссертации подтверждено соответствующими актами.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- Усовершенствованная аналитическая модель качества вычислительной системы отличается от существующих тем, что учитывает аппаратно-независимые ошибки, их качество и количество в исполняемом коде, что позволяет снизить систематическую погрешность оценки качества на 10 %.

- Разработанный алгоритм поиска ошибок в исполняемом коде основан на существующих методах обратного проектирования и позволяет обнаруживать ошибки в готовом образце системы, для которого отсутствуют техническая документация и исходные тексты программ. При переносе программного обеспечения алгоритм позволяет выявлять в среднем на 27 % ошибок больше, чем существующие.

- Разработанная методика оценки влияния ошибки в программном обеспечении отличается от существующих тем, что за счет использования нечеткой логики решает проблему отсутствия статистических данных при переносе программного обеспечения в новое аппаратное окружение.

- Разработанный метод оценки качества ПАК в составе цифровых систем управления использует анализ исполняемого кода для того, чтобы осуществить поиск ошибок, принять решение о возможной модификации программного обеспечения и установить контроль над функциональными компонентами системы. Предлагаемый метод позволяет снизить систематическую погрешность оценки качества при переносе программного обеспечения в новое аппаратное окружение на 24 %.

Теоретическая значимость работы состоит в исследовании и разработке моделей и методов оценки качества вычислительных систем на основе анализа исполняемого кода программного обеспечения ПАК для обеспечения возможности модернизации цифровых элементов сложной системы управления. Важными результатами, имеющими существенную теоретическую ценность, представляются аналитическая модель оценки качества вычислительной системы, а также метод оценки качества,

позволяющие повысить точность оценок качества в условиях переноса программного обеспечения в новое аппаратное окружение.

Практическая значимость диссертации состоит в создании алгоритма поиска ошибок в исполняемом коде ПАК, методики оценки влияния найденных ошибок на характеристики качества, а также научно обоснованных рекомендаций по модернизации цифровых элементов сложной системы управления на основе методологии проведения анализа видов и последствий отказов при проектировании.

Полученные в диссертации результаты внедрены в учебном процессе Института кибербезопасности и цифровых технологий на кафедре «Интеллектуальные системы информационной безопасности» РТУ МИРЭА для подготовки специалистов по специальности «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере», а также в АО «АСТ» при подготовке общей научно-технической документации на НИР по государственному контракту.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертационной работе

Теоретические положения, сформулированные в диссертации, строго формализованы и обоснованы, текст содержит необходимые ссылки на источники. Полученные результаты не противоречат общепринятым научным положениям. Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и результатов диссертации подтверждаются корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования и экспериментальными проверками, а также публикациями и выступлениями на российских и международных научных конференциях.

Основные результаты диссертации изложены в 15 научных работах, из которых 4 статьи опубликованы в журналах ВАК при Минобрнауки России, а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. 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.

2. На стр. 70 представлена функция интенсивности обработки сообщений, которая не имеет математического описания зависимости производительности системы от ошибки в программном коде.

3. 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.

4. В тексте диссертации отсутствуют доказательства адекватности и достаточности априорных моделей программных компонент при поиске ошибок в исполняемом коде.

5. 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.

6. 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 неясно, каким образом осуществлен переход от количественных показателей к качественным при использовании оценки качества вычислительной системы.

Выводы

Диссертация Нарышкина Константина Викторовича «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы» представляет собой самостоятельную законченную научно-

квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи в области оценки качества сложных технических систем.

Тексты диссертации и автореферата написаны логично, последовательно и аккуратно. Диссертация соответствует пунктам 3 и 11 паспорта научной специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Несмотря на отмеченные замечания, диссертация Нарышкина К. В. на тему «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы» соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года N 842 (с изменениями и дополнениями).

Диссертация «Метод оценки качества компьютерных элементов системы управления при переносе программного обеспечения на альтернативные аппаратные платформы» оценивается положительно, а её автор Нарышкин Константин Викторович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Заведующий кафедрой
инструментального и прикладного
программного обеспечения
Института информационных технологий РТУ МИРЭА,
кандидат технических наук, доцент

«31» июня 2025 г.

Подпись руки Болбанова Р. Г.

удостоверяю Специалист по кадрам
Управления кадров



Чернышева В.Г.

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет"

Почтовый адрес: Проспект Вернадского, д. 78, г. Москва, 119454

Тел. +7 (499) 600-80-80. Сайт: <https://www.mirea.ru>. Email: mirea@mirea.ru