

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертационной работе

БЕЖАЕВОЙ Оксаны Яковлевны

«Методологические основы обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии»,

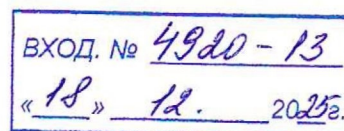
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

1 Актуальность темы диссертации

Разработка отечественного программного обеспечения – основной элемент национальной стратегии цифрового развития. Разумеется, реализация соответствующих масштабных планов должна опираться на лучшие мировые методологии и практики, предусматривать исследования и разработки в этой области, направленные на обеспечение высокого качества сложного высокотехнологичного продукта каким является программное обеспечение современных информационных систем (ИС).

Качество программного обеспечения – это комплекс характеристик программного продукта, определяющих его способность выполнять возложенные на него функции и удовлетворять потребности всех заинтересованных сторон: пользователей, заказчиков, разработчиков и администраторов. Обеспечение качества программного обеспечения – комплексный процесс, который должен учитываться на всех этапах разработки, от создания требований до поддержки готового продукта, что регламентируется отечественными и зарубежными стандартами и руководствами.

В контексте вышесказанного тема рецензируемого диссертационного исследования вполне *актуальна*. Она выделяет малоизученную предпроектную стадию разработки программного обеспечения ИС, где при фиксировании про-



блемной ситуации, побуждающей разработку, довлеет человеческий фактор в лице множества акторов с несовпадающими интересами, и рационально сосредотачивает внимание на одной из важнейших характеристик ИС, определяемой качеством программного обеспечения – функциональной надежности ИС.

2 Структура и содержание диссертации

Диссертация Бежаевой О.Я. обладает внутренним единством, написана технически грамотным языком, оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Общий объем рукописи составляет 318 страниц машинописного текста. Работа имеет достаточно четкую структуру и состоит из введения, шести глав, заключения, глоссария, списка литературы и трех приложений.

Во *введении* аргументируется актуальность темы исследования, оценивается степень её разработанности, очерчиваются объект, предмет, цели, задачи, методы выполненного исследования, его связь с официальными научными программами, научная новизна, теоретическая и практическая значимости, степень достоверности и апробация полученных результатов.

В *первой главе* анализируется проблемная ситуация, возникающая на предпроектной стадии разработки ИС в связи с необходимостью обеспечить функциональную надежность будущей системы. Исследуется понятие «функциональная надежность», существующие подходы к обеспечению функциональной надежности ИС, трактуемые как специальное управление проектированием программной составляющей ИС. Актуализируется цель и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена авторской концептуализации обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии. Предмет исследования сужается путем помещения в центр внимания дефектов программного оснащения ИС и процесса «обращения» с этими дефектами. Предлагаются так называемые системные модели, описывающие такой процесс с привлечением из-

вестной модели «Дом качества», положений эвергетики Виттиха и аппарата системных архетипов Сенге и Форрестера.

В *третьей главе* предлагается совокупность взаимосвязанных структурных моделей, призванных формализовать задачи управления проектом разработки программной составляющей ИС в аспекте обеспечения функциональной надежности ИС. Эти модели конкретизируют и развивают системные модели второй главы. При этом для обеспечения возможности исследовать динамику взаимодействия факторов, определяющих функциональную надежность ИС, привлекается аппарат когнитивных знаковых графов и численных контурных моделей.

В *четвертой главе* разработан ряд практически ориентированных методов обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии: метод построения многомерных зависимостей; метод оценки состояния функциональной надежности информационных сервисов с учетом субъективных оценок пользователей; метод структурного моделирования последствий отказов.

Пятая глава посвящена разработке прогностической математико-статистической модели для определения базовых характеристик проекта ИС как многосвязного объекта управления. Здесь также предпринята попытка сконструировать формализованную процедуру согласования мнения акторов предпроектной стадии разработки ИС на виды и взаимосвязи факторов, определяющих функциональную надежность будущей ИС.

В *шестой главе* показано использование полученных научных результатов для решения практических задач обеспечения функциональной надежности ИС, а также представлены авторские методика и программный продукт для оценки возможных последствий отказов функциональных компонент ИС по критериям функциональной надежности.

В *заключении* обозначен факт достижения цели диссертации, кратко оха-

рактеризованы полученные результаты и выводы.

Глоссарий терминов, обозначающих важнейшие из понятий, которые использованы в диссертационном исследовании, положительно отличает рецензируемую работу.

Список литературы включает в себя 216 источников, на которые даны ссылки по тексту диссертации. Анализ этих источников позволяет утверждать, что соискатель владеет актуальной информацией о современном состоянии исследований, направлении, тенденциях и проблемах в развитии исследуемой тематики.

В *приложениях* представлены: акты использования результатов диссертационного исследования в деятельности трех предприятий и в учебном процессе Уфимского университета науки и технологий; рабочие материалы анализа ошибок и результаты моделирования их причин и следствий в информационном пространстве реальной компании; детализированные *UML*-диаграммы, использованные при решении задачи оценки реализуемости проекта создания программного продукта на реальном предприятии.

3 Научная новизна полученных результатов

Считаю, что научная новизна работы Бежаевой О.Я. заключается в разработке оригинальной и целостной *методологии* обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, отличающаяся интеграцией идей эвергетики (как разновидности кибернетики второго порядка) с общенаучными и специальными подходами к решению задач моделирования и управления в сложных системах.

Научной новизной обладают следующие отдельно взятые результаты диссертационного исследования:

- *комплекс системных моделей* обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, отличающейся сочетанием положений эвергетики,

V-модели жизненного цикла разработки программного продукта и модели «Дом качества»;

- *динамические модели проблемных ситуаций*, связанные с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, которые отличаются сочетанием архитектур различных стратегий предотвращения дефектов в программном обеспечении, системных архетипов, когнитивных и численных контурных моделей развития проблемных ситуаций во времени;
- *метод* построения многомерных регрессионных зависимостей, отличающийся работоспособностью и в том случае, когда исходные данные, соответствующие разным компонентам векторов независимой и зависимой переменных, представляются как в виде численных результатов измерений, так и в виде разных по форме качественных экспертных оценок;
- *метод* моделирования последствий и причин отказов сосредоточенных функциональных компонентов систем, отличающийся сочетанием использования схем ациклического направленного контактного (в смысле надежности) сопряжения компонентов и таблиц истинности, характеризующих корректность функционального состояния каждого компонента в зависимости от функционального состояния компонентов, контактирующих с ним на входе.

4 Обоснованность результатов и их достоверность

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе научных результатов, выводов и рекомендаций обеспечивается корректным использованием общеизвестных методов теоретических и экспериментальных исследований, которые строго обоснованы в научной литературе, апробированы и хорошо себя зарекомендовали при проведении научных исследований. Адекватность теоретических построений подтверждается результатами практическо-

го использования методологии и её отдельных составляющих на предприятиях и в организациях РФ.

Научные положения, выводы и заключения, сделанные Бежаевой О.Я. в рамках диссертационного исследования, прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях, известны специалистам и достаточно полно отражены в опубликованных ею научных работах. В общей сложности, результаты исследования представлены в 40 научных и приравненных к ним работах, включая 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 монографии. В изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук, в том числе приравненных к ним изданиях, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования по теме диссертации опубликовано 16 научных работ.

5 Теоретическая значимость результатов, полученных в диссертации

Решение поставленных в диссертации задач важно для развития научного направления «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Конкретно теоретическая значимость выполненного исследования состоит в развитии теоретических основ обеспечения функциональной надежности ИС, включая методические и модельные подходы к управлению в условиях разного видения потребительских свойств различными заинтересованными сторонами. Последовательное использование в рецензируемой работе идей и принципов эвергетики формирует своего рода «кейс» для перспективных научных разработок на стыке обновляемых и дополняемых общих кибернетических теорий и актуальных научных задач в области анализа и моделирования сложных систем.

6 Практическая значимость результатов, полученных в диссертации

Практическая значимость подтверждается, во-первых, *разработкой методик* оценки альтернативных вариантов организации разработки функционально надежных ИС, во-вторых, *созданием программных средств* для анализа моделей проектируемых компонентов программного обеспечения ИС с позиций функциональной надежности, в-третьих, *успешным использованием* результатов в ряде промышленных компаний, а также в учебном процессе подготовки инженерных кадров для отрасли цифрового развития народного хозяйства.

7 Замечания по диссертационной работе

Комментируя замеченные недостатки рецензируемой работы, ссылки на составляющие текста диссертации отмечаю буквой «Д», а текста автореферата – буквой «А».

1. Соискатель допускает ошибку в указании объекта и предмета своего исследования (с. Д8, А4).

Не вдаваясь в разбор существующих определений, следует напомнить, что с философской точки зрения «объект» и «предмет» – синонимы, однако в отечественной общенаучной практике сложилась традиция разделения стоящих за этими словами понятий. Это разделение основано на формуле «объект исследуется на предмет», т.е. фиксируя предмет, ученый указывает ту сторону, аспект объекта исследования, которую намеревается поставить в фокус своего внимания.

Представляется очевидным, что объектом предпринятого соискателем исследования являются современные *информационные системы*, а предметом – *свойство* этих систем «*сохранять работоспособность в соответствии со своим целевым назначением при случайных дестабилизирующих воздействиях и отсутствии злоумышленного влияния на программную и аппа-*

ратную составляющую» (см. авторское обоснование актуальности темы исследования – с. Д17-22, А1-2). Соискатель сам опровергает свое ошибочное мнение на этот счет определяя на с. А10 фокус разработанной им методологии: *«выявление специфических особенностей ИС, позволяющих выделить функциональную надежность ИС в качестве самостоятельного предмета исследований»*. Усугубляет же сделанную соискателем ошибку отождествление с предметом исследования результатов диссертационной работы – *«методологическое, методическое, модельное и инструментальное обеспечение функциональной надежности ИС на предпроектной стадии»* (ср. с преамбулой диссертационного раздела «Основные результаты и выводы» на с. Д226, А26).

2. Соискатель неоднократно квалифицирует функциональную надежность как латентную (т.е. скрытую, внешне не проявляющуюся) характеристику ИС (с. Д5, Д20, А1). И, противореча такому своему видению, заявляет о разработке методики оценки ИС *«по критериям функциональной надежности»* (с. Д14, А7), указывает, что *«функциональная надежность определяется количеством дефектов»* (с. Д62, А11).
3. Озадачивает утверждение соискателя о методах исследования в части того, что *«использованы ... отечественные и зарубежные стандарты и руководства, регламентирующие способы решения задач обеспечения функциональной надежности»* (с. Д9, А4). В таком случае свой вклад в обеспечение функциональной надежности ИС соискатель должен был бы квалифицировать в терминах «опровержение», «модификация», «дополнение» и т.п. Но такая риторика в диссертации отсутствует, что приводит к заключению, что в действительности названные стандарты и руководства не являлись значимой опорой для рецензируемого исследования.

4. Малообоснованно утверждение об аналогии авторского цикла обеспечения (рисунки Д2.2, А2) с циклом Деминга в науке об управлении качеством. В последнем все фазы являются императивами для субъекта управления, тогда как в авторском цикле подобный императив трудно обнаружить по меньшей мере в одной из фаз – *«Постоянно возрастающие требования к функциональной надежности ИС»*.
5. В диссертации весьма поверхностно описана модель двухкомпонентного процесса обеспечения функциональной надежности ИС на основе известной структурной модели «Дом качества» (рисунки Д2.5, Д2.6, А4, А5). Не дано приемлемое разъяснение содержания практически всех вводимых автором понятий – «Структура дефектов», «Возможность присутствия / возникновения дефектов», «Структура процедур» и др., – не говоря уже о детализации функциональных связей характеристик этих понятий.
Как следствие еще более декларативно в указанном смысле описана системная модель, соответствующая сквозному процессу обращения с дефектами на разных стадиях жизненного цикла (рисунки Д2.7, А6).
6. Архитектура системы формирования понятийного пространства, стратегии и внешнего облика ИС (рисунок Д2.10; в автореферате она фигурирует как одна из системных моделей – см. рисунок А8) очевидно подчинена представлению проблемной ситуации в виде многосвязного объекта управления. Это представление производится с помощью известного аппарата когнитивного моделирования на основе знаковых графов (конкретизации и исследованию когнитивных моделей проблемных ситуаций посвящена третья глава диссертации). В контексте такого развития диссертационного исследования остаётся неясной роль онтологических моделей проблемных ситуаций, присутствующих в представленной архитектуре; в диссертации нет ни одного онтологического описания проблемной ситуации.

7. Неоднозначность читательской реконструкции отсутствующей идентификации факторов в аналитическом описании формальной модели ошибок предпроектной стадии (рисунки Д3.13, А10) – см. матрицу $\|H\|$ и вектор c_0 на с. Д118, – не позволяет верифицировать вычисления соискателя. А это ставит под сомнение заключение, что результаты моделирования *«не противоречат содержанию ситуаций, в действительности имеющих место при разработке спецификаций внешнего облика ИС»* и, в частности, что *«совершенствование организации системы исследований препятствует возникновению ошибок разной природы, что ускоряет урегулирование проблемной ситуации»* (Д118).
8. Соотношение Д(3.12) *«соответствует случаю, когда влияние факторов, способствующих и препятствующих повышению функциональной надежности одинаково»*, и именно этот случай «равновесия» по мнению соискателя позволяет указывать исходную во времени точку графиков зависимости состояния ИС h_k от времени t . Соискатель не объясняет ни этот выбор, ни содержательный смысл различных значений показателя организации проекта γ_k , определяющего вид приводимых графиков зависимости состояния ИС от времени (с. Д130 и 131, А19).
9. В главе 5 диссертации *«предлагается подход, ориентированный на построение математических моделей, с разных сторон описывающих типовые ситуации, возникающие при реализации проектов создания ИС»*. Положения, лежащие по мнению соискателя в основе этого подхода, включают в частности несколько тезисов о возможности соотнести каждую типовую проблемную ситуацию с каким-то из известных в литературе системных архетипов или с их совокупностью (с. Д203; хотя здесь можно отметить некоторую непоследовательность изложения, поскольку эти соображения уже использованы соискателем в главе 3).

Считаю, что аргументации этих важных для рецензируемой работы тезисов уделено недостаточное внимание.

В частности и поэтому построение на базе упомянутых тезисов теории оценивания *«согласованности мнений неоднородных акторов»* (с. А24) о проблемной ситуации с использованием представления о ранжировании акторами вклада каждого системного архетипа в образ проблемной ситуации, модели «Дома качества и корреляционного исследования дискурсов» (с. Д203-208, А24-25) оказывается весьма зыбкой.

10. В тексте диссертации и автореферата имеется заметное множество грамматических ошибок и опечаток.

Кроме того, обнаруживаются такие технические огрехи, которые порой затрудняют восприятие и оценку результатов диссертационного исследования.

Так, очевидная неудача в компоновке материала приводит к дублированию в параграфе 1.4 формулировки цели и задач исследования из введения (с. Д9), а содержание главы 6 делает неоднородным (материал параграфа 6.3 целесообразно было бы вынести либо в отдельную главу, либо оформить как приложение).

Содержание ряда рисунков образно и трудно поддаётся интерпретации, что усугубляется потерями экспликаций при переносе рисунков в автореферат (см., например, рисунки А3, А11, А12, А16) не говоря уже о мелком шрифте надписей. В главе 6 есть сбои в ссылках на рисунки.

Встречается небрежности и в формально-математических описаниях. В частности, много изъянов имеется в описании структурной модели «Дом качества» на с. Д121, 122 (ошибки/опечатки в обозначении векторов, матриц, различных индексов).

8 Заключение

Диссертация Бежаевой О.Я. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новые идеи, подходы, модели и методы к решению задачи обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии их создания. Эти результаты можно квалифицировать как научное достижение в области системного анализа и обработки информации.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Сформулированные Бежаевой О.Я. выводы можно охарактеризовать как обоснованные и достоверные. Практическое использование научных результатов, имеющих прикладной характер, документально подтверждено соответствующими актами об использовании.

Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, которые рекомендованы ВАК РФ для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и на соискание учёной степени доктора наук по специальности 2.3.1 с учетом рекомендации ВАК РФ от 26.10.22 №2-пл/1 «О новых критериях к соискателям ученых степеней кандидата наук, доктора наук, к членам диссертационных советов». Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Оформление работы в целом соответствует установленным требованиям.

Замечания, сделанные в отзыве, не являются критическими и не снижают общей положительной оценки работы.

Таким образом, диссертация «Методологические основы обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии», удовлетворяет критериям раздела II «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N 842 (ред. от 16.10.2024 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025 г.), установленным для докторских диссертаций, а её автор, *Бежаева Оксана Яковлевна*, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Официальный оппонент:

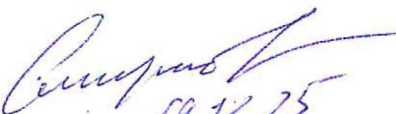
доктор технических наук, доцент

Смирнов Сергей Викторович,

профессор кафедры информатики и робототехнических систем

Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики,

советник директора ИПУСС РАН – СамНЦ РАН


19.12.25

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.01 –

«Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)»

Адрес места основной работы: 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, 23

Телефон: +7 902 374-99-71

Адрес эл. почты: sergvic@list.ru

