

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям ПНИПУ
доктор физико-математических наук, доцент



Швейкин А.И.

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Бежаевой Оксаны Яковлевны
на тему «Методологические основы обеспечения функциональной надежности
информационных систем на предпроектной стадии»,
представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности

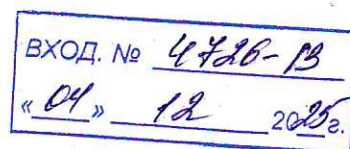
2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационной работы

Следствием возникновения современного постиндустриального общества, отличительной особенностью которого является господство сетевых систем, привело к повышению требований к функциональной надежности локальных информационных систем (ИС), формирующих единое информационное пространство сетецентрического управления.

К настоящему времени разработаны и постоянно совершенствуются теоретические основы, методические подходы и инструментальные средства, позволяющие в значительной степени автоматизировать проектирование и реализацию ИС, требования к которым определены в спецификациях внешнего облика и соответствующих технических заданиях. Вместе с тем теоретические основы, методическое обеспечение и инструменты проведения предпроектных исследований развиты недостаточно. Это является причиной увеличения числа «проваленных» проектов, срыва сроков реализации, увеличения себестоимости конечных результатов, а также наличия в ИС латентных дефектов различной природы, что в совокупности негативно влияет на качество сетецентрического управления.

Одной из проблем обеспечения функциональной надёжности ИС на предпроектной стадии является неопределённость и противоречивость представлений о ценностях правообладателей и будущих пользователей ИС. Поэтому совершенствование на основе системного подхода теоретических основ,



методического обеспечения и инструментальных средств, позволяющих в совокупности уменьшить неопределенность в задачах обеспечения функциональной надежности в современных условиях, имеет критически важное значение.

Диссертационная работа Бежаевой Оксаны Яковлевны посвящена актуальной теме совершенствования методологических основ обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии. Результатом проведенных исследований является формирование комплекса принципов, подходов, методов, системных, структурных и математико-статистических моделей и реализованных на их основе инструментальных средств.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Основной текст диссертации изложен на 318 страницах, содержит 165 рисунков и 36 таблиц, объем приложений составляет 25 страниц.

Во введении обоснована актуальность обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии. Формулируются цель и задачи работы, представлены положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Изложены сведения о реализации и внедрении, степени достоверности и апробации работы, показана связь исследований с научными программами.

Первая глава является обзорной и посвящена анализу проблемной ситуации обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии. На основании проведенного анализа делается вывод о том, что вопросам разработки теоретических подходов к урегулированию проблемных ситуаций, неизбежно возникающих в процессе управления проектами разработки ИС, уделяется недостаточно внимания. Сформирована основная научная идея работы: комплексное исследование проблемы обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии на основе положений эвергетики.

Во второй главе сформулированы принципы и подходы к обеспечению функциональной надежности ИС как разновидности сложных систем, в рамках системного подхода разработаны концептуальные основы обеспечения функциональной надежности, позволяющие рассмотреть стратегии, реализующие реактивный и проактивный подходы. Разработана методология обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, основанная на интеграции системного, архитектурного, динамического и других общенаучных подходов и принципов. На основе положений эвергетики и системной интеграции

V-модели жизненного цикла и подхода *QFD* разработаны системные модели предпроектной стадии.

В третьей главе рассматриваются вопросы построения моделей факторов, определяющих функциональную надежность ИС на предпроектной стадии. Разработан комплекс структурных, контурных и динамических моделей проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии на основе системных архетипов. Особое внимание уделяется вопросам исследования ошибок предпроектной стадии.

Четвертая глава посвящена разработке методов обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, включающих: метод построения многомерных регрессионных зависимостей, метод оценки функциональной надежности информационных сервисов с учетом субъективных оценок пользователей, основанный на концепции профилей, метод структурного моделирования последствий отказов функциональных компонент ИС.

Пятая глава посвящена разработке дескриптивных моделей базовых характеристик проекта разработки ИС на основе математико-статистических методов и системных архетипов. Предложена модель проекта создания ИС, основу построения модели проекта составляет рассмотрение его как многосвязного объекта управления. Рассматриваются вопросы оценки бюджета проекта по критериям удовлетворённости акторов, а также вопросы построения моделей типовых ситуаций, возникающих при реализации проектов, на основе системных архетипов и контурного представления. Особое внимание уделяется оценке согласованности мнений неоднородных акторов, в качестве инструмента оценки согласованности мнений неоднородных акторов на предпроектной стадии используются системные архетипы, модель «Дом качества» и коэффициенты корреляции.

Шестая глава содержит результаты решения практических задач обеспечения функциональной надежности на основе использования полученных научных результатов, включающие: выявление факторов функциональной надежности ИС при формировании единого информационного пространства компании, методику формальной оценки возможности реализации проекта; методику и прототип программного обеспечения для анализа моделей проектируемых компонентов ИС по критериям функциональной надежности.

Диссертационная работа имеет четкую логическую структуру, основные разделы последовательны и взаимосвязаны. В заключении обобщены основные результаты проведенных исследований.

Работа хорошо иллюстрирована, имеет список определений основных терминов. Приложения содержат необходимые таблицы с пояснениями основных результатов. Автореферат достаточно в полной мере раскрывает основное содержание диссертации.

Новизна полученных результатов

Наиболее существенные новые научные результаты, полученные в диссертации, заключаются в разработке методологических основ обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии в виде комплекса принципов, подходов, методов, системных, структурных и математико-статистических моделей и реализованных на их основе инструментальных средств.

К новым научным результатам, полученным в диссертационном исследовании, относятся следующие:

1. Методология обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, основанная на обоснованном формировании и интеграции общенаучных и специальных принципов и подходов, применение которой позволяет исследовать структуры проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии.

2. Системные модели, основанные на системной сочетании положений эвергетики, *V*-модели жизненного цикла и подхода *QFD* (функции развертывания качества), реализованного в виде модели «Дом качества» - *HoQ*, применительно к задачам обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии. Комплексное применение системных моделей позволяет повысить прозрачность содержания ожидаемых результатов проекта для заинтересованных сторон, что создает основу для выработки неоднородными акторами консолидированного мнения о подходах к реализации ИС.

3. Структурные модели проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, основанные на новом системном сочетании взаимодополняющих моделей архитектур, соответствующих разным стратегиям разработки ИС, знаково-ориентированных графов и системных архетипов. Контурные и динамические модели проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС, основанные на представлении системных архетипов совокупностью контурных моделей, весовые характеристики которых определяются математико-статистическими методами, что позволяет перейти от качественного описания ситуаций к математическим моделям, позволяющим получить количественные оценки (статические и динамические) отдельных ситуаций.

4. Комплекс разработанных методов обеспечения функциональной надежности ИС, включающий:

– метод построения многомерных зависимостей, позволяет представить ИС в виде многосвязного объекта совокупностью одномерных непараметрических регрессионных зависимостей, метод позволяет исследовать поведение многосвязных объектов в случае, когда некоторые компоненты являются

метрическими характеристиками, а некоторые представлены экспертными оценками;

– метод оценки функциональной надежности информационных сервисов учитывает совокупность субъективных оценок разных пользователей, метод позволяет обоснованно определить приоритетное направление повышения функциональной надежности сервисов;

– метод структурного моделирования последствий отказов функциональных компонент ИС на основе совместного использования аппарата схем сопряжения и таблиц истинности, метод позволяет на предпроектной стадии провести оценку возможных последствий отказов функциональных компонент ИС по различным критериям функциональной надежности.

5. Модель проекта как многосвязного объекта управления, основанная на одновременном использовании как исторических данных о ранее реализованных проектах, представленных в виде числовых характеристик, так и субъективных оценок акторов, причастных к реализации проектов, и сопоставимости персонифицированного опыта акторов, накопленного при реализации прежних проектов, выраженного посредством функциональных зависимостей.

Оценка согласованности точек зрения неоднородных акторов на основе их субъективного восприятия значимости проблемных ситуаций, отличается тем, что для основы формализации описания видений неоднородных акторов объединяет в себе системные архетипы и модель «Дом качества» – НоQ, позволяет оценить взаимовлияние мнений акторов посредством парциальных и множественных коэффициентов корреляции.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов и выводов основана на корректном применении общепринятых научных подходов и положений, апробацией на научных конференциях, публикацией результатов в ведущих рецензируемых научных изданиях, а также практической апробацией новых научных результатов, подтвержденной соответствующими актами внедрения.

Результаты исследований докладывались и обсуждались на профильных международных и российских конференциях, в частности, на Международной конференции “Computer Science and Information Technology” (2019, Vienna, Austria); на Международной конференции “Information systems and technologies: achievements and perspectives” (2020, Sumgait, Azerbaijan Republic); на Международной конференции «Электротехнические комплексы и системы» (ICOECS 2021, Уфа Россия); на Международной научно-технической конференции «Электротехнические комплексы и системы» (UralCon 2023, Магнитогорск, Россия); на Международной научной конференции

«Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (ITIDS' 2024, Уфа, Россия,) и др.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 40 основных научных работ, в том числе 16 статей в рецензируемых печатных изданиях из перечня, утвержденного ВАК (10 изданий – К1, из них 8 изданий входят в перечень RSCI, 2 статьи опубликованы автором единолично, 6 изданий – К2); 5 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ, 3 монографии, 6 публикаций в международных журналах и изданиях, индексируемых базами *WoS* и *Scopus*, 10 работ в прочих изданиях.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Теоретическая значимость результатов, полученных в диссертации, заключается в том, что они носят фундаментальный характер, вносят существенный вклад в решение проблемы обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, включая методические и модельные основы обеспечения функциональной надежности ИС в условиях разного видения потребительских свойств ИС разными заинтересованными сторонами, что создает основу для совершенствования системы управления функциональной надежностью ИС за счет уменьшения неопределенности состояния и прогнозирования последствий проблемных ситуаций, которые могут возникнуть на предпроектной стадии.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в следующем: результаты исследований в виде оригинальной методологической базы, новых моделей исследования структуры проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, позволили разработать методики и программные инструментальные средства, использование которых позволяет решать практические задачи обеспечения функциональной надежности, оценивать альтернативные варианты ИС как с точки зрения удовлетворенности заказчика предполагаемыми результатами проекта, так и с точки зрения исполнителей ходом реализации проекта при ограничениях на бюджет и длительность реализации проекта.

Полученные результаты прошли практическую апробацию, подтвержденную актами об их внедрении и использовании в ряде организаций и учреждений.

В частности, выявление факторов функциональной надежности ИС при формировании единого информационного пространства компании позволило сократить количество отказов в локальных ИС более чем в три раза, также среднее время восстановления уменьшилось на 60 %, а коэффициент готовности возрос с

87,8 % до 98,4 %, что свидетельствует о повышении функциональной надежности ИС, используемых в компании.

Внедрение методики формальной оценки возможности реализации проекта, позволяющей оценить на предпроектной стадии предполагаемую удовлетворенность заказчика результатами проекта, а исполнителей – ходом реализации проекта в зависимости от бюджета и ограничений на длительность реализации проекта позволило получить экономический эффект за счет сокращения сроков предпроектной стадии (более 10 %).

Внедрение методики и программного обеспечения для анализа моделей проектируемых компонентов ИС по критериям функциональной надежности позволило избавиться от трудоемкого и затратного по времени процесса ручного построения структурных моделей отказов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов

Результаты представленной работы рекомендуются к использованию на предпроектных стадиях при решении комплексов задач обеспечения функциональной надежности в организациях, выполняющих проектирование, интеграцию, внедрение и эксплуатацию сложных ИС и программных приложений:

- в компаниях-разработчиках ИС и программного обеспечения, проектных офисах, в частности в компании «Газпромнефть-Цифровые решения»;
- в компаниях системных интеграторах и ИТ-подразделениях организаций, заинтересованных в повышении функциональной надежности ИС, в частности, в НПП «Полигон» в г. Уфа;
- в промышленных компаниях при управлении портфелями ИС, проведении предпроектных обследований, обосновании требований к функциональной надежности, в частности, в «Лукойл-Центрнефтепродукт» в г. Москва;
- при реализации проектов, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС образовательных организаций, в учебном процессе в курсах по управлению программными проектами и при проведении научно-исследовательских работ по тематике создания цифровых двойников в Уфимском университете науки и технологий.

Соответствие паспорту научной специальности

Содержание и результаты проведенных исследований в диссертации «Методологические основы обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии» соответствуют следующим

пунктам паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

– п. 1. Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

– п. 2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

– п. 3. Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

– п. 11. Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов.

– п. 13. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации, в том числе на основе статистических показателей.

– п. 16. Методология статистического обеспечения управления развитием сложных систем.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе представлены системные принципы и подходы, составляющие основу решения задач, обеспечивающих достижение цели диссертационной работы. Было бы целесообразно выполнить картирование, уточняющее отношение задач диссертационной работы, с одной стороны, и системных принципов и подходов – с другой.

2. В первом пункте концептуальной основы исследований выделена значимость функциональной надежности информационных систем при решении задач сетецентрического управления. Сетецентрическое управление упоминается также, например, в четвертой главе диссертации. Однако в составе системных принципов не определено содержание принципов сетецентрического управления.

3. Текстуально оборот «...результаты обработки исторических данных (включая метрические характеристик) ...» является неудачным. Во-первых, требуются уточнения, о каких исторических данных и метрических характеристиках, с точки зрения функциональной надежности информационных систем, идет речь. Во-вторых, сами метрические характеристики уже являются результатом обработки данных и сведений.

4. Во второй главе представлена модифицированная известная V-модель жизненного цикла, компонентами которой являются известные модели «Дом качества» (HoQ). На наш взгляд, представлено недостаточно сведений о том,

какими новыми свойствами и потенциальность, по отношению к упомянутым известным моделям, обладает их системная интеграция.

5. В третьей главе было бы желательно представить более развернутое обоснование использования системных архетипов как методической основы построения структурных моделей обеспечения функциональной надежности информационных систем.

6. В четвертой главе представлен метод, позволяющий сформировать таблицу величин в случае, когда случайные величины являются взаимосвязанными по смыслу, однако выборочные данные по каждой из них формируются в разных условиях. Разработка такого метода, на наш взгляд, имеет важное значение с точки зрения управления функциональной надежностью информационных систем, поскольку ориентирован на обеспечение возможности совместного использования данных, полученных при альфа- и бета- тестировании. Судя по сведениям, представленным в диссертации, метод является полностью формализованным, что позволяет реализовать на его основе специализированный программный продукт. Однако в тексте диссертации метод описан в общем виде, не представлено достаточных детальных сведений. Также было бы желательно представить рекомендации по сбору и организации хранения данных тестирования.

7. В четвертой главе желается ссылка на принцип объективности, содержание которого не раскрыто во второй главе при обосновании концептуальной основы обеспечения функциональной надежности.

8. В пятой главе недостаточно обосновано использование коэффициентов корреляции в качестве индикаторов степени схожести точек зрения неоднородных акторов. На каком основании делается заключение, что схожесть точек зрения может быть представлена линейной зависимостью? Также не обосновано, что имеет место многомерное нормальное распределение случайных величин (т.е. схожести точек зрения).

Отмеченные замечания не снижают значимости полученных в диссертационном исследовании научных результатов.

Заключение

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертация Бежаевой Оксаны Яковлевны является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-практическая проблема, заключающаяся в создании методологических основ обеспечения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии в виде комплекса принципов, подходов, методов, системных, структурных и математико-статистических моделей и реализованных на их основе

инструментальных средств, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор – Бежаева Оксана Яковлевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв рассмотрен и утвержден на совместном заседании кафедр «Автоматика и телемеханика» и «Оборудование и автоматизация химических производств» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 17 ноября 2025 г., протокол № 7.

Отзыв составили:

заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
д.т.н., профессор



Южаков Александр Анатольевич
18.11.2025

заведующий кафедрой
«Оборудование и автоматизация
химических производств»
д.т.н., доцент



Мошев Евгений Рудольфович
18.11.2025

Сведения о составителях отзыва:

Южаков Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор.
Защитил докторскую диссертацию в 1998 году по специальности 05.11.16 – Информационные измерительные системы. Ученое звание профессора получил в 1999 году по кафедре «Автоматика и телемеханика».
Должность: заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика».
Контактный телефон: +7 (342) 239-18-16, e-mail: uz@at.pstu.ru

Мошев Евгений Рудольфович, доктор технических наук, доцент.
Защитил докторскую диссертацию в 2018 году по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации. Ученое звание доцента получил в 1996 году по кафедре «Машины и аппараты производственных процессов».

Должность: заведующий кафедрой «Оборудование и автоматизация химических производств».

Контактный телефон: +7 (342) 239-15-06, e-mail: erm@pstu.ru

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

<https://pstu.ru>, телефон: +7 (342) 219-80-67, e-mail: rector@pstu.ru