

**Отзыв**

официального оппонента на диссертационную работу

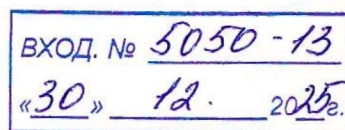
**Бежаевой Оксаны Яковлевны**

«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 диссертации.** Стремительная цифровизация современного постиндустриального общества выдвигает в число приоритетных проблем функциональную надежность информационных систем (ИС). К настоящему времени получили значительное развитие теория и технологии реализации ИС на основе готовых технических заданий. Последствиями ошибок, допускаемых при разработке технических заданий, является недостаточная функциональная надежность ИС, что, в свою очередь приводит к существенному увеличению затрат на стадиях сопровождения и эксплуатации ИС.

Ошибки, допускаемые на предпроектной стадии и являющиеся причиной отказов на стадии эксплуатации, имеющих наиболее тяжелые последствия, в значительной степени обусловлены недостаточной разработанностью методологических основ выполнения совокупности работ, направленных на формирование приемлемого для всех правообладателей внешнего облика ИС, включая процедуры анализа, согласования и обоснования концептуальных и проектных решений, в том числе связанных с обеспечением функциональной надежности.

Таким образом, разработка методологических основ обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии является важной и



актуальной задачей системной и программной инженерии, поэтому актуальность тематики диссертационного исследования не вызывает сомнений.

**Анализ содержания диссертации.** Диссертация состоит из 318 страниц печатного текста. Включает введение, шесть глав, заключение, список литературы из 216 источников и трех приложений.

**Во введении** приводятся обоснование актуальности проблематики обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, а также формулировки цели и задач работы. Здесь же приводятся результаты и основные защищаемые положения, а также дается оценка научной новизны и практического применения разработанных подходов.

**Первая глава** посвящена анализу проблемной ситуации обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии. По результатам проведенного анализа показано, что, несмотря на критическую важность предпроектной стадии для успешной реализации проекта, к настоящему времени недостаточно разработаны теоретические основы, методическое и инструментальное обеспечения формирования сбалансированных свойств предполагаемых ИС, включая обеспечение функциональной надежности.

Исходя из выполненного анализа, формулируется цель работы - решение актуальной научно-практической проблемы, заключающейся в создании методологических основ обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии в виде комплекса принципов, подходов, методов, системных, структурных и математико-статистических моделей и реализованных на их основе инструментальных средств.

**Во второй главе** приводятся общие и частные системные научные принципы и подходы, составляющие методологическую базу диссертационной работы. В рамках системного подхода разработаны концептуальные основы исследований, основанные на видении функциональной надежности ИС в качестве самостоятельного направления исследований. На основе положений эвергетики и системной интеграции *V*-модели жизненного цикла и подхода *QFD* разработаны новые системные модели предпроектной стадии.

**Третья глава** посвящена формированию моделей факторов, влияющих на функциональную надёжность ИС на предпроектной стадии. Предложен комплекс структурных, контурных и динамических моделей проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надёжности ИС на данном этапе, построенных с использованием аппарата системных архетипов. Существенное внимание уделено разноаспектному исследованию ошибок разной природы, допускаемых на предпроектной стадии.

**Четвертая глава** посвящена вопросам методического обеспечения функциональной надёжности ИС на предпроектной стадии. Представлены: метод построения многомерных регрессионных зависимостей на основе совместного использования измерительных данных и экспертных оценок; метод оценки функциональной надёжности информационных сервисов с учетом субъективных оценок пользователей, основанный на концепции профилей; метод структурного моделирования последствий отказов функциональных компонент. С целью разноаспектного анализа функциональной надёжности ИС на предпроектной стадии предложена схема анализа событий в рамках диверсионного анализа (Anticipatory Failure Determination-AFD).

**Пятая глава** посвящена разработке моделей для определения базовых характеристик проекта ИС как многосвязного объекта управления на основе исторических данных о реализованных проектах. Рассматриваются вопросы оценки бюджета проекта по критериям удовлетворённости правообладателей, а также вопросы построения на основе системных архетипов контурных моделей проблемных ситуаций, возникающих при реализации проектов. Предложен формальный подход к оценке конвергенции мнений правообладателей в ходе дискурса относительно внешнего облика ИС. В качестве инструмента для такой оценки на предпроектной стадии используются системные архетипы, модель «Дом качества», в качестве метрических характеристик степени согласованности мнений правообладателей используются парные; парциальные и множественные коэффициенты корреляции, вычисляемые на основе ранжирования свойств ИС разными акторами.

**Шестая глава** содержит результаты решения практических задач обеспечения функциональной надежности ИС, основанных на новых научных результатах, полученных при выполнении диссертационных исследований. В ней изложены:

- результаты выявления факторов, определяющих функциональную надежность ИС при формировании единого информационного пространства крупных компании;

- методика формальной оценки возможности реализации проекта ИС с желаемыми потребительскими свойствами в условиях предлагаемых ограничений на сроки и бюджет проекта;

- методика и прототип программного обеспечения для анализа моделей проектируемых компонентов ИС по критериям функциональной надежности.

**В заключении** резюмируются основные результаты, подтверждается выполнение всех задач и достижение цели исследования.

**Научная новизна диссертации.** Научной новизной обладают следующие результаты диссертации:

1. Методология обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, основанная на интеграции системного, архитектурного, динамического и других общенаучных подходов и принципов, отличается тем, что объединяет в себе реактивный и проактивный подходы к обеспечению функциональной надежности ИС и позволяет исследовать структуры проблемных ситуаций, связанных с обеспечением функциональной надежности ИС на предпроектной стадии.

2. Совокупность системных моделей предпроектной стадии, основанных на системном сочетании положений эвергетики, *V*-модели жизненного цикла и модели «Дом качества» - *HoQ*, применительно к задачам обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, отличается тем, что является основой для выработки консолидированного мнения неоднородных акторов относительно внешнего облика ИС, а также позволяет в единой форме

представить преобразования дефектов при переходах на разные стадии жизненного цикла 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, отличаются тем, что системные архетипы представляются совокупностью моделей, весовые характеристики которых определяются математическими методами, что позволяет перейти от качественного описания ситуаций к моделям, позволяющим получить количественные оценки отдельных ситуаций.

4. Комплекс методов обеспечения функциональной надежности ИС на предпроектной стадии, включая:

- метод построения многомерных зависимостей, отличающийся от известных тем, что исходные данные, соответствующие разным компонентам векторов независимой и зависимой переменных, представляются либо в виде результатов измерений, либо в виде разных по форме экспертных оценок;

- метод оценки состояния функциональной надежности информационных сервисов с учетом субъективных оценок пользователей, основанный на концепции профилей, отличается от существующих тем, что позволяет получать метрические оценки надежности информационных сервисов на основе совокупного использования как измерительных данных, так и субъективных оценок пользователей;

- метод структурного моделирования последствий отказов функциональных компонент ИС, отличается от известных методов совместным использованием аппарата схем сопряжения и таблиц истинности.

5. Модель проекта как многосвязного объекта управления, отличается от известных тем, что основана на одновременном использовании как исторических данных о ранее реализованных проектах, представленных как 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, модель «Дом качества» и коэффициентов корреляции.

**Теоретическая значимость полученных результатов.** Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии теоретических основ, 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 полученных результатов.** 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. Полученные результаты прошли практическую апробацию, подтвержденную актами об их внедрении. Разработанные методики и программные средства, внедрены в промышленных компаниях («Лукойл- Центрнефтепродукт», Научно-производственном предприятии «Полигон», Инжиниринговой компании «НПФ ЭИТЭК», в компании «Газпромнефть – Цифровые решения»), а также в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», что подтверждает практическую значимость работы.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.** В диссертации последовательно рассмотрены все ключевые этапы

исследования: формирование системных принципов и подходов, постановка задач исследований, разработка соответствующих задачам моделей и методов, разработка на основе новых теоретических результатов методик, программных продуктов, а также выявление эффектов от их использования при решении практических задач в крупных государственных и коммерческих организациях.

Достоверность полученных результатов и выводов основана на:

- корректном применении общепринятых научных подходов и положений;
- теоретическом обосновании и исследовании посредством вычислительных экспериментов новых моделей и методов;
- апробацией посредством докладов на профильных международных и российских научных-технических конференциях;
- публикацией результатов в ведущих рецензируемых научных изданиях, а также актами внедрения.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 40 печатных работах: в том числе 16 статей в рецензируемых печатных изданиях из перечня, утвержденного ВАК (10 изданий - К1, 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.

### **Замечания и вопросы по диссертации**

1. В первой главе приведен подробный обзор существующих методов исследования функциональной надежности, по итогам которого сделан вывод о том, что в них преобладает реактивный подход. При этом, не обосновано почему реактивный подход не способен обеспечить требуемый уровень функциональной надежности ИС.

2. В работе на стр. 60 рассмотрены только критерии сложности в контексте обеспечения функциональной надежности. При этом не указано как данные критерии оценивать или рассчитывать. В тексте диссертации используются и другие критерии в контексте функциональной надежности, но не приводится их единое системное представление.

3. На стр. 120 ведется речь о взаимном влиянии факторов, однако, не определен характер этого влияния.

4. Параграф 3.4. называется «Динамические модели проблемных ситуаций на основе системных архетипов», но при этом рассмотрен только один архетип «Пределы роста».

5. На стр. 136 упоминается термин «эмпирические дескриптивные модели безынерционных объектов». При этом не понятно какое отношение этот термин имеет к сути работы.

6. В разделе 6.1. приведен пример решения практической задачи выявления факторов функциональной надежности ИС при формировании единого информационного пространства Инжиниринговой компании НПФ ЭИТЭК, при этом явно не указана связь с теоретическими результатами, полученными в предыдущих разделах.

7. В тексте диссертации и на стр. 10 автореферате отмечается, что «...фокусом методологии является выделение общих свойств ИС со сложными системами, что служит основанием для научно-обоснованной адаптации известных в теории систем подходов управления надежностью в область функциональной надежности ИС...». Далее, в том числе на стр.11 автореферата отмечается, что «...ИС представляет собой разновидность сложных субъектоцентрических систем. Это обстоятельство служит основанием для научно-обоснованной адаптации известных подходов к модельному описанию проблемных ситуаций, возникающих при управлении сложными системами разной природы в область обеспечения функциональной надежности ИС...». Требуются пояснения, в чем, с точки зрения автора диссертации, отличие понятия «сложная система» от понятия «сложная субъектоцентрическая система».

Отмеченные недостатки не затрагивают сущности научных положений, выносимых на защиту, и не влияют на общую оценку работы, которая, несомненно, положительна.

## Заключение

Диссертационная работа Бежаевой О.Я. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, написана на актуальную тему, выполнена на высоком научном уровне, отличается научной новизной и практической значимостью, выполнена на высоком научно-техническом уровне. Автором в диссертации сформулирована и решена 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.

Полученные диссертантом результаты совершенствуют теоретическую, методическую и инструментальную базу повышения функциональной надежности информационных систем на предпроектной стадии, и являются вкладом в развитие системной и программной инженерии, что важно с точки зрения обеспечения технологического лидерства Российской Федерации в цифровой сфере.

Результаты работы достаточно полно представлены в публикациях автора. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика: пункты 1, 2, 3, 11, 13, 16.

Диссертация Бежаевой Оксаны Яковлевны удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.13 №842 (редакция от 16.10.2024), предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Я, Сычугов Алексей Алексеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,  
 доктор технических наук, директор  
 института прикладной математики и  
 компьютерных наук, заведующий  
 кафедрой информационной  
 безопасности  
 Федерального государственного  
 бюджетного образовательного  
 учреждения высшего образования  
 «Тульский государственный  
 университет»  
 300012, Тульская область, г. Тула,  
 проспект Ленина, д. 92  
 Тел.  
 e-mail: xru2003@list.ru

Сычугов Алексей Алексеевич

«29» 12 2025

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук  
 защищена в 2021 году по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление  
 и обработка информации

Подпись Сычугова Алексея Алексеевича заверяю

