

## **Отзыв официального оппонента**

**доктора технических наук Бочарова Никиты Алексеевича**

на диссертацию Нистратова Андрея Андреевича на тему «Программные, технологические и методические решения для упреждающего управления рисками в приложениях системной инженерии» по специальности 2.3.5 - Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук

### **Актуальность темы исследования**

Несмотря на то, что значительная часть процессов жизненного цикла систем различного функционального назначения сегодня стандартизована и формализована в национальных стандартах системной инженерии, в России по-прежнему отсутствует доступный и массово применимый программно-технологический сервис, позволяющий выполнять математическое моделирование систем и типовых процессов в объеме, достаточном для поддержки принятия решений. В результате практический потенциал вероятностного прогнозирования рисков, как инструмента обеспечения эффективного функционирования и развития систем в условиях природных, техногенных и социальных угроз, используется ограниченно. Тем самым сохраняется существенное методологическое противоречие между объективной потребностью в упреждающем управлении рисками в приложениях системной инженерии и реальными программными и технологическими возможностями внедрения и практического применения результатов прогнозирования в управленческих контурах. Указанное противоречие и определяет актуальность темы диссертационного исследования.

### **Достоверность и новизна результатов диссертации**

Диссертация посвящена решению важной научной проблемы разработки математического обеспечения, программных, технологических и методических решений для вычислительных сетей (ВС) и компьютерных сетей (КС), ориентированных на прогнозирование и упреждающее управление рисками в приложениях системной инженерии. Целью исследований является обоснование рациональных способов снижения и удержания рисков в допустимых пределах на стадиях жизненного цикла систем различного функционального назначения в условиях реальных и гипотетических вызовов и угроз на основе применения предлагаемых новых научно обоснованных программных, технологических и методических решений.

Проведенные исследования охватывают вопросы научного обоснования, разработки и применения моделей и типовых технологических решений для риск-ориентированного подхода, применимого на всех этапах жизненного цикла систем. Основными результатами исследований являются научно обоснованные программные, технологические и методические решения для вероятностного прогнозирования и упреждающего управления системными рисками с использованием ВС и КС.

Научная новизна полученных результатов определяется:

- научно обоснованными усовершенствованиями в математическом обеспечении, реализованными в программных решениях в интересах широкого применения моделирования в области системной инженерии. Для этого сформулированы и доказаны четыре новые теоремы - Теорема 1 о существовании и сходимости прогнозных значений рисков, учитывающих различия во временах диагностики и восстановления целостности, Теорема 2 об условиях существования прогнозной нижней оценки среднего остаточного времени на принятие упреждающих мер в недопущение возможного нарушения нормативного диапазона для значений критичного параметра мониторируемого объекта и Следствие из нее, Теорема 3 о среднем остаточном времени до нарушения нормативного диапазона для значений критичного параметра мониторируемого объекта при своевременном принятии упреждающих мер противодействия угрозам, Теорема 4 о среднем остаточном времени до нарушения целостности сложной системы при своевременном принятии упреждающих мер противодействия угрозам. Внедрена универсальная вспомогательная модель показателей для извлечения знаний из процесса мониторинга данных;

- научно обоснованными (с использованием Теорем 1-4) программными и технологическими решениями для ВС и КС, обеспечивающими интеграцию существующих и усовершенствованных системных моделей, создание и ведение прототипа базы знаний моделирования. На этой основе обеспечено расширение аналитических возможностей по прогнозированию и упреждающему управлению рисками в жизненном цикле систем различного функционального назначения;

- методическими решениями типовых задач системной инженерии с использованием разработанных программных и технологических решений для достижения прагматических эффектов на основе упреждающего управления рисками, снижения и удержания рисков в допустимых пределах.

Достоверность полученных результатов является следствием корректного применения методов теории вероятностей, теории информационно-телекоммуникационных систем и сетей, методов удаленного мониторинга состояний объектов, сбора, обработки и хранения информации, методов разработки архитектур и программной инфраструктуры, построения систем управления базами данных и знаний, методов создания человеко-машинных интерфейсов. Качество разработанных в диссертации программных, технологических и методических решений подтверждено в ходе выполнения ряда НИОКР, проиллюстрировано на практических примерах.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, детализированы на уровне:

решений по программной инфраструктуре глобально распределенного прогнозирования рисков и моделированию процессов;

комплекса программ моделирования систем для прогнозирования рисков,

выявления угроз, анализа альтернатив и обоснования системных требований к характеристикам процессов;

прототипа базы знаний для подготовки исходных данных моделирования и поддержки принятия аналитических решений на стадиях жизненного цикла систем;

технологических решений по интеграции моделей и созданных комплексов программ.

Созданный автором прототип технологии поддержки риск-ориентированной системной инженерии для ВС и КС обеспечивает упреждающее выявление «узких мест» и определение рациональных способов снижения и удержания рисков в допустимых пределах в условиях реальных и гипотетических вызовов и угроз. Методические решения для пользователей ВС и КС включают комплекс типовых методик, обеспечивающих применение созданного прототипа в конкретных приложениях.

Работоспособность программных, технологических и методических решений проиллюстрирована на многочисленных примерах широкого круга их приложений, в т.ч. применительно к опасному производству в топливно-энергетическом комплексе и угольной отрасли, к системам хранения зерна и фармацевтической промышленности и др. Кроме того, продемонстрирована способность расширения аналитических возможностей созданного прототипа технологии поддержки риск-ориентированной системной инженерии путем добавления других моделей, в частности – добавления созданной ранее вероятностной модели для оценки рисков невыявления некорректностей в машинном дообучении систем искусственного интеллекта в условиях актуальных угроз подмены моделей обучения и их модификации путем искажения обучающих данных. Все это призвано проиллюстрировать возможности широкого применения результатов диссертации.

Обоснованность сформулированных в диссертации выводов и рекомендаций базируется на использовании проверяемых данных, фактов и статистической информации о системных процессах контроля, мониторинга и восстановления нарушаемой целостности с обоснованием подбора объектов анализа. Получаемые результаты моделирования логически непротиворечивы и согласуются с опытными и статистическими данными в различных областях приложений, включая результаты сравнения с проведенными исследованиями других ученых, в частности, в сравнении с результатами специализированных исследований ВНИИ Зерна по срокам сохранения качества хранимого зерна.

### **Ценность для науки и практики результатов работы**

Ценность для науки и практики результатов диссертационной работы состоит в том, что основные положения по моделированию систем, прогнозированию и упреждающему управлению рисками реализованы в десятках национальных стандартов по информационным технологиям, системной и программной инженерии, в т.ч. для систем дистанционного контроля опасных производственных объектов угольных шахт (ГОСТ Р 58494-2019). Это подтверждено актами о внедрении от национального технического комитета по стандартизации ТК 22 «Информационные технологии» и ФБУ НТЦ

«Энергобезопасность», выступавшими как от лица заказчика, так и со разработчика стандартов. Усовершенствованные базовые модели и методы, программные, технологические и методические решения внедрены в учебный процесс кафедры АСУ факультета автоматики и вычислительной техники РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, используются в читаемом авторском курсе по системной инженерии и при проведении лабораторных занятий.

Практическая ценность результатов работы подтверждена использованием программных, технологических и методических решений при выполнении работ по созданию и эксплуатации программного прототипа подсистемы поддержки принятия решений по управлению рисками в рамках системы дистанционного контроля промышленной безопасности на угольных шахтах.

Изложенные новые научно обоснованные программные и технологические решения для ВС и КС обеспечивают интеграцию существующих и усовершенствованных базовых моделей, создание и ведение прототипа базы знаний для моделирования систем различного функционального назначения (в т.ч. на основе многих десятков расчетных примеров применительно к различным прикладным областям). За счет этого обеспечено расширение аналитических возможностей по прогнозированию и упреждающему управлению рисками в приложениях системной инженерии.

#### **Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

Основные положения диссертационных исследований отражены в 80 научных публикациях (11 – без соавторов), включая в качестве соавтора в 4 монографиях, изданных в России и за рубежом. 20 публикаций представлены в журналах из Перечня ВАК (в т.ч. уровня К1 - 4, К2 – 10 публикаций). 28 статей опубликовано в зарубежных изданиях, цитируемых в международных базах данных, более половины из которых – в базах данных Scopus, Web of Science. 20 работ опубликованы в материалах отечественных и международных конференций. Имеется 13 свидетельств Роспатента на программы для ЭВМ (в т.ч. 4 – без соавторов).

#### **Автореферат раскрывает основное содержание диссертации.**

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Предложенная в разделах 2 и 3 диссертации программно-технологическая поддержка риск-ориентированной системной инженерии для решения практических задач описана на уровне созданных комплексов программ и прототипа применительно ко множеству усовершенствованных вероятностных моделей и десятков национальных стандартов (например, ГОСТ Р 59329 – ГОСТ Р 59357 и др.). Продемонстрированы возможности подключения и применения некоторых других вероятностных моделей. Все это само по себе, несомненно, методологически и практически ценно. Вместе с тем, как правило, всегда существует специфика систем. Учет специфики большинства реальных прикладных систем требует на практике более разносторонней системной проработки, касающейся, например, поиска возможностей используемых

вычислительных систем для требуемого функционирования в режиме реального времени, масштабирования предлагаемых решений на различные мета-уровни принятия решений, наличия архитектурных особенностей компьютерных сетей, ограничений, связанных с техническим оснащением пользователей и обеспечением требований информационной безопасности. Описанию учета этих специфических аспектов в предлагаемых программных решениях следовало бы уделить более глубокое внимание, хотя бы на уровне ссылок на существующие проработки других авторов.

2. В диссертации изложены лишь укрупненные алгоритмы технологических решений. Однако, для сложных систем мониторинг может охватывать в совокупности десятки-сотни разнотипных объектов, в каждом из которых могут быть десятки-сотни и более отслеживаемых параметров. В этих условиях в целях повышения системной производительности для моделирования составных элементов вполне логично может быть применена параллельная обработка мониторируемых данных с использованием многопроцессорных вычислительных систем. Тем более, что предложенные технологические решения применительно к составным элементам сложных систем вполне позволяют необходимое распараллеливание. Это могло бы существенно ускорить прогнозирование и упреждающее управление рисками в режиме реального времени функционирования анализируемых систем (например, систем мониторинга и обеспечения промышленной безопасности). Однако, в диссертации какие-либо технологические решения в этом направлении рассматривались очень фрагментарно, ссылки и комментарии к имеющим место подходам для распараллеливания процессов обработки данных отсутствуют.

3. В качестве базовых приняты допущения о пуассоновских потоках моментов возникновения событий, экспоненциальном распределении времени развития угроз и независимости событий. В ряде реальных приложений (в т.ч. техногенные, киберриски, организационные риски) эти предположения часто нарушаются: наблюдается сезонность, самовозбуждение событий, «тяжёлые хвосты», коррелированность причин и каскадные эффекты. В работе не приведены критерии выбора именно этих распределений для конкретных классов систем и не выполнена верификация допущений по данным (хотя бы на уровне проверки согласованности и устойчивости результатов). Это снижает убедительность заявляемой универсальности моделей и требует явного описания области корректного применения.

### **Заключение**

Приведенные в отзыве замечания носят, в основном, уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Диссертация Нистратова А.А., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, обладает внутренним единством, научной новизной, теоретической и практической значимостью и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные программные, технологические и методические решения для упреждающего управления рисками в приложениях системной инженерии, доведенные до уровня

прототипов и подтвержденные внедрением, которое вносит значительный вклад в развитие процессов цифровой трансформации в различных отраслях народного хозяйства.

Тема диссертации и область исследований соответствуют специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Количество и содержание публикаций соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Автореферат корректно отражает содержание диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Нистратова А.А. удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор — Нистратов Андрей Андреевич — заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.5.

Официальный оппонент:  
Доктор технических наук  
заместитель руководителя управления -  
главный научный сотрудник ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»



Н.А. Бочаров  
22.02.2026



Докторская диссертация на спецтему по специальности 2.3.5 «Управление и обработка информации, статистика» защищена

в 2025 году.

Даю согласие на обработку персональных данных.

Адрес места работы: 119334, Москва, ул. Вавилова, д. 24.  
Рабочий телефон: 8 (495) 135 53 36  
Адрес эл. почты: bocharov\_n@incum.ru