

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Сычугова Алексея 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

Происходящие в мире научно-технические изменения, существенное усложнение систем, целенаправленная интеллектуализация систем, переход промышленности на принципы и технологии индустрии 4.0 (с «умными» фабриками, киберфизическими системами, цифровыми двойниками и цепочками взаимодействующих инструментов и процессов), накопление и использование знаний для повышения качества и оптимизации управления предприятиями, проектами и системами и др. в условиях разнородных природных, техногенных и социальных угроз неминуемо ведёт к рискам возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Для повышения безопасности и эффективности систем, предсказуемости и устойчивости их функционирования необходимо обеспечивать упреждающее управление рисками для чего широко используется системная инженерия, методы которой позволяют рациональным образом строить и эффективно эксплуатировать различные искусственно создаваемые системы

Место системной инженерии везде, где возникает потребность в решении задач системного анализа и оптимизации, а также поиске и исследованиях новых практических идей и возможностей. В настоящее время существуют множество моделей, связанных с оценкой качества и безопасности функционирования систем, при этом многие из них оказываются трудно адаптируемыми для вероятностного прогнозирования и упреждающего управления рисками. В результате отсутствуют инструменты и методики для выявления скрытых закономерностей и возможностей в функционировании систем с использованием накапливаемой оперативной информации и, как следствие, наблюдается разрыв между объективными потребностями в упреждающем управлении рисками в приложениях системной инженерии и существующими программными и технологическими возможностями.

Учитывая сказанное, тематика исследований, посвященных разработке доступных и широко применимых математических моделей, программных, технологических и методических решений для упреждающего управления рисками в приложениях системной инженерии бесспорно является актуальной.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность полученных результатов базируется на корректном использовании методов теории вероятностей, методов системной и программной инженерии, методов информационно-телекоммуникационного мониторинга состояний объектов, сбора, обработки и хранения информации, методов разработки программной инфраструктуры, построения систем управления базами данных и знаний, методов создания человеко-машинных интерфейсов. Практичность разработанных в диссертации программных, технологических и методических решений подтверждена в ходе выполнения ряда НИОКР, применения проиллюстрированы многочисленными примерами.

Диссертационное исследование направлено на 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 для вычислительных систем (ВС) и компьютерных сетей (КС).

Предложенные в диссертации новые научно обоснованные программные и технологические решения для ВС и КС охватывают: решения по программной инфраструктуре глобально распределенного прогнозирования рисков и моделированию процессов; комплексы программ моделирования систем для прогнозирования рисков, выявления угроз, анализа альтернатив и обоснования системных требований к характеристикам процессов; прототип базы знаний для подготовки исходных данных моделирования и поддержки принятия аналитических решений на стадиях жизненного цикла систем; технологические решения по интеграции моделей и созданных комплексов программ. На этой основе достигается расширение аналитических возможностей по прогнозированию и упреждающему управлению рисками с использованием ВС и КС, в т.ч. для систем, функционирующих в режиме реального времени.

Предложенные новые методические решения задач системной инженерии позволяют в отличие от существующих подходов стандартизованным способом широко применять с использованием ВС и КС усовершенствованные вероятностные модели и разработанные программные и технологические решения, интерпретировать результаты прогнозирования рисков, извлекать в условиях разнородных неопределенностей знания о достижимых прагматических эффектах и обосновывать рекомендации по упреждающему управлению рисками, снижению и удержанию рисков в допустимых пределах.

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

Теоретическую обоснованность научных положений работы определяют сформулированные и доказанные четыре теоремы, ориентированные на прогнозирование и упреждающее управление рисками в сложных системах, расширяющие границы применимости существующих базовых моделей за счет учета различий в длительностях диагностики и восстановления нарушаемой целостности элементов системы, создающие дополнительные знания по остаточному времени на реагирование для мониторируемых объектов, обеспечивающие повышение адекватности вероятностного моделирования с использованием математического и программного обеспечения ВС и КС.

Для обеспечения обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации разработаны решения по программной инфраструктуре глобально распределенного прогнозирования рисков и моделированию процессов, создан комплекс программ моделирования систем для прогнозирования рисков, выявления угроз, анализа альтернатив и обоснования системных требований к характеристикам процессов, создан прототип базы знаний для подготовки исходных данных моделирования и поддержки принятия аналитических решений на стадиях жизненного цикла систем, проработаны технологические решения по интеграции моделей и созданных комплексов программ.

Работоспособность программных, технологических и методических решений продемонстрирована в диссертации на примерах, в частности - на исследованиях функционирования угольной шахты, включая моделирование многомодального взаимодействия социокиберфизических систем в жизненном цикле обогатительной

фабрики в угольной отрасли для изыскания путей усовершенствования (первооружения) системы вентиляции, аспирации и пылеподавления.

Ценность для науки и практики результатов работы

Ценность результатов диссертации для науки заключается в совершенствовании математического обеспечения в интересах широкого применения моделирования в области системной инженерии, в частности, сформулированы и доказаны 4 теоремы, позволившие сформировать базовые модели математического обеспечения для анализа системных элементов, сложных систем и процессов в интересах широкого применения моделирования в области системной инженерии. Обосновано применение ряда показателей, одинаково свойственных для любого рода систем. Разработаны типовая методика прогнозирования рисков нарушения целостности моделируемой системы, представимой в виде «черного ящика», и типовая методика прогнозирования рисков нарушения целостности сложной моделируемой системы, применимые в жизненном цикле систем различного назначения.

Ценность результатов диссертации для практики широко проиллюстрирована с помощью применения разработанных программных, технологических и методических решений для ВС и КС и интерпретации получаемых результатов прогнозирования рисков. Так, исследования в приложении к сопровождаемым цифровым двойникам на примере фрагментов магистральной трубопроводной сети обеспечили прослеживаемость и аналитическую зависимость прогнозных рисков от влияющих факторов. Это открыло важные прагматические возможности для системного обоснования и дополнения технических мер, востребуемых по итогам регулярного диагностирования объекта, и обеспечило повышение безопасности его эксплуатации в условиях природных, технических, экономических и иных ограничений. За счет использования возможностей созданного прототипа технологии поддержки риск-ориентированной системной инженерии проведение расчетов стало возможно не только за автоматизированным рабочим местом ВС в стационарных условиях, но и в полевых условиях, где возможно подключение к компьютерной сети.

Во всех многочисленных рассмотренных случаях установлена близость полученных результатов с результатами применения методов оценки надежности и безопасности функционирования различного рода систем, полученных из независимых источников.

Разностороннее использование возможностей созданного прототипа технологии поддержки риск-ориентированной системной инженерии продемонстрировано на решении вопросов удержания в допустимых пределах рисков разрушения бизнеса применительно к фармацевтическому предприятию на этапах его проектирования и эксплуатации.

Несомненная ценность результатов диссертационной работы для науки и практики подтверждена их авторской реализацией в 19 национальных стандартах по информационным технологиям, системной и программной инженерии, что подтверждено актами о внедрении. При этом важно, что автором уже несколько лет читается курс по системной инженерии и ведутся лабораторные занятия с магистрантами на кафедре АСУ факультета автоматизации и вычислительной техники РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

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. Особенно имеет смысл отметить, что материалы диссертационных исследований широко представлены в монографии «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технологические аспекты. Тематический блок «Национальная безопасность». Системная инженерия в проблемах национальной безопасности», изданной в 2025 г. под научным руководством член-корр. РАН Махутова Н.А. – авторских более 100 страниц из 904 страниц всей монографии.

В журналах из Перечня ВАК опубликовано 20 статей (в т.ч. уровня К1 - 4, К2 – 10 публикаций). В зарубежных изданиях, цитируемых в международных базах данных (более половины из которых – в базах данных Scopus, Web of Science) опубликовано 28 статей. В материалах отечественных и международных конференций опубликовано 20 работ. Имеют место 13 свидетельств Роспатента на программы для ЭВМ (в т.ч. 4 – без соавторов).

Автореферат раскрывает основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. В подразделе 1.4 диссертации справедливо указано: «...Следует заранее определить меры, направленные на ... восстановление приемлемых условий реализации рассматриваемого процесса в случае определения предпосылок к нарушению или непосредственно следов произошедших нарушений из-за реализации угроз». При этом требование «определения предпосылок к нарушению или непосредственно следов произошедших нарушений из-за реализации угроз» в диссертации формализовано, однако на практике может наталкиваться на некоторые трудности. Признаки предпосылок, как правило, строго не определены, и в этой неопределенности зачастую проходит заметное время (оно может оказаться для системы критичным), прежде чем выявляются ущербы и вскрываются не только пропущенные «предпосылки», но и «следы произошедших нарушений», более того, «следов» может не оказаться вовсе. В этой связи использование предложенной универсальной вспомогательной модели показателя (УВМП) в расчетных методах будет характеризоваться тем, что сами границы нормативных диапазонов («красного», «желтого», «зеленого») будут не постоянными, как это принято в допущениях диссертации, а «плавающими», т.е. окажутся случайными величинами, изменяемыми во времени. Авторские комментарии относительно степени критичности допущения о постоянности границ нормативных диапазонов («красного», «желтого», «зеленого») на период прогноза в диссертации отсутствуют, хотя для некоторых систем, например, систем опасного производства, эти комментарии были бы уместными.

2. В предложенных типовых методиках применения созданного прототипа технологии поддержки риск-ориентированной системной инженерии целесообразно было бы более детально указать, какие именно из разработанных автором программных решений (в т.ч. из зарегистрированных Роспатентом программ для ЭВМ) рекомендовано применять в каких стандартизованных процессах для каких систем и этапов жизненного цикла. Имело бы смысл привести какую-то классификацию анализируемых систем относительно программных возможностей созданного прототипа. Это облегчило бы более широкое применение предложенных методик в жизненном цикле систем, поскольку в диссертации их применимость проиллюстрирована лишь на отдельных примерах, касающихся частных вопросов упреждающего управления рисками, далеко не охватывающих всю палитру приложений системной инженерии и возможностей созданных программно-технологических решений.

Заключение

Приведенные замечания не снижают качество исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация Нистратова А.А., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, обладает внутренним единством, несомненной научной новизной, теоретической и практической значимостью и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные программные, технологические и методические решения, реализованные в рамках созданного прототипа технологии риск-ориентированной системной инженерии. Внедрение полученных в диссертации результатов вносит значительный вклад в развитие процессов цифровой трансформации в различных отраслях народного хозяйства.

Тема диссертации и область исследования 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.

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

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент
директор Института прикладной математики
и компьютерных наук ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»

А.А. Сычугов

Докторская диссертация по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» защищена в 2021 году.

Даю согласие на обработку персональных данных.

Адрес места работы: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92
Рабочий телефон: 8-(4872)-25-79-50
Адрес эл. почты: xru2003@list.ru

