

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и цифровому развитию
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»


П. А. Дроздов
« 06 » 2023 г.


ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Пруса Михаила Юрьевича

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И
ДИНАМИКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РИСКОВ В
СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»

Актуальность для науки и практики

Обеспечение безопасности социотехнических систем, в соответствии с концепцией риск-ориентированного управления, предполагает организацию процессов прогнозирования угроз различного характера на основе идентификации, анализа и оценки совокупности природных, техногенных и

антропогенных рисков. Для развития методов моделирования рисков, возникающих на объектах повышенной сложности, необходимо установление закономерностей развития кризисных ситуаций и закономерностей функционирования систем обеспечения безопасности, а также учет свойств объектов защиты. Современные системы обеспечения комплексной безопасности предполагают интеграцию сил, средств и ресурсов, в связи с чем формирование общих подходов при моделировании рисков становится весьма актуальным.

Актуальность тематики исследования обусловлена его общей направленностью на создание математического инструментария, предназначенного для исследования структуры рисков, а также моделирования развития кризисных сценариев. Реализованные программные комплексы могут быть использованы для управления рисками и оперативного разрешения кризисных ситуаций.

Степень обоснованности научных результатов исследования, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных автором результатов основана на использовании методов теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов, алгебры логики, теории принятия решений, на привлечении методов анализа иерархий и многокритериальной оптимизации. Использование современного математического аппарата позволяет сделать более эффективным моделирование систем безопасности сложных систем за счет разработки численных алгоритмов описания структуры и динамики многокомпонентных рисков с учетом различных сценариев кризисных ситуаций.

Основные теоретические и практические результаты диссертации докладывались, обсуждались и получили поддержку на ряде научных конференций всероссийского и международного уровней, и опубликованы в 36 научных работах, из которых 8 – в изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки России, 3 – в изданиях, включенных в базу данных Scopus, а также патенте на изобретение и свидетельстве о регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность материалов диссертационного исследования

Достоверность полученных результатов подтверждается последовательным применением апробированных математических методов анализа и синтеза, математическими доказательствами лемм, теорем и утверждений, результатами вычислительных экспериментов с применением предложенных моделей и методов и их программных реализаций, внутренней непротиворечивостью выводов и их согласованностью с результатами исследований других авторов.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках проекта № 0707–2020–0034, а также Российского научного фонда (грант № 22–79–10353).

Научная новизна результатов и основных положений диссертационного исследования

Научная новизна исследования состоит в развитии математических методов вероятностного моделирования структуры и динамики многокомпонентных рисков в социотехнических системах, при этом впервые:

- в методе моделирования структуры многокомпонентных рисков с учетом возможных последствий используется матричное представление корреляционных связей между вероятностными характеристиками уязвимости и состояниями объектов защиты, а также корреляции между параметрами рассматриваемых источников угроз и вариантами функционирования защищаемых систем;

- в рамках моделирования процессов риск-ориентированного управления предложены: численный метод определения вероятностных характеристик уязвимости объектов защиты по экспертным оценкам, методика статистического анализа функционирования систем обеспечения безопасности, постановка задачи многокритериальной оптимизации;

- в рамках моделирования эксплуатационных многокомпонентных рисков выявлена корреляция вероятностных характеристик опасных отказов технического оборудования с параметрами процессов деградации, представленной интегральным функционалом от основных эксплуатационных факторов;

- в рамках моделирования каскадных сценариев возникновения и развития кризисных ситуаций описан метод прогнозирования развития критических состояний и получены аналитические решения систем уравнений Колмогорова для нестационарных марковских процессов с ветвящейся структурой.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии математической теории рисков для описания различных сценариев возникновения и формирования их структуры, а также в создании математического аппарата моделирования процессов управления многокомпонентными системами защиты.

Практическая значимость исследования состоит в расширении круга решаемых задач информационно-аналитической поддержки риск-ориентированного управления в социотехнических системах. Построен ряд расчетных моделей и алгоритмов для анализа эффективности распределения ресурсов в системах безопасности. Для модельных технических и природных систем представлены прогнозы динамики кризисных ситуаций. Создан комплекс проблемно-ориентированных программ поддержки управления рисками в социотехнических системах.

Разработанные методы, математические модели и программный комплекс рекомендуется использовать в области обеспечения различных видов безопасности, для имитационного моделирования, прогнозирования и управления природными, техногенными и антропогенными рисками, при проектировании информационно-аналитических систем и программно-аппаратных средств поддержки риск-ориентированного управления и

оперативного реагирования в кризисных ситуациях. Развитые модели и комплексы программ могут быть рекомендованы как элементы образовательных программ по направлениям: «Прикладная математика», «Прикладная информатика», «Техносферная безопасность».

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. В тексте диссертации приведен рис. 1.1. Вероятно, этот рисунок был заимствован из литературных источников, потому что из текста работы неясно, как получены кривые для уровня рисков в различные исторические эпохи. Непонятно, что означают «веера» различных сценариев в конце кривых. В этом случае необходимо указывать литературный источник, из которого заимствован рисунок.
2. В диссертации часто говорится о задачах оптимизации. Однако, в тексте работы нет примера явного вида целевого функционала и математического метода его минимизации. Непонятно какие методы поиска экстремумов (возможен многоэкстремальный функционал) использует автор. Нет анализа структуры функционалов вблизи экстремальных значений.
3. По мнению рецензента стохастические модели – это реализация метода прямого численного моделирования на основе решения систем стохастических обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование в тексте диссертации термина стохастические модели неправомерно. Диссертация больше соответствует стандартным вероятностным подходам.
4. При построении модели абсорбции в фильтрующих элементах (формулы 5.49) предлагаются формулы для концентрации абсорбированных молекул, которые не согласуются с классической теорией абсорбции.
5. В примере, связанных с прогнозом рисков в процессах геодинамики используются поверхностные замыкающие гипотезы, которые не подтверждаются ссылками на специальную литературу.

6. Фактически в диссертационной работе предложено обобщение метода корреляционных матриц и теории цепей Маркова на специфические проблемы, связанные с оценками рисков при техногенных, природных и антропогенных катастрофах. В то же время за рамками диссертационной работы остались важные вопросы, связанные с учетом статистической «памяти» случайных процессов, описываемой временной корреляционной функцией.

В рамках развиваемого автором подхода перечисленные выше замечания не изменяют принципиальных результатов и выводов диссертационной работы. Высказанные замечания не отражаются на общей положительной оценке диссертационной работы.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по следующим пунктам:

– п. 1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений (физико-математические науки)»;

– п. 8 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента».

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Пруса М. Ю., представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит

новое решение актуальной задачи построения математических моделей, аналитических и численных методов исследования многокомпонентных рисков в социотехнических системах. Диссертационная работа имеет прикладное значение при разработке средств информационно-аналитической поддержки риск-ориентированного управления в системах обеспечения безопасности сложных социотехнических систем.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ, а ее автор Михаил Юрьевич Прус заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа рассмотрена на заседании кафедры ФН-2 «Прикладная математика», протокол № 7 от «02» июня 2023 г.

Профессор кафедры
ФН-2 «Прикладная математика»
МГТУ имени Н. Э. Баумана
д. т. н., профессор



И. В. Деревич

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(МГТУ имени Н. Э. Баумана)

Почтовый адрес: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, стр. 1

Тел. (499) 263-63-91, Факс: (499) 267-48-44

E-mail: bauman@bmstu.ru