

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора ТАРАНЦЕВА Александра Алексеевича на диссертационную работу ДЕНИСОВА Алексея Николаевича «Методы, модели и алгоритмы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Диссертационное исследование Денисова А.Н., направленное на разработку теоретической и методологической базы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров на объектах экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории с помощью современного модельного и программного инструментария для повышения надежности и эффективности функционирования и развития системы обеспечения пожарной безопасности, является крайне важной научной и практической работой. Это связано, прежде всего, с неуклонно возрастающей необходимостью учета человеческого фактора и координации взаимодействия в системах обеспечения безопасности развития социально-экономических объектов и территорий, а также высокими требованиями к качеству и оперативности принимаемых управленческих решений при пожаре (чрезвычайных ситуациях). В этой связи тема диссертации является актуальной с позиции развития не только современной науки, но и с точки зрения практического применения разработанных моделей, методов и алгоритмов в самом процессе обеспечения пожарной безопасности социально-экономических объектов и территорий.

Актуальность и своевременность работы определяется также тем, что в ней рассмотрены вопросы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями в условиях ведения оперативно-тактических действий при пожаре на объектах экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории, на которой существует угроза жизни и здоровью граждан, имуществу. Эти действия осуществляются в условиях быстротечно развивающихся кризисных ситуаций, когда отсутствует резерв времени для принятия управленческих решений и реализации превентивного управления развитием кризисных ситуаций. Научно-обоснованные механизмы обеспечения пожарной безопасности объектов экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории, основанные на вероятностных моделях и методах анализа риска и успешно применяющихся на практике для ситуаций, когда имеется достаточный резерв времени для принятия решений управления, малоприспособлены для управления при пожаре (чрезвычайной ситуации). В управлении пожарно-спасательными подразделениями нет одинаковых ситуаций. Здесь не может быть все заранее расписано и учтено. Возникающие ситуации не имеют аналогов в прошлом. Кроме того, у каждого объекта своя специфика. Поэтому существующие модели требуют адаптации. В работе автором показано, как можно их интегрировать для получения комплексного решения такой сложной задачи как управление пожарно-спасательными подразделениями при пожаре.

Сегодня становится всё более очевидной актуальность комплексных междисциплинарных научных исследований, направленных на исследование системных взаимосвязей, закономерностей и тенденций, определяющих безопасность социально-экономических систем, а также вопросов анализа, моделирования и автоматизации процессов управления пожарной безопасностью их развития в условиях неопределенности и динамики развития пожара (чрезвычайной ситуации), в том числе с применением сил и средств пожарно-спасательных подразделений.

В.И. н. 6/95 от 28.04.2018

Указанные обстоятельства позволяют говорить о высокой актуальности, своевременности и перспективности диссертационной работы Денисова А.Н.

Научная новизна и достоверность полученных результатов

В диссертации получены следующие результаты, обладающие научной новизной и теоретической ценностью:

Во-первых, автор предлагает методы, применимые во всех случаях поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при пожаре, предлагает специфичный набор показателей для выбора того или иного метода поддержки, что позволяет решать задачи классификации обстановки на пожаре, формирования возможных решений для этой обстановки.

Во-вторых, в диссертации решена актуальная проблема повышения эффективности управления пожарно-спасательными подразделениями при планировании и ведении оперативно-тактических действий на пожаре в условиях воздействия множества разнородных факторов. Эффект достигается за счет повышения качества управления пожарно-спасательными подразделениями на основе комплексного применения средств информационно-аналитической поддержки принятия решений на всех уровнях управления при пожаре. При этом рассмотрен случай поддержки управления силами и средствами при тушении пожара в виде сети Петри на примере реального пожара, характеризующегося наличием на нём большого количества людей, сложной планировкой и т.п., а также привлечением пожарно-спасательных подразделений по повышенному номеру вызова, управление которыми на пожаре является сложным многоуровневым процессом управления и принятия решений. Для данного класса оперативных ситуаций разработаны новые модели и методы поддержки принятия управленческих решений на всех этапах развития и тушения пожара.

В-третьих, для решения проблем поддержки, координации и реализации управления силами и средствами на пожаре предложен новый методологический подход, основанный на интеграции методов концептуального, системно-динамического и графового моделирования и синтеза сложных систем. Подход обеспечивает расширение адаптационных возможностей и интеллектуализацию систем информационно-аналитической поддержки управления пожарной безопасностью за счет комбинированного использования указанных методов и средств их реализации на всех уровнях принятия управленческих решений.

В-четвёртых, для формализации и структурирования объектов, и задач управления силами и средствами пожарно-спасательных подразделений создан метод формализации и постановки задач управления пожарно-спасательными подразделениями на месте пожара. Метод позволяет представить информацию о пожаротушении в трех видах: матричном, алгебраическом и на графах с использованием сетей Петри. В отличие от известных решений метод обладает когнитивными свойствами (обозримость, воспринимаемость, ассоциативность) и полнотой концептуального описания исследуемых объектов и отношений между ними. Метод является формальной базой для построения систем компьютерного моделирования процессов управления пожарной безопасностью.

В-пятых, разработаны модели для интегральной оценки эффективности решения поставленной задачи управления пожарно-спасательными подразделениями. В качестве ключевых элементов модели используются площади пожара и тушения. В рамках моделей автором сделана попытка учесть взаимосвязи между разнородными независимыми показателями ресурсов пожаротушения. Отличительной особенностью моделей является их комплексная структура, объединяющая информационный, материальный и энергетический ресурсы, что повышает корректность модели и сокращает время на их конфигурирование для конкретной задачи.

В-шестых, в работе предложены алгоритмы решения задач управления и принятия решений при тушении пожаров с учётом ограничений и предпочтений руководителя тушения пожара. Реализация их позволяет повысить информационную обеспеченность систем поддержки принятия решений в условиях быстро развивающихся ситуаций при пожаре (чрезвычайной ситуации) и оперативность настройки для каждого объекта пожара.

В-седьмых, для поддержки принятия управленческого решения, направленного на достижение основной цели на пожаре за счёт анализа информации об адекватности затрат для её достижения, разработан метод поддержки принятия решения по тушению пожара. Новизна метода заключается в формировании упорядоченной информации для локализации и ликвидации пожара по общей сумме признаков (качественных и количественных) в соответствии с предпочтением руководителя тушения пожара.

Эти и другие элементы составляют научную новизну рецензируемой диссертационной работы и являются новыми научными результатами.

Достоверность и адекватность полученных результатов подтверждается их непротиворечивостью положениям теории систем и теории управления, а также определяется корректным использованием математического аппарата, сравнением результатов авторских исследований с результатами исследований, полученных другими авторами, и проведением экспериментов, выполненных на модельных данных с известными значениями.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные методы обоснования полученных результатов. Результаты обоснованы традиционными методами научных исследований, не противоречат существующим знаниям в области управления безопасностью сложных систем. Судя по тексту работы, решение сформулированных в диссертации задач выполнено с использованием методов системного анализа, концептуального моделирования, теории иерархических систем, математической логики, теории графов, натурального и вычислительного эксперимента и других. Эксперименты выполнены с использованием научно-обоснованных методов исследования, а выводы и рекомендации соответствуют полученным результатам.

Обоснованность предложенных автором решений обусловлена наличием сравнительного анализа традиционных и перспективных методов построения и обеспечения эффективности функционирования систем поддержки управления пожарной безопасностью, а также получением зависимости эффективности деятельности оперативных пожарно-спасательных подразделений от показателей оперативного реагирования и от увеличения фактического количества сил и средств пожарно-спасательных подразделений, сосредоточенных для локализации пожара.

Теоретическая и практическая значимость результатов и выводов диссертации, рекомендации по применению на практике

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в том, что полученные результаты развивают современную теорию управления безопасностью сложных систем в части разработки методологии, модельного инструментария для системной оценки складывающейся оперативно-тактической обстановки при пожаре (чрезвычайной ситуации). Теоретические разработки направлены на совершенствование как методологических основ интеграции методов концептуального моделирования, системного анализа и теории графов, так и расширяют области их практического применения. Полученные результаты конкретизируют современную концепцию «приемлемого риска» и направлены на формирование новых принципов построения информационного пространства в сфере управления пожарной безопасности.

В работе также предложено теоретическое и методологическое развитие поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров на объектах экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории. В качестве средства для реализации имитационного аппарата предлагаются модели поддержки управления пожаротушением мобильными средствами, представленные в виде множества сетей Петри и с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений. Такое решение существенно повышает автономность и результативность их работы при решении пользовательских задач, а также расширяет их функциональные возможности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что они обеспечивают необходимые методологические основы для решения важной и актуальной проблемы поддержки управления оперативными пожарно-спасательными подразделениями для принятия управленческого решения на введение сил и средств пожаротушения и координации управления пожарной безопасностью, подверженного влиянию разнообразных угроз в динамически изменяющихся условиях. Практическая ценность авторских разработок подтверждается не только экспериментальной проверкой созданных методов и моделей на реальных объектах и подученными технико-экономическими показателями эффективности, но и актами о внедрении практических результатов в работу подразделений ФПС МЧС России, МОБ Вьетнама, частных аварийно-спасательных формированиях России, а также использованием в учебном процессе.

Разработанные методы, модели, алгоритмы и программные средства могут быть использованы в составе систем поддержки принятия решений для исследования динамики поведения субъектов управления пожарной безопасностью в различных ситуациях и координации их совместной деятельности.

Применение практических результатов позволило улучшить качество принимаемых решений, повысило их надёжность и достоверность в условиях нестабильной внешней среды, получить эффективный инструмент поддержки принятия решений и генерации сценариев управления пожарно-спасательными подразделениями при пожаре (чрезвычайной ситуации) в условиях разнотипных кризисных ситуаций, а также получить научно-обоснованные рекомендации по реализации оперативно-тактических задач, направленных на повышение общего уровня защищенности социально-экономических объектов и территорий с учетом неопределенности и риска.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация написана грамотным, научным языком и хорошо структурирована. Материал диссертации достаточно детализирован, обладает логичностью, полнотой и последовательностью изложения, имеет внутреннее единство и позволяет наглядно представить содержание и научные положения. Главы работы содержат основные результаты диссертационного исследования. Уровень изложения результатов позволяет сделать вывод о сложившейся практике научных исследований, а также о законченности работы. Список литературы включает более четырехсот работ отечественных и зарубежных специалистов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 406 страниц (с приложениями), содержит 131 рисунок и 17 таблиц.

Во введении обоснована актуальность работы, описываются объект, предмет и методы исследования, формулируются цель и задачи работы, представлены научная новизна и практическая значимость результатов, указаны средства обеспечения достоверности и обоснованности полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации, реализации и внедрении

результатов работы, сведения о публикациях. Приведены сведения об объеме и структуре работы.

Первая глава посвящена рассмотрению системных связей и закономерностям функционирования и развития системы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров, постановке и декомпозиции общей проблемы исследования, формулировке частных задач, определению требований и критериев, которым должны удовлетворять средства поддержки принятия решений в условиях пожара (чрезвычайных ситуациях), анализу статистических показателей оперативного реагирования пожарно-спасательными подразделениями и описаний пожаров, выявлению показателей, характеризующих действия пожарно-спасательных подразделений при тушении тактически сложных пожаров в Российской Федерации, формализации относительно теории управления пожаротушением основных методологических понятий и принципов.

Во второй главе изложена концепция формального описания функциональных (процессных) характеристик системы управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров как элементов сети Петри, позволяющая описать процедуры синтеза и анализа системы управления на пожаре с точки зрения их структурных (узловых) характеристик. Представлен формальный аппарат, являющийся базисом для построения систем моделирования процессов управления пожарной безопасностью. Предложены метод формализации и постановки задач управления пожарно-спасательным подразделением на месте пожара, при пожаре на объектах экономики, социальной инфраструктуры, а также прилегающей к ним территории, и локальные модели постановки и реализации задач планирования и управления силами и средствами при пожаре.

Третья глава посвящена формализации рационального ситуационного планирования информационно-связанной, частично упорядоченной совокупности параллельно-последовательных управленческих задач при организации управления пожаротушением. Представлены разработанные метод распределения задач управления и принятия решений при ведении оперативно-тактических действий, модель задачи управления пожарно-спасательными подразделениями для принятия оперативных управленческих решений в ситуативно подчинённой структуре управления, а также алгоритмы для поддержки принятия решений при оперативном управлении пожаротушения.

В четвёртой главе рассматриваются вопросы моделирования функционирования системы управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожара на объектах экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории, с целью постановки задачи оценки эффективности тушения пожара. Представлены метод нормативных состояний оперативно-тактических действий и метод поддержки принятия решения по тушению пожара.

Пятая глава содержит разработанные методы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при ведении оперативно-тактических действий, с учётом исторически сложившейся системы управления пожаротушением на основании экономических, технических и социально-бытовых факторов, а также от экономического обеспечения деятельности сил и средств пожаротушения и от уровня участия государства, страховых институтов.

Содержание каждой главы обобщено в выводах, заключение также дано по работе в целом.

Основные результаты диссертации опубликованы в 95 печатных работах, в т.ч. 42 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций. Получено 7 авторских свидетельств Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ. Опубликовано 4 монографии.

Результаты обсуждались на международных и всероссийских конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

Автореферат и публикации автора соответствуют основному содержанию диссертационной работы.

Замечания

Вместе с тем целесообразно сформулировать некоторые критические пожелания по содержанию автореферата и диссертации.

По 1-й главе.

- Из рис.1.1 на с.17 непонятно, почему при среднегодовом снижении времени свободного развития пожаров одновременно растёт среднегодовой прямой ущерб от них?

- На рис.1.6 следовало бы указать также спасение материальных ценностей (музеи, меховые фабрики), спасение животных (зоопарки, животноводческие фермы), проведение разведки.

- Из рис.1.8 на с.34 следует, что время локализации пожара $t_{\text{лок}}$ определяется условием превышения фактического расхода огнетушащего вещества над требуемым расходом. Однако локализация пожара определяется, прежде всего, отсутствием угрозы для людей на объекте, а также отсутствием угрозы обрушения конструкций, взрыва технологических установок и др.

- В табл.1.6 желательно подробнее обосновать величины «глубин тушения» для различных классов функциональной пожарной опасности и степеней огнестойкости зданий и сооружений.

- Определение динамики площадей $S_{\text{п}}(t)$ и $S_{\text{т}}(t)$ автором предлагается осуществлять на основе решения обыкновенных дифференциальных уравнений (1.19)-(1.21) с параметрами k , b , c , e , ep и v . В то же время, порядок нахождения $S_{\text{п}}(t)$ и $S_{\text{т}}(t)$ изложен в известных учебниках пожарной тактики, а порядок определения параметров k , b , c , e , ep и v не указан.

- Желательно уделить большее внимание зарубежному опыту управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров.

По главам 2-4.

- На графах рис.2.1 и 3.3 следовало бы указать, что разведка пожара, как получение информации, начинается с поступления сообщения о нём в дежурную службу и заканчивается разборкой и проливкой конструкций объекта пожара.

- Желательно обосновать, почему при моделировании действий на пожаре соискатель использует *сети Петри*, тогда как действия пожарных подразделений описываются *марковскими процессами*.

По 4-й главе.

- При формировании моделей управления действиями пожарных подразделений нужно иметь в виду, что обстановка на пожаре (особенно по повышенному рангу) характеризуется большой неопределённостью, возможностью резких изменений и стрессовым состоянием многих участников тушения, принимающих решения.

- Следует чётко оговорить, что представленные методы принятия управленческих решений применимы не столько на реальном пожаре, сколько при проведении учений и штабных игр, корректировке планов тушения пожаров или при описании происшедшего пожара для оценки действий должностных лиц.

По 5-й главе.

- Применительно к тушению ландшафтного пожара следует иметь в виду, что помимо подачи стволов на тушение (рис.5.11б, 5.15, 5.19, 5.22) используются и другие приёмы – создание минерализованных полос, встречный отжиг, привлечение авиации и др. с учётом особенностей местности (водные преграды, горы), погодных и климатических условий.

Общее

Желательно больше внимание уделить роли и месту авторских разработок с учётом Боевого устава (приказ МЧС от 16.10.17 №444).

Тем не менее, вышеперечисленные недостатки не снижают общей научной и практической ценности представленной работы и могут рассматриваться как пожелания по дальнейшим исследованиям.

Заключение

В целом диссертация Денисова А.Н. на тему: «Методы, модели и алгоритмы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров» является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые важные результаты, позволяющие формировать методологическую базу для повышения качества управления пожарно-спасательными подразделениями при ведении оперативно-тактических действия за счёт использования комплексной методологии поддержки принятия управленческих решений, коэффициентов и критериев оценки эффективности (экономической, управленческой, социальной) решения задач управления пожарно-спасательными подразделениями и принятия решений. Внедрение авторских решений вносит значительный вклад в развитие безопасности государства.

По своему содержанию, объёму и качеству проведенных исследований, научной новизне и практической значимости результатов диссертационная работа Денисова А.Н. имеет завершённый характер. Полученные в работе результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Результаты достаточно полно опубликованы и апробированы. Работа доходчиво написана, по каждой главе и работе в целом сделаны выводы. Автореферат полностью и правильно отражает содержание диссертации. По своему содержанию диссертация полностью соответствует специальности 05.13.10.

Считаю, что оппонируемая диссертационная работа по актуальности, научной новизне, достоверности и оригинальности полученных результатов, обоснованности научных положений, выводов и практической значимости удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Денисов Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах (технические науки).

Официальный оппонент:

профессор кафедры Организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

доктор технических наук, профессор

Таранцев Александр Алексеевич

«20» апреля 2018 г.

