

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Академии
ГПС МЧС России по научной работе
доктор технических наук, профессор
М.В. Алешков

«» 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»
(Академия ГПС МЧС России)

Диссертация «Модели, методы и алгоритмы информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций» выполнена на кафедре информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии ГПС МЧС России.

В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель Вилисов Валерий Яковлевич работает в должности профессора кафедры математики и естественнонаучных дисциплин Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московской области «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта А.А. Леонова».

В 1971 году с отличием окончил Московский ордена Ленина авиационный институт им. С. Орджоникидзе по специальности «Системы управления летательных аппаратов».

Ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизированные системы переработки информации и управления» присуждена в 1976 году диссертационным советом в Московском авиационном Институте им. Серго Орджоникидзе.

Научный консультант – Топольский Николай Григорьевич, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», кафедра информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий, профессор.

По итогам межкафедрального обсуждения принято следующее заключение:

Общая оценка работы

Докторская диссертация Вилисова Валерия Яковлевича представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой

содержится решение научной проблемы - развитие теоретических принципов, моделей, методов и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций на основе применения машинообучаемых оптимизационных моделей, организационных инноваций и с учетом факторов риска.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 433 страницах текста, включает 58 таблиц, 122 рисунка, список литературы из 497 наименований, 4 приложения.

Актуальность темы исследования

В современных условиях сложность задач управления при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС) возрастает. Значимый вклад в эту тенденцию вносят такие факторы как: рост сложности технологических объектов территориальной и экономической инфраструктуры; рост площади и плотности застройки городских и сельских поселений; ужесточение нормативов реагирования и другие. Как следствие - растет информационная нагрузка на лиц, управляющих ликвидацией пожаров и ЧС, что при существующих процедурах принятия решений часто приводит к снижению эффективности реагирования и к увеличению ущерба от пожаров и ЧС.

С другой стороны - развитие инфокоммуникационных технологий, методов математического моделирования и технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для оперативных служб МЧС при ликвидации пожаров и ЧС, в частности, за счет повышения оперативности получения необходимой информации, высокой скорости обработки больших объемов данных, построения гибких и информативных интерфейсов для систем поддержки принятия управленческих решений и др.

Усложнение задач управления ликвидацией пожаров и ЧС в рамках традиционной технологии принятия решений и наличие современных интеллектуальных технологий обработки данных создает одно из существующих противоречий.

Традиционная система обеспечения новой, а также инновационной техникой и оборудованием (в том числе наземными и авиационными роботами) в силу ее высокой инерционности и централизации не позволяет организовать быстрое ее внедрение в практику ликвидации пожаров и ЧС и управления этими процессами. В частности, эта проблема имеет и финансовые корни, в то время как существует прежний российский опыт и опыт других стран диверсификации финансирования противопожарной службы, в том числе, путем привлечения страховых механизмов.

Существующая практика возмещения ущерба, нанесенного пожарами и ЧС, только за государственный счет ставит разные слои населения в неравные условия и создает для государства дополнительное обременение - возмещение ущерба. Страховые технологии могли бы устранить часть противоречий и в этой сфере.

Таким образом, существующие проблемы обновляемости пожарной техники, приводящие к снижению эффективности реагирования, и наличие отработанных на сегодня организационных механизмов страхования, лизинга и аутсорсинга свидетельствуют также о наличии противоречия, требующего устранения.

Еще одно противоречие связано с отсутствием на сегодня в составе МЧС России механизмов риск-ориентированного управления ликвидацией пожаров и ЧС,

в то время как отечественный опыт других министерств России и зарубежный опыт показывает эффективность риск-ориентированного подхода, позволяющего организовать превентивное управление по возмущениям в отличие от традиционного управления по отклонениям ключевых показателей от нормы. Поэтому технологии управления рисками дают возможность дополнительного повышения эффективности реагирования при ликвидации пожаров и ЧС.

Указанные противоречия в существующей системе управления ликвидацией пожаров и ЧС позволяют сформулировать следующую актуальную научную проблему: *развитие теоретических принципов, моделей, методов и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций на основе применения машинообучаемых оптимизационных моделей, организационных инноваций и с учетом факторов риска.*

Актуальность темы подтверждается и тем, что все указанные противоречия относятся к таким приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий в МЧС РФ, определенных на перспективу до 2030 года, как: совершенствование организации обеспечения безопасности, развитие автоматизированных систем поддержки принятия решений в РСЧС, развитие цифровых технологий, разработка и внедрение новых образцов аварийно-спасательной техники, оборудования, робототехники, беспилотных авиационных систем и технологий.

Степень разработанности темы исследования

Существенный вклад в области планирования, оперативного и адаптивного управления, принятия решений и выбора вариантов в организационных и экономических системах внесли такие ученые как В.Н. Бурков, Н.Н. Воробьев, Ю.Б. Гермейер, В.М. Глушков, В.И. Данилин, Л.В. Канторович, Г.Б. Клейнер, Л.Г. Лабскер, О.И. Ларичев, Б.Т. Поляк, Г.С. Поспелов, Я.З. Цыпкин и другие.

Идеи представления знаний, обучения, моделирования поведения лиц, принимающих решения, и экспертного оценивания в человеко-машинных и робототехнических системах нашли свое развитие в работах таких ученых как А.Р. Бахтизин, А.В. Борщев, Н.П. Бусленко, К.В. Воронцов, А.А. Жданов, И.А. Каляев, Ю.Г. Карпов, А.С. Ющенко и другие.

Важные инструментальные средства в области таких статистических направлений как оценивание, идентификация, эконометрика, представление риска и планирование эксперимента развиты в трудах таких ученых как С.А. Айвазян, Е.С. Вентцель, Ю.П. Лукашин, В.В. Налимов, А.И. Орлов, В.В. Федоров и другие.

Большой вклад в развитие прикладных аспектов использования математического инструментария в области моделирования, управления силами и средствами при ликвидации пожаров и ЧС внесли такие ученые как Н.Н. Брушлинский, С.Ю. Бутузов, А.Н. Денисов, В.М. Климовцов, Ю.И. Коломиец, В.А. Ловчиков, А.В. Матюшин, Е.А. Мешалкин, В.А. Минаев, А.А. Порошин, Ю.В. Прус, В.А. Седнев, В.Л. Семиков, С.В. Соколов, Д.В. Тараканов, А.А. Таранцев, Н.Г. Топольский, С.Г. Цариченко, А.Л. Холостов и другие.

Несмотря на значительный объем научных исследований, выполненных в области поддержки принятия решений в организационных системах, все еще не сформирована целостная система научного знания в сфере построения эффективных

механизмов принятия управленческих решений в информационной среде современных систем управления ликвидацией пожаров и ЧС.

Личный вклад соискателя состоит в получении научных результатов.

Результаты диссертационного исследования получены автором лично и при его непосредственном участии. Опубликованные по результатам диссертационной работы научные статьи и монографии написаны автором лично и в соавторстве, его личный вклад в эти работы не вызывает сомнений.

Достоверность представленных в диссертации результатов достигалась: применением многократно апробированных на практике подходов, методов и инструментов, использованием для анализа официально опубликованных статистических данных о параметрах и показателях пожаров, о характеристиках используемой пожарной техники и оборудования, о структуре, составе, функциональных обязанностях и технологиях, используемых пожарными подразделениями МЧС РФ, официально опубликованных нормативных актов о пожарной безопасности, соответствием полученных теоретических результатов модельным расчетам и эмпирическим данным. Практическое применение результатов исследования подтверждается актами о внедрении.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что впервые предложена, разработана и всесторонне исследована системная совокупность инструментов повышения эффективности функционирования пожарных подразделений, в частности:

1. Разработана методология построения моделей принятия решений при ликвидации пожаров и ЧС, в отличие от традиционных, основанная на использовании машинообучаемых моделей исследования операций (транспортного типа, марковских, игровых), обеспечивающих согласованное двухконтурное управление в человеко-машинном режиме, учитывающих системный характер управления организационно-техническими системами, высокую динамику протекающих процессов и аккумулирующих в своих структурах и параметрах опыт лиц, принимающих решения.

2. Разработаны алгоритмы, обеспечивающие эффективную настройку (идентификацию) параметров моделей, адаптирующихся к целевым предпочтениям лиц, принимающих решения, которые, в отличие от традиционной «ручной» априорной технологии, состоят в автоматической оперативной настройке параметров моделей на основе текущих наблюдений за решениями ЛПП, что обеспечивает снятие априорной и текущей неопределенностей в условиях нестационарности среды и предпочтений ЛПП.

3. Разработан подход, модели и алгоритмы машинного обучения мультиагентных робототехнических систем, предназначенных для мониторинга и ликвидации последствий пожаров и ЧС, в отличие от традиционных, учитывающие опыт управления операторами и необходимость длительной эффективной автономной работы роботов.

4. Разработана совокупность инструментов для мониторинга готовности к выполнению боевых задач подразделениями пожарной охраны на разных уровнях иерархии управления, основанных на риск-ориентированной технологии внутреннего контроля, позволяющий, с учетом многокритериальности и динамики состояния, в

отличие от традиционных подходов, получать более объективные текущие оценки готовности, обеспечивающие более обоснованный выбор управленческих решений.

5. Разработаны модели и варианты модификации организационной структуры ликвидации пожаров и ЧС, включающие страховые, лизинговые и аутсорсинговые элементы, позволяющие, в отличие от традиционных структур, обеспечить более гибкое, динамичное и эффективное реагирование пожарных служб на вызовы.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методологии информационно-аналитической поддержки принятия решений при ликвидации пожаров и ЧС на основе применения машинообучаемых моделей, построенных с привлечением опыта принятия решений ЛПР в аналогичных ситуациях в прошлом. Предложенный в работе подход позволяет обеспечить эффективное сопряжение, в рамках двухконтурной схемы, быстропротекающих процессов развития обстановки на пожаре или в ЧС с более медленными циклами анализа ситуации и выбора ЛПР наилучшего варианта решения на основе построения моделей, адекватных предпочтениям опытных ЛПР.

Комплекс исследований, выполненных в работе, соответствует основным директивным документам последнего времени, в частности, Указу Президента РФ № 2 от 01.01.2018 г. «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года», а также ряду пунктов перечня критических технологий и приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложены алгоритмы и процедуры, позволяющие решить ряд задач, актуальных для управления ликвидацией пожаров и ЧС, в частности:

- распределение СиС по одновременным вызовам;
- назначение оптимального ранга пожара;
- оценивание склонности ЛПР к риску;
- машинное обучение автономных роботов планированию операций;
- мониторинг готовности к выполнению боевых задач подразделениями пожарной охраны на разных уровнях иерархии управления;
- оценивание потенциала увеличения эффективности управления силами и средствами;
- оценивание объема страхового возмещения ущерба от пожаров и величины страховой нагрузки на страхователей.

Апробация предложенных в работе подходов, методов, моделей и алгоритмов была выполнена на разнообразных исходных данных в рамках учебного процесса в Технологическом университете (МГОТУ) и в Академии ГПС МЧС России в таких дисциплинах бакалаврских, магистерских и аспирантских программ как «Методы оптимальных решений», «Методы, алгоритмы и системы интеллектуальной поддержки принятия решений», «Исследование операций», «Встраиваемые системы управления», «Методы скалярной и векторной оптимизации», «Экспертные системы», «Информационные системы поддержки принятия решений», «Управление силами и средствами на пожаре» и др. Методы и алгоритмы оценивания готовности подразделений на основе применения предложенной технологии внутреннего контроля в иерархических организационных структурах была апробирована на

уровне министерств в рамках НИР (госконтракты от 03.04.2012 г. № 02.169.11.0001 и от 22.04.2013 г. № 04.N20.11.0002).

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы:

- при разработке программного обеспечения для информационно-аналитических систем поддержки принятия решений при распределении сил и средств в системах управления ликвидацией пожаров и ЧС;
- при разработке систем интеллектуальной поддержки принятия решений в системах управления пожарными подразделениями для повышения эффективности реагирования экстренных служб при ликвидации пожаров и ЧС;
- при разработке систем внутреннего контроля для мониторинга готовности пожарных подразделений к реагированию;
- при разработке автономных робототехнических систем, используемых при ликвидации пожаров и ЧС;
- в научно-исследовательских работах и в учебном процессе образовательных учреждений пожарно-технического профиля.

Полнота опубликования основных научных результатов, полученных автором

Все основные научные результаты, полученные автором, достаточно полно опубликованы в научных журналах и материалах научных и научно-практических конференций (67 научных публикаций), в том числе 22 работы опубликованы в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки России, из которых - 15 работ опубликованы в единоличном авторстве, получено 7 свидетельств Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертация выполнена на актуальную тему, соответствует паспорту научной специальности 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки), содержит разработку теоретических положений эффективного машинного обучения моделей и созданные на этой основе методы и алгоритмы информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций, риск-ориентированные методы контроля готовности и варианты модификации организационной структуры ликвидации пожаров и ЧС на основе страховых, лизинговых и аутсорсинговых элементов.

Диссертация «Модели, методы и алгоритмы информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций» Вилисова Валерия Яковлевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

Заключение принято на совместном заседании профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников кафедры информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий, учебно-научного комплекса систем обеспечения пожарной безопасности, кафедры пожарной автоматики Академии ГПС МЧС России.

Присутствовали на заседании 14 чел. Результаты голосования: «За» -14 чел.,
«Против» - нет, «Воздержались» - нет.

Протокол № 12 от «29» июня 2021 г.

Начальник кафедры ИТ УНК АСИТ
кандидат технических наук, доцент,
полковник внутренней службы



А.П. Сатин