

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, профессора Шульги Татьяны Эриковны на диссертацию Котковой Елизаветы Александровны на тему «Методика интеллектуального прогнозирования эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах

Актуальность темы диссертационного исследования

Вопросам моделирования эвакуации людей посвящено множество исследований, как отечественных, так и зарубежных ученых. Для прогнозирования времени эвакуации существует и используется на практике ряд вычислительных моделей. При этом даже самые сложные из современных моделей эвакуации имеют тенденцию чрезмерно упрощать некоторые аспекты данного процесса, в частности, вопросы принятия решений эвакуирующимися. В большей степени данные модели фокусируются на процессе представления физического движения людей. Кроме того, существенным недостатком использования получивших практическое применение моделей при оценке времени эвакуации является рассмотрение весьма ограниченного количества возможных сценариев, которые потенциально могут сложиться на исследуемых объектах. Но реальные сценарии развития пожаров могут потребовать принятия нестандартных, ситуативных решений при сложившейся ситуации, что подтверждается практикой, например, при пожаре в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» (г. Кемерово) в марте 2018 г.

Конечно, теория и практика моделирования эвакуации продолжает развиваться с ростом доступности вычислительных мощностей и доступа к данным. Однако сам процесс принятия решений эвакуирующимися еще не определен явно и всесторонне (как и чувствительность этого процесса к внешним воздействиям среды), в основном из-за отсутствия нашего полного понимания поведения эвакуирующихся в экстремальных ситуациях. Для дальнейшего развития теории моделирования эвакуации требуется описание процесса принятия решений эвакуирующимися, инкапсулирующее наши текущие знания об их поведении в экстремальных ситуациях. Предполагается, что его включение в инструменты моделирования позволит повысить достоверность прогнозной оценки возможного времени эвакуации и, как следствие, повысить адекватность принимаемых решений, а также расширить

потенциальные возможности систем оповещения и управления эвакуацией.

Таким образом, диссертационная работа Котковой Е.А., направленная на разработку научно-методических средств оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с учетом фактора паники в условиях динамически меняющейся ситуации является актуальной.

Характеристика основных научных результатов

На защиту выносятся следующие научные результаты:

1. Системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий.

Суть представленного результата заключается в построении и исследовании модели процесса распространения паники в социальной среде на основе метода системной динамики Дж. Форрестера.

Новизна полученного результата обусловлена тем, что предложенная модель позволяет учитывать влияние психоэмоционального состояния эвакуирующихся на процесс эвакуации.

2. Метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода.

Суть представленного результата заключается в одновременном использовании известной имитационной модели эвакуации, представляющей физическое движение людей, и авторской модели распространения паники, описывающей возможное психоэмоциональное поведение каждого агента в отдельности с целью оценивания эффективности организации эвакуации толпы в целом в условиях распространения паники в социальной среде на примере торгово-развлекательного центра (ТРЦ).

Новизна научного результата состоит в том, что в отличие от известных ранее предлагаемый метод реализует возможности агентно-ориентированного подхода для описания психоэмоционального поведения каждого агента в отдельности в процессе эвакуации толпы в целом.

3. Методика интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа ТРЦ.

Суть представленного результата состоит в том, что предложен подход к одновременному использованию методов имитационного моделирования и машинного обучения для решения задачи прогнозирования эффективности организации эвакуации при динамически меняющейся ситуации во время пожара на примере ТРЦ. С помощью имитационной модели эвакуации,

включающей в себя модель движения толпы и модель распространения паники в социальной среде, исследуется множество сценариев эвакуации в зависимости от различных вариантов складывающейся обстановки при пожаре в ТРЦ, результаты которых формируют наборы данных, используемые далее в алгоритмах и моделях машинного обучения, позволяющих прогнозировать результаты эвакуации в режиме реального времени при сложившейся пожарной ситуации на исследуемом объекте.

Новизна полученного результата обусловлена тем, что для решения задачи оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий типа ТРЦ впервые использованы одновременно методы имитационного и нейросетевого моделирования, а также автоматизированы процедуры прогнозирования эффективности организации эвакуации из общественных зданий типа ТРЦ с использованием оригинальных авторских научно-методических средств.

Теоретическая значимость результатов исследования определена следующими положениями:

- установлена существенная взаимосвязь между степенью распространения паники при пожаре в организационных системах и скоростью эвакуации из общественных зданий;
- развит класс методов оценки эффективности организации процесса эвакуации людей в части учета факторов паники;
- расширены границы применимости методов имитационного и нейросетевого моделирования в решении задачи организации эвакуации людей из общественных зданий.

Практическая значимость исследования заключается в следующем:

- научно обоснована необходимость и возможность учета фактора распространения паники при моделировании процесса эвакуации людей;
- реализована возможность количественной оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий типа ТРЦ в условиях паники;
- реализована возможность оперативного прогнозирования времени эвакуации в условиях динамически меняющейся ситуации при пожаре в общественных зданиях;

– реализована возможность решения задачи оптимального планирования путей эвакуации в темпе изменения обстановки при пожаре в общественном здании за счет повышения качества прогнозирования эффективности организации эвакуации.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации получены с использованием результатов современных аналитических и экспериментальных методов исследования систем управления организационными системами. Исследования проведены соискателем в достаточном объеме для обоснования научных положений и выводов, что также находит свое подтверждение в предложенных рекомендациях и практических методиках. Выводы и рекомендации реализованы на практике, а также систематизированы в заключении диссертации и автореферате. Таким образом, все научные положения, выводы и рекомендации полностью обоснованы автором в необходимой степени в представленной диссертации.

Достоверность и новизна полученных результатов не вызывает сомнений поскольку определяется адекватностью выбранного математического аппарата объекту исследования и корректностью его применения, и подтверждается апробацией и внедрением полученных результатов в практическую деятельность.

Содержание диссертации соответствует пункту 2. «Разработка математических моделей и критериев эффективности, качества и надёжности организационных систем»; пункту 5 «Разработка методов получения данных и идентификации моделей, прогнозирования и управления организационными системами на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации» паспорта научной специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

Оценка содержания и оформления диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и приложения. Диссертация изложена на 160 страницах машинописного текста, включает 15 таблиц и 46 рисунков. Список использованных источников составляет 180 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования.

Сформулированы цель и задачи данной работы, определены объект и предмет исследования, кратко изложены основные результаты, а также их научная новизна. Обоснована теоретическая и практическая значимость работы, представлены методология и методы исследования, а также обоснована достоверность основных положений и выводов. Предоставлена информация об апробации, внедрении и опубликованных работах по теме диссертационного исследования.

Первая глава работы «Социально-экономические и организационные аспекты управления эвакуацией людей из общественных зданий» посвящена проведению анализа пожаров, их причин и последствий, произошедших в общественных зданиях на примере ТРЦ, выявлены их общие закономерности. Проведен обзор подходов и анализ исследований в области моделирования процесса эвакуации людей при пожарах в зданиях. Исследованы психофизиологические аспекты поведения людей в общественных зданиях при эвакуации. Поставлена и формализована основная научная задача диссертационного исследования, заключающаяся в разработке научно-методических средств оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с учетом фактора паники в условиях динамически меняющейся ситуации.

Во второй главе «Исследование влияния поведения людей на процесс эвакуации из общественных зданий» разработана системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации из общественных зданий, проведена оценка влияния паники на процесс эвакуации из общественных зданий. Полученные результаты подтвердили значительное влияние психоэмоционального состояния толпы на процесс эвакуации.

Третья глава «Моделирование эвакуации людей из общественных зданий», посвящена разработке имитационной модели эвакуации людей из общественных зданий на примере ТРЦ в среде Anylogic. Предложен метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественного здания при пожаре с использованием агентно-ориентированного подхода. Проведена оценка эффективности организации эвакуации людей с использованием предлагаемого авторского метода.

В четвертой главе «Интеллектуальное прогнозирование эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий» исследованы возможности применения методов имитационного моделирования и машинного обучения для решения задачи прогнозирования эффективности организации

эвакуации при динамически меняющейся ситуации. Разработана методика интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий ТРЦ в условиях сложившейся ситуации, предложена структурно-функциональная организация системы интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа ТРЦ. Обоснованы перспективы возможного применения системы интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий, проведена оценка качества применения разработанных научно-методических средств прогнозирования эффективности организации эвакуации.

В заключении диссертации автор представил перечень решенных в ходе исследования задач и основные результаты исследования, а также предложил основные направления для последующих исследований.

Основные результаты диссертационного исследования апробированы Котковой Е.А. на научных мероприятиях различного уровня и известны научной общественности. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 23 научных работах (8 статей, 14 материалов научных конференций, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ), 5 из которых опубликованы в научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 1 в сборнике индексируемом Web Of Science и Scopus, в том числе 12 работ опубликованы без соавторов.

Результаты диссертационного исследования, в соответствии с приложенными актами, внедрены в практическую деятельность Главного управления МЧС России по Ленинградской области при выдаче рекомендаций по способам повышения уровня обеспечения пожарной безопасности собственникам объектов с массовым пребыванием людей, а также ООО «Редженси Пропертиез» в проектные решения здания многофункционального центра «Остров» по обеспечению нормативного уровня индивидуального пожарного риска для контингента рассматриваемого объекта.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания по тексту диссертации и автореферату

1. Несмотря на то в тексте диссертации упоминается, что физиологические характеристики влияют на поведение людей при возникновении пожара, неясно каким образом они учитываются в системно-динамической модели распространения паники при эвакуации людей из

общественных зданий.

2. Отсутствуют доказательства адекватности предлагаемой имитационной модели эвакуации, представленной в разделе 3.1 диссертации.

3. Схема индивидуального процесса эвакуации (рисунок 28 на стр. 80) не позволяет описать процесс эвакуации лиц, имеющих ограничения по самостоятельному передвижению, например, использующих костыли или инвалидные коляски.

4. В тексте диссертации не обоснованно применение монотонных функций для моделирования воздействия внешних факторов на людей и неясно каким образом были получены функциональные зависимости, представленные на странице 83.

5. В 4-й главе диссертации не приводится обоснования выбора архитектуры нейронной сети, используемой для прогнозирования эффективности организации эвакуации людей, а также используемого алгоритма ее обучения, хотя данные вопросы имеют несомненный практический интерес.

6. При оценке качества разработанных научно-методических средств использовался метод анализа иерархий Саати, который предполагает экспертную оценку весов критериев (табл. 12 диссертации) и сравнительные оценки вариантов прогнозирования времени эвакуации по соответствующим критериям (табл. 13-15 диссертации). Однако автор не обосновал, кто и каким образом формировал экспертные оценки, представленные в табл. 12-15.

Приведенные замечания в целом не влияют на положительную оценку исследования, не ставят под сомнение актуальность, научную значимость, достоверность и обоснованность основных положений диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Котковой Е.А. на тему «Методика интеллектуального прогнозирования эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий» является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, посвященной решению научной задачи по разработке научно-методических средств оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с учетом фактора паники в условиях динамически меняющейся ситуации, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью.

Диссертация отвечает требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в том числе в редакциях, включая Постановление Правительства РФ от 25.01.2024 № 62), а ее автор Коткова Елизавета Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия»

СГТУ имени Гагарина Ю.А.

доктор физико-математических наук, профессор

Шульга Татьяна Эриковна

« 23 » августа 2024 г.

Подпись Шульги Т.Э. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета

СГТУ имени Гагарина Ю.А.



Потапова Анжелика Владимировна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Телефон: +7 (8452)99-86-03, e-mail: sstu_office@sstu.ru

Адрес сайта в сети интернет: <https://www.sstu.ru/>