

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 04.2.003.02, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26 сентября 2024 г. № 6

О присуждении Котковой Елизавете Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика интеллектуального прогнозирования эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий» по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки) принята к защите 16 июля 2024 года (протокол заседания № 5) диссертационным советом 04.2.003.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 149), приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета от 23 мая 2023 года № 1116/нк.

Соискатель, Коткова Елизавета Александровна, 23.04.1995 года рождения.

В 2017 году окончила ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», направление подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление (квалификация: бакалавр), в 2019 году – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», направление подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление (квалификация: магистр), в 2022 году факультет подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» по очной форме обучения. Работает преподавателем кафедры прикладной математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», МЧС России.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», МЧС России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Матвеев Александр Владимирович, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», кафедра прикладной математики и информационных технологий, заведующий.

Официальные оппоненты:

Шульга Татьяна Эриковна – доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», кафедра «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия», профессор;

Королев Денис Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кафедра техносферной и пожарной безопасности, доцент,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Лепешкиным Олегом Михайловичем, доктором технических наук, доцентом, Высшая школа техносферной безопасности, профессор, указала, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи – разработка научно-методических средств оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с учетом фактора паники в условиях динамически меняющейся ситуации, имеющей значение для развития управления в сфере безопасности в организационных системах. Диссертационная работа соответствует п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 "О порядке присуждения ученых степеней", предъявляемых к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Коткова Елизавета Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки).

Соискатель имеет 29 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 23 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ (в том числе 1 работа в издании, индексируемом в международных базах научного цитирования Web Of Science и Scopus), получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 12 работ опубликованы без соавторов.

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимыми работами являются:

1. Коткова, Е.А. Метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественного здания при пожаре с использованием агентно-ориентированного подхода / Е.А. Коткова, А.В. Матвеев // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 8(104). – С. 231-243. 0,8/0,5 п.л.

В статье предложен метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественного здания, который позволяет при описании психоэмоционального поведения каждого агента в отдельности в процессе эвакуации оценивать эффективность организации эвакуации толпы в целом.

2. Коткова, Е.А. Системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации из общественных зданий / Е.А. Коткова // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 1. – С. 182-194. 0,9 п.л.

В статье построена системно-динамическая модель массовой эвакуации, проведено исследование процесса распространения паники в толпе при массовой эвакуации, которое подтвердило значительное влияние психоэмоционального состояния толпы на процесс эвакуации.

3. Коткова, Е. А. Методика интеллектуального прогнозирования эффективности управления эвакуацией людей из общественных зданий / Е.А. Коткова, А.В. Матвеев // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-

Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2021. – № 4. – С. 107-120. 1,2/0,7 п.л.

В статье разработана методика прогнозирования эффективности управления эвакуацией людей с одновременным использованием методов имитационного моделирования и машинного обучения.

4. Коткова, Е.А. Система прогнозирования эффективности эвакуации из зданий с использованием нейронных сетей "Evoneural" / Е.А. Коткова, А.В. Матвеев // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022611075 Российская Федерация. – № 2022610416; заявл. 13.01.2022; опубл. 19.01.2022. – 1 с.

Программа реализует методику интеллектуального прогнозирования эффективности управления эвакуацией людей из общественных зданий. Программы позволяет на основе объемно-планировочных решений здания автоматизировать формирование данных для множества сценариев эвакуации, реализуемых в имитационной модели.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из следующих организаций:

1. ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», составленный начальником научно-исследовательского отдела научно-технического центра, кандидатом технических наук, Лораном Николаем Михайловичем.

Отзыв положительный, имеются замечания:

на представленных графиках (рис. 2-4 автореферата), отражающих зависимости между факторами, влияющими на процесс эвакуации, отсутствуют единицы измерения;

содержание автореферата не позволяет в полной мере понять, каким образом получены результаты сравнительной оценки качества альтернативных вариантов прогнозирования эффективности организации эвакуации в режиме реального времени, представленные на рис. 11.

2. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», составленный профессором кафедры теории управления факультета прикладной математики – процессов управления, доктором физико-математических наук, профессором Бутырским Евгением Юрьевичем.

Отзыв положительный, имеются замечания:

несомненный практический интерес имеет проблема выбора архитектуры нейронной сети, применяемой для прогнозирования времени эвакуации, но автор диссертации в явном виде данный вопрос не затрагивает;

любая предлагаемая математическая модель должна иметь совокупность допущений и ограничений, но в работе они не представлены.

3. ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», составленный профессором кафедры математики и информатики, доктором физико-математических наук, доцентом Кайбичевым Игорем Апполинарьевичем.

Отзыв положительный, имеются замечания:

автором отмечено, что для обучения нейронной сети использовались результаты исследования сценариев эвакуации на построенной имитационной модели, однако не указано какое количество сценариев было рассмотрено;

не ясно, каким образом автор решал проблему переобучения создаваемой нейронной сети.

4. ФГКВООУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М.Буденного» Министерства обороны РФ, составленный доцентом кафедры автоматизированных систем специального назначения, кандидатом технических наук, доцентом Пантюхиным Олегом Игоревичем.

Отзыв положительный, имеются замечания:

непонятно, почему воздействия внешней среды на людей описываются монотонными функциями в выражениях (1) и на основе чего получен их вид;

в автореферате не представлены предложения по решению задачи оптимального планирования путей эвакуации в режиме реального времени, хотя они продекларированы в качестве практической значимости научных результатов.

5. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), составленный старшим научным сотрудником 11 НИО 1 НИЦ, кандидатом технических наук Жуковым Алексеем Олеговичем.

Отзыв положительный, имеются замечание:

в подразделе «Структура и объем диссертации» (с. 6) раздела «Общая характеристика работы» автореферата диссертации указано, что диссертационная работа состоит из трех глав. Однако в разделе «Основное содержание работы» автореферата имеется описание четвертой главы (с. 14), из чего следует, что диссертация состоит из четырех глав;

в заключении автореферата (с. 20) третьим основным результатом значится разработка методики интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей, тогда как в разделе «Общая характеристика работы» автореферата формулировка третьей частной задачи (с. 4) предполагает разработку соответствующего программного обеспечения, а не методики;

при описании этапов реализации методики интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа ТРЦ с использованием ML-моделей и имитационного моделирования, в тексте автореферата диссертации автор не предъявляет динамические уравнения, на основе которых осуществляется процесс моделирования, что существенно затрудняет понимание алгоритма выполнения расчетов по предлагаемой автором методике (с. 16-17).

6. ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», составленный доцентом кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор»), кандидатом технических наук, доцентом Поповым Владимиром Ивановичем.

Отзыв положительный, имеются замечания:

в работе встречаются противоречивые заключения, например, во второй главе отмечается «эксперты формируют множество факторов, включаемых в описание динамики состояний исследуемой системы, а также определяют

причинно-следственные связи между ними», а в заключении «Результаты испытаний показали, что предлагаемый подход работает в 8-10 раз быстрее» - если необходимо мнение экспертов, то не может предлагаемый подход в «в 8-10 раз быстрее» существующего подхода;

в таблице 1 приведено неверное утверждение «С распространением и развитием пожара будет постепенно увеличиваться количество сегментов здания, находящихся в опасности, что приведет к увеличению количества эвакуирующихся» при возникновении пожара в здании, эвакуация осуществляется из всех помещений, в которых и не проявляются ОФП;

в таблице 1 необоснованно принято «Начальное значение параметра СЭ было принято 1 м/с» - как правило, свободное движение (начальное движение, при плотности потока, не влияющего на скорость)) принято считать 100 м/мин;

во второй главе применяется понятие «скорость эвакуирующейся толпы», но не указано, что под этим понимается и какими параметрами характеризуется;

в третьей главе, ссылаясь на работы Д. Хелбинга, автор не учитывает фактор внешней среды (динамику опасных факторов пожара, СОУЭ и др.), хотя во второй главе об этом отмечается;

в третьей главе указано без обоснования «критическое время, значение которого равно 60 секундам, до которого не начинается процесс эвакуации», но начало эвакуации в помещении пожара может начинаться с момента возникновения пожара;

в третьей главе приведены многочисленные оценки процесса эвакуации, приведены значения времени эвакуации, но в автореферате не указано, проводились ли эксперименты по практическому определению параметров эвакуации для подтверждения полученных расчетных значений.

7. ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», составленный заведующим кафедрой информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий, кандидатом физико-математических наук, доцентом Шмелевой Анной Геннадьевной.

Отзыв положительный, имеется замечание:

автором не обоснован выбор вида структуры нейронной сети, используемой для прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательный центр.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в вопросах, рассматриваемых в рамках исследования и наличием публикаций в предметной области диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана модель распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий на основе метода системной динамики Дж. Форрестера, позволившая выявить качественно новые закономерности при учете множества причинно-следственных связей между факторами, оказывающими влияние на процесс эвакуации;

предложен метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода,

обеспечивающий при формализации психоэмоционального поведения каждого эвакуирующегося в отдельности возможность оценивать эффективность организации эвакуации группы людей из общественных зданий в целом;

доказана возможность повышения качества прогнозирования времени эвакуации при пожарах в общественных зданиях в условиях динамически меняющейся ситуации при использовании автоматизированной методики интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров.

Научная новизна

Системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий в отличие от известных моделей дополнительно учитывает влияние психоэмоционального состояния толпы на процесс эвакуации.

Метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода в отличие от известных реализует возможности агентно-ориентированного подхода для описания психоэмоционального поведения каждого агента в отдельности в процессе эвакуации толпы.

Методика интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров впервые использует одновременно методы имитационного и нейросетевого моделирования.

Система прогнозирования эффективности эвакуации из зданий с использованием нейронных сетей реализует разработанные в диссертации оригинальные авторские научно-методические средства.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано наличие и установлена существенная взаимосвязь между степенью распространения паники при пожаре в организационных системах и скоростью эвакуации из общественных зданий;

применительно к проблематике диссертации результативно, с получением обладающих новизной результатов, **использован** комплекс современных методов исследования;

изложены основные этапы разработки метода оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода;

раскрыты возможности одновременного использования методов имитационного и нейросетевого моделирования в решении задачи организации эвакуации людей из общественных зданий;

изучены особенности обеспечения интеллектуальной поддержки при управлении эвакуацией из общественных зданий;

проведена модернизация моделей и методик прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в практическую деятельность ООО «Редженси Пропертиез» метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода и

методика интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров; в практическую деятельность Главного управления МЧС России по Ленинградской области системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий, метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода и методика интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров;

определены перспективы практического использования полученных результатов диссертационного исследования для решения задачи определения оптимальных планов эвакуации в условиях динамически меняющейся ситуации, а также их интегрирования в систему интеллектуального управления эвакуацией в режиме реального времени;

создана возможность количественной оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров в условиях паники, а также решения задачи оптимального планирования путей эвакуации в темпе изменения обстановки при пожаре в общественном здании за счет повышения качества прогнозирования эффективности организации эвакуации;

представлены предложения по реализации возможности оперативного прогнозирования времени эвакуации в условиях динамически меняющейся ситуации при пожаре в общественных зданиях;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на основе известных методов и проверенных фактах, согласуется с опубликованными данными в сфере моделирования и прогнозирования эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий;

идея базируется на критическом анализе и обобщении передового опыта отечественных и зарубежных исследователей в области управления и организации процессов эвакуации, применения методов искусственного интеллекта для поддержки принятия решений в интересах обеспечения безопасности;

использованы методы системного анализа, теории вероятности и математической статистики, методы математического моделирования систем, методы машинного обучения, методы нейросетевого, имитационного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах проведения диссертационного исследования: получении и систематизации исходных данных, разработке системно-динамической модели распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий, метода оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с использованием агентно-ориентированного подхода, методики интеллектуального прогнозирования времени эвакуации людей из общественных зданий типа торгово-развлекательных центров.

Диссертация соответствует п. 2 «Разработка математических моделей и

критериев эффективности, качества и надёжности организационных систем»; п. 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 (технические науки).

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие **критические замечания**:

1. Следовало в диссертации дать определение, что понимается под организацией эвакуации.

2. Наличие таблиц с входными и выходными данными для системно-динамической модели распространения паники при эвакуации людей из общественных зданий позволило бы наглядней представить результаты.

Соискатель Коткова Е.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию практической и теоретической значимости, обоснованности результатов исследования, корректности применения научных методов.

На заседании 26 сентября 2024 года диссертационный совет принял **решение**:

за решение научной задачи, связанной с разработкой научно-методических средств оценки эффективности организации эвакуации людей из общественных зданий с учетом фактора паники в условиях динамически меняющейся ситуации, имеющей значение для развития интеллектуализации в процессах принятия решений в организационных системах, присудить Котковой Е.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

Смирнов Алексей Сергеевич

Матвеев Александр Владимирович

27 сентября 2024 г.