

2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.061.02
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 31.10.2017 № 9

О присуждении Витовой Татьяне Брониславовне, гражданке Российской Федерации, **ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Построение и исследование клеточно-автоматной стохастической модели движения людей» **по специальности** 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ **принята к защите** 13 июня 2017 года, **протокол № 7 диссертационным советом Д 003.061.02 на базе** Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6, созданным приказом Минобрнауки России №105/нк-209 от 11.04.2012 г.

Соискатель Витова Татьяна Брониславовна 1984 года рождения в 2007 году **окончила** Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет». В 2010 г. **окончила** очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет». **Работает** младшим

научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленном подразделении ФИЦ КНЦ СО РАН, Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в отделе информационно-телекоммуникационных технологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Кирик Екатерина Сергеевна, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, отдел информационно-телекоммуникационных технологий, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Казунина Галина Алексеевна – доктор технических наук, доцент по кафедре высшей математики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», профессор кафедры математики;

Мурзин Фёдор Александрович – кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской

4

академии наук, заместитель директора по научной работе – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), г. Томск в своем положительном заключении подписанном Евтушенко Ниной Владимировной, доктором технических наук, профессором, ТГУ, заведующий лабораторией компьютерных наук и Матросовой Анжелой Юрьевной, доктором технических наук, профессором, ТГУ, профессор кафедры программирования указала, что диссертационная работа Т.Б. Витовой «Построение и исследование клеточно-автоматной стохастической модели движения людей» является научно- квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Результаты диссертации могут быть использованы в специализированных организациях, занимающихся вопросами пожарной безопасности, эвакуацией (ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Академии ГПС МЧС России, ФГБОУ ВО Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России и др.); в научных организациях и вузах, занимающихся развитием методов математического моделирования пешеходного движения (ИВМ СО РАН, НИУ ВШЭ, ФГБОУ ВО ПГУТИ и др.).

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 24 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 8 работ. Опубликованные работы представляют собой статьи в научных журналах (8 статей опубликованы в журналах, включённых в перечень ВАК, в том числе 6 статей из списка Web of Science), материалы и тезисы конференций общим объемом 9,34 печ. л. и в полном объёме отражают

5

содержание диссертации. В работах отражены результаты научного исследования: разработанная клеточно-автоматная стохастическая модель движения людей, проведённые численные исследования модели, построенные фундаментальные диаграммы, сравнение с данными натурного эксперимента. Наиболее значимые работы по диссертации:

1. Kirik, E. Artificial Intelligence of Virtual People in CA FF Pedestrian Dynamics Model / E. Kirik, T. Yurgel'yan (**Vitova**), D. Krouglov // Lecture Notes in Computer Science. Parallel Processing and Applied Mathematics. – 2010. – Vol. 6068. – P. 513-520.

Авторский вклад: участие в формулировке математической модели и программной реализации модели.

2. Kirik, E. On Influencing of a Space Geometry on Dynamics of Some CA Pedestrian Movement Model / E. Kirik, T. Yurgel'yan (**Vitova**), D. Krouglov // Lecture Notes in Computer Science. Cellular Automata. – 2010. – Vol. 6350. – P. 474-479.

Авторский вклад: проведение исследований и обработка результатов. Построение фундаментальных диаграмм. Исследование влияния поворотов на фундаментальную диаграмму в зависимости от параметров модели.

3. Юргельян (**Витова**), Т. Б. О валидации модели движения людей SIGMA.CA по данным фундаментальных диаграмм / Т. Б. Юргельян, Е. С. Кирик, Д. В. Круглов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. – 2010. – N 5. – С. 162-166.

Авторский вклад: сбор данных для построения фундаментальных диаграмм, обработка результатов модельного эксперимента, сравнение с данными натурного эксперимента, найденными в литературе.

4. Kirik, E. On realizing the shortest time strategy in a CA FF pedestrian dynamics model / E. Kirik, T. Yurgel'yan (**Vitova**), D. Krouglov // Cybernetics and Systems. – 2011. – Vol. 42(1) – P. 1-15.

Авторский вклад: проведение исследований, обработка и анализ полученных результатов, сравнение стратегий кратчайшего пути и быстрого пути.

5. Юргельян (**Витова**), Т. Б. О чувствительности математической модели движения людей SIgMA.CA к геометрии пути / Т. Б. Юргельян, Е. С. Кирик, Д. В. Круглов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Математика и физика. – 2011. – Т. 4, N 4. – С. 556-568.

Авторский вклад: проведение исследований, статистическая обработка и анализ полученных результатов, сравнение стратегий кратчайшего пути и быстрого пути.

6. Kirik, E. On Validation of the SIgMA.CA Pedestrian Dynamics Model with Bottleneck Flow / E. Kirik, T. **Vitova** // Lecture Notes in Computer Science. Cellular Automata. – 2012. – Vol. 7495. – P. 719-727.

Авторский вклад: анализ литературы, проведение исследований, статистическая обработка и анализ полученных результатов.

7. Kirik, E. Cellular Automata Pedestrian Movement Model SIgMA.CA: Model Parameters as an Instrument to Regulate Movement Regimes / E. Kirik, T. **Vitova** // Lecture Notes in Computer Science. Cellular Automata. – 2014. – V. 8751. – P. 501-507.

Авторский вклад: проведение исследований, статистическая обработка и анализ результатов.

8. Kirik, E. On Formal Presentation of Update Rules, Density Estimate and Using Floor Fields in CA FF Pedestrian Dynamics Model SIgMA.CA / E. Kirik, T. **Vitova** // Lecture Notes in Computer Science. Cellular Automata. – 2016. – Vol. 9863. – P. 435-445.

Авторский вклад: формализация правил переходов, пояснения к учёту поля расстояний, пример и сравнение оценки плотности частиц в направлении в зависимости от расположения других частиц относительно текущей.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

На автореферат поступило 3 отзыва. Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертационная работа соответствует специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

1. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Литвинцевым К.Ю., научным сотрудником лаборатории физических основ энергетических технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Отзыв положительный, содержит замечания:

- в автореферате вводится понятие «частицы» раньше, чем оно определяется;
- использование перехода только в смежные ячейки, должно приводить к снижению скорости при низких плотностях на участках с диагональным направлением движения людей (пример таких участков можно увидеть на рисунке 1), проводились ли оценки такого влияния, например, при тестировании движения в прямом коридоре, развёрнутом под углом к осям координат и совпадающим с ними?
- в автореферате не приведено обоснования выбора основных параметров (k_p , k_s , k_w) для функции переходных вероятностей;
- возможно, следовало рассмотреть влияние отношения параметров k_p , k_s , k_w на время выхода и процесс движения, а не только значения самих параметров;
- из автореферата не совсем ясна процедура сравнения модельных и натурных ФД.

2. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Семёновой Д.В., доцентом кафедры высшей и прикладной математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Сибирский федеральный университет, г. Красноярск. Отзыв положительный, содержит замечание:

- из автореферата непонятна методика сравнения фундаментальных диаграмм на модельных и натурных данных.

3. Отзыв на автореферат, подписанный к.т.н. Ягодкой Е.А. доцентом кафедры надзорной деятельности Учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия ГСП МЧС России», г. Москва. Отзыв положительный, содержит замечания:

- в автореферате не приведена информация о том, каким образом определяются основные параметры k_S , k_W , k_P , r , т.е. от чего зависят значения, принимаемые для этих параметров;
- в работе не представлено обоснование принятия длины шага человека 0,4 м, вместо общепринятых и нормативно закреплённых 0,7 м;
- допускаются ошибки при написании общепринятых сокращений единиц измерений: на стр. 12 автореферата при указании длин коридора, принятых для оценки растекания потока, единицы измерения написаны с точкой.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области математического моделирования, в том числе с помощью методов клеточно-автоматного моделирования, наличием публикаций в указанной сфере исследований и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана клеточно-автоматная стохастическая модель движения людей, в которой введены и формализованы стратегии быстрого пути, кратчайшего пути, терпеливого человека, что позволило учесть данные особенности движения людей и тем самым повысить качество моделирования;

предложены новый способ использования поля расстояний в формуле переходных вероятностей, снимающий ограничения на линейные размеры расчётной области; набор новых тестовых задач, которые позволяют адекватно оценивать область применения модели; уточнение скорости движения для перевода дискретного времени в естественные единицы измерения, что позволило оценивать время движения ближе к данным натурного эксперимента;

доказана перспективность использования клеточно-автоматных стохастических моделей движения людей;

введены новые понятия о движении человека: стратегия «быстрого пути», стратегия «кратчайшего пути», стратегия «терпеливого человека».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана экспериментально эффективность использования введенных в модель стратегий движения;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы теория клеточных автоматов, методы теории вероятности и математической статистики, методы непараметрического оценивания;

изложены формализованные правила переходов, формальные определения стратегий движения людей быстрого и кратчайшего пути, терпеливого человека, алгоритмы численной реализации модели;

раскрыты особенности влияния параметров модели на движение частиц (людей) и реализацию стратегий движения кратчайшего пути и быстрого пути;

изучены особенности движения частиц (людей) на разнообразных примерах геометрии расчётной области;

проведена модернизация существующей математической модели движения людей.

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

разработана и внедрена (указать степень внедрения) клеточно-автоматная стохастическая модель движения людей. Результаты исследований применялись в ИВМ СО РАН в рамках ФЦП «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2012 года» для решения задач оценки угроз пожарной безопасности на объектах сферы науки и образования; в ВНИИПО МЧС при разработке рекомендаций по организации поэтапной эвакуации зданий;

определены границы практического использования модели;

создан набор новых тестовых задач для исследования моделей движения людей;

представлены возможности применения разработанной клеточно-автоматной модели для решения задач моделирования движения людей (эвакуации) из зданий и сооружений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ соответствие результатов моделирования данным натурного эксперимента, взятых из открытых литературных источников;

теория построена на аппарате клеточных автоматов;

идея базируется на анализе, обобщении и развитии передового мирового опыта в области моделирования движения людей, основанного на теории клеточных автоматов;

использованы опубликованные данные по рассматриваемой тематике, которые сравнивались с авторскими данными;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с аналогичными результатами в сторонних источниках;
использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.