



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**

Россия, 125319, Москва, Ленинградский просп., 64.
Тел. (499) 346-01-68 доб. 12-00, факс (499) 151-89-65. Интернет: <http://www.madi.ru>. E-mail: info@madi.ru

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора МАДИ
Д.Б. Ефименко



ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» на диссертационную работу Чечиной Антонины Александровны на тему: «Математическое моделирование транспортных потоков на основе теории клеточных автоматов» по специальности 05.13.18. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Актуальность исследования

Диссертационная работа Чечиной А.А. посвящена актуальной проблеме математического моделирования транспортных потоков.

Несмотря на многолетнюю историю развития транспортного моделирования, данная тема по-прежнему остается недостаточно исследованной и привлекает интерес ученых во всем мире.

В связи с развитием вычислительной техники появилась возможность, во-первых, обрабатывать большие объемы данных, поступающих с камер видеонаблюдения и датчиков, установленных на автодорогах, а во-вторых, применять для расчетов более точные математические модели, ранее недоступные по причине больших вычислительных затрат.

Модель, представленная в работе Чечиной А.А., основана на теории клеточных автоматов, что обеспечивает возможность описывать поведение водителей и их взаимодействие друг с другом и с дорожной инфраструктурой. Параллельная реализация модели, адаптированная для высокопроизводительных вычислительных систем,

Содержание диссертации

Во введении приведены краткие сведения об актуальности выбранной темы исследования, сделан обзор современного состояния исследований по теме, указаны цели и задачи диссертационной работы, научная новизна, методика

исследований, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность полученных результатов, приведен список конференций, на которых представлялась работа, и список грантов РФФИ, включающих полученные в рамках работы над диссертацией результаты. Приведены основные положения, выносимые на защиту, а также объем и структура диссертационной работы.

В первой главе содержится обзор основных методов и подходов к транспортному моделированию – макроскопического, мезоскопического и микроскопического. Приводятся основные модели, относящиеся к каждому из подходов, а также рассматривается история развития клеточных автоматов как самостоятельной математической теории. Отдельный подраздел главы посвящен применению теории клеточных автоматов к транспортному моделированию. Приводится модель Нагеля-Шрекенберга, которая легла в основу созданной в рамках диссертационной работы модели.

Во второй главе представлена созданная автором диссертационной работы двумерная математическая модель транспортных потоков на основе теории клеточных автоматов, а также алгоритмы, входящие в нее. Приведено обобщение модели Нагеля-Шрекенберга на многополосный случай, описываются алгоритмы перестроения для различных ситуаций. Рассматриваются разработанные автором алгоритмы движения транспортного потока на различных элементах улично-дорожной сети, таких как, например, регулируемый четырехсторонний перекресток, Т-образный перекресток, участок с разворотом, участок с сужением/расширением и так далее. Приводятся алгоритмы, описывающие различные стратегии поведения водителей: они могут быть «агрессивными», «осторожными» и «вежливыми». Приводится верификация созданных алгоритмов на ряде тестовых задач.

Третья глава посвящена численной реализации созданной модели и алгоритмов. Программный комплекс, получивший название САМ-2D (Cellular Automata 2-Dimensional), написан на языке C/C++ и использует библиотеку Glut для визуализации расчетов. Визуализация при помощи Glut происходит одновременно с расчетом и позволяет отлаживать программу и анализировать результаты. Программный комплекс имеет модульную структуру, каждый модуль отвечает за расчет одного элемента УДС, реализуя соответствующие алгоритмы, представленные в Главе 2: прямолинейный участок, перекресток (включая различные типы и настройки светофоров), участок с расширением/сужением, въезд/выезд с автомагистрали, участок с разворотом, участок с пешеходным светофором и т. д.

Для расчетов на дорожных сетях была создана параллельная версия программы. Параллельная версия программного комплекса САМ-2D написана на языке C/C++. Отладка и тестовые расчеты выполнены на суперкомпьютере К-100 ЦКП ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

Четвертая глава посвящена верификации созданной модели, алгоритмов и программного комплекса. Для этого решается ряд тестовых задач и

проводится сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, результатами других исследователей и результатами, полученными при помощи коммерческого пакета для транспортного моделирования Aimsun TSS.

Научная новизна

В рамках диссертационного исследования создана оригинальная модель на основе теории клеточных автоматов, учитывающая стратегии водителей и их взаимодействие с элементами дорожной инфраструктуры – дорожными знаками, разметкой, светофорами. Обычно такие элементы затруднительно реализовать в моделях, использующих уравнения движения. В подходе на основе теории клеточных автоматов это оказалось возможным.

Модель реализована в виде программного комплекса для высокопроизводительных вычислительных систем, что отличает работу от других.

Созданная модель на основе теории клеточных автоматов является новой и оригинальной.

Теоретическая и практическая значимость работы

Созданная модель может служить основой для создания более сложных и подробных моделей транспортного потока в рамках теории клеточных автоматов. Разработанные алгоритмы для параллельных вычислительных систем представляют интерес как основа для создания новых подходов к моделированию автотранспорта.

Созданная модель и программный комплекс могут служить базой для интеллектуальных транспортных систем (ИТС) городов.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Созданная модель, алгоритмы и комплекс программ верифицированы на тестовых задачах. Тестовые расчеты согласуются с экспериментальными данными, работами других исследователей и данными, полученными при помощи коммерческого пакета моделирования трафика Aimsun TSS.

Публикации по теме диссертации, апробация работы

Полученные в диссертации результаты представлены в 17 научных работах, из которых 12 проиндексированы в Web of Science и Scopus, а 5 опубликованы в изданиях из перечня ВАК. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты работы докладывались и обсуждались на Российских и международных конференциях.

Замечания

1. В основу модели, созданной автором диссертационной работы, положена модель Нагеля-Шрекенберга, представляемая в терминах клеточных автоматов. В диссертационной работе упоминается простой вариант этой модели, формулируемый в терминах элементарного клеточного автомата 184 в терминологии С. Вольфрама. Для этого варианта, его вероятностной разновидности и некоторых обобщений получены аналитические результаты, например, в работах М. Л. Бланка. Но в диссертационной работе

об этих результатах не упоминается.

2. По тематике моделирования автотранспортного движения на перекрестках разработан подход и получены значительные результаты М.А. Федоткиным и его коллективом. Этот подход предусматривает моделирование движения на пересечении дорог с помощью системы массового обслуживания с конфликтными потоками. Об этом направлении не упоминается в диссертационной работе.

Заключение о диссертации

Диссертационная работа выполнена на высоком уровне. Получены новые существенные результаты.

Работа отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Чечина Антонина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доклад соискателя был обсужден на заседании кафедры «Высшая математика»

название структурного подразделения организации (кафедра, лаборатория, отдел)

14.10.2021 г., протокол № 2.

дата

Проф., д.ф.-м.н., доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

А.Г. 26.11.2021

А.Г.Таташев
ФИО

подпись, дата

Подпись Таташева Александра Геннадьевича заверяю
ФИО полностью

Проректор по научной работе
д.т.н, д.п.н, профессор



М.Ю. Карелина
подпись

Полное название организации: ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

Почтовый индекс, адрес организации: 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, 64.

Телефон: Тел. 8 (499) 155-03-26

Адрес электронной почты: mathematics@madi.ru