

ОТЗЫВ

официального оппонента **Чурбановой Натальи Геннадьевны** на диссертационную работу **Городничева Михаила Геннадьевича «Информационные и математические аспекты модели следования за лидером»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 — Теоретические основы информатики (по техническим наукам)

Актуальность темы выполненной работы

В настоящее время бурно развиваются многие социально-технические системы, при этом движение однотипных частиц на ограниченном пространстве и высоких скоростях обостряет проблемы безопасности. Частным примером таких проблем является, например, организация пешеходных потоков в местах массового скопления людей, мероприятия по эвакуации людей при катастрофах. Также одной из важнейших проблем современного индустриального общества, имеющей большое экономическое, социальное и экологическое значение, являются многочасовые заторы и пробки, возникающие на улицах больших городов и автострадах. В последние десятилетия помимо статистических и феноменологических исследований большой интерес вызывает математическое моделирование транспортных потоков. В настоящее время, ввиду приближающейся к критической транспортной обстановки в г. Москве и в ряде других крупных российских городов, проведение фундаментальных научных исследований в этой области становится чрезвычайно актуальным. При этом возникает необходимость в создании специализированных математических моделей, адекватно описывающих класс задач о динамике социально-технических систем, а также в создании алгоритмов и методов управления динамическими системами.

Предметом исследования диссертационной работы Городничева М.Г. являются: моделирование движения частиц с мотивированным поведением и аналитическое исследование предложенных моделей, методы мониторинга

движения частиц на примере транспортных потоков, разработка эффективной системы управления этим движением на базе использования средств вычислительной техники.

Эти исследования имеют очевидную практическую направленность, поскольку полученная интеллектуальная система позволяет рационально организовывать движение, соблюдая при этом условия безопасности.

В силу вышеизложенного, тема диссертационной работы безусловно является актуальной.

Степень обоснованности и достоверности

Основные результаты диссертационной работы сформулированы в виде разработанных автором программных комплексов, моделей и методов управления потоками частиц с мотивированным поведением для организации оптимального движения. Положения, выносимые на защиту, прошли апробацию на различных российских и международных научных конференциях и опубликованы в 9 печатных работах, из которых 7 статей в международных рецензируемых изданиях, приравненных списку ВАК.

Научная новизна полученных результатов

В диссертационной работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- Исследованы принципы создания и функционирования программных и аппаратных средств автоматизации управления процессами динамики цепочек с мотивированным поведением на примере автотранспортных потоков;
- Реализованы пассивный и интерактивный методы исследования однонаправленного движения частиц и определения основных параметров движения;
- Созданы и аналитически исследованы оригинальные модели "Следования за лидером" и "Заднего привода" в точных

математических постановках, с различными граничными условиями, для частных и общих случаев, показана их принципиальная разница;

- Получены условия устойчивого и безопасного движения в рамках предложенных моделей;
- Разработан инфокоммуникационный метод реализации созданных моделей для управления транспортным потоком;
- Создано имитационное программное обеспечение.

Структура и содержание работы

Основной текст работы состоит из введения, трех глав и заключения.

Во введении проводится авторское обоснование актуальности исследуемой проблемы и обсуждается степень разработанности темы исследования. Основным объектом исследования является динамика цепочки частиц, движущихся по одномерной траектории, при этом расстояние между частицами зависит от скорости и обеспечивает безопасность движения. Модели такого типа известны в теории транспортных потоков, но имеют ограниченные свойства по применению в реальных автоматизированных системах. Во введении формулируются цель и задачи, даётся описание их теоретической и практической значимости, сформулированы положения, выносимые на защиту. Приводится информация об апробации результатов, публикациях автора.

Первая глава работы (стр. 31-58) посвящена разработке пассивных и интерактивных методов мониторинга и идентификации характеристик движения цепочки частиц с мотивированным поведением. В качестве модели цепочки принята одна из микроскопических из класса следования за лидером, где функция динамического габарита является квадратичной функцией (модель Танака). Приводится подробное описание программного обеспечения, разработанного соискателем для получения потока данных о характеристиках цепочки частиц как пассивным методом, в котором в

качестве оконечного устройства применяется микроволновой радар SSHD, так и интерактивном методом, с оконечными устройствами – смартфонами. Отличительной чертой подхода является достаточная точность.

Во второй главе (59-86) аналитически исследованы и сформулированы две задачи с фазовыми ограничениями – следования за лидером (СЛ) и заднего привода (ЗП). Сформулированы понятия - динамического габарита (расстояние безопасности) и тотально-связного движения. Для обоих типов моделей рассмотрены случаи линейного (Гринцильдса), квадратичного (Танака) динамического габарита и динамического габарита общего вида. Данные модели исследованы на устойчивость относительно параметров. Для задач СЛ и ЗП выведены необходимые и достаточные условия существования тотально-связного движения. Исследованы качественные свойства и выявлено различие моделей. В сформулированной точной математической постановке задача СЛ – это задача Коши, для которой при заданных условиях гарантировано существование и единственность решений. Задача ЗП представляет собой дифференциальный оператор. Для модели СЛ с динамическим габаритом Танака выявлена взаимосвязь между параметрами системы, при которых цепочка произвольной конечной длины существует с учётом допустимого поведения лидера. В случае обобщенного динамического габарита в модели «Следования за лидером» показано, что при движении лидера, близком к равномерному и удовлетворяющему ограничениям, все звенья цепочки также будут сходиться к равномерному движению.

Третья глава (87-116) посвящена вопросам применения инфокоммуникационных технологий (ИКТ) в задачах управления цепочкой частиц с мотивированным поведением. Приведена реализация интеллектуальной системы управления потоком частиц. Рассмотрена реализация задач движения пары автомобилей с заданным законом лидера и функцией динамического, обобщённой задачи движения цепочки из $N+1$ звена и движения цепочки с дополнительными ограничениями, в окрестности

узких мест. Реализация систем построена на модели «клиент-сервер». В роли конечных устройств (клиентов) выступает мобильное устройство, что является плюсом, так как в настоящее время мобильное устройство есть у каждого водителя и это не повышает стоимость реализации. Разработан альтернативный метод оценки расстояния между автомобилями, что помогает повысить отказоустойчивость. Для решения задачи движения в окрестности критических режимов создано имитационное программное обеспечение. Приведён анализ существующих систем.

В заключении приводится обсуждение и формулировки основных результатов диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Работа оформлена несколько небрежно: есть довольно большое число грамматических ошибок (или опечаток).

2. Некоторые понятия или параметры встречаются в тексте до того, как даётся их точное определение, так что вначале не всегда понятно, о чём идёт речь.

3. В Главе 3 в разделе "Исследование критических режимов" допущены ошибки при ссылке на рисунки 67-68, нет ссылки на рисунок 69. Непонятно, какие комментарии к какому рисунку относятся, это приходится домысливать самостоятельно, описанные результаты моделирования неочевидны.

4. Созданные модели "Следования за лидером" и "Заднего привода" описывают только случай однополосного движения, в то время как большой практический интерес представляют потоки на многополосных трассах, в связи с чем было бы полезно дальнейшее развитие предложенных подходов.

Считаю, однако, что отмеченные выше недостатки не умаляют значения и достоинств диссертации и принципиально не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа Городничева Михаила Геннадьевича посвящена актуальным вопросам создания и функционирования программных и аппаратных средств автоматизации управления процессами динамики цепочек с мотивированным поведением, математического моделирования и управления на примере транспортных потоков. Она выполнена на хорошем научном уровне и является законченным научно-квалификационным исследованием. Научная новизна основных результатов диссертации высокая. Основные результаты диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях и в должной мере отражены в научных публикациях, включая издания, приравненные к перечню ВАК. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Работа «Информационные и математические аспекты модели следования за лидером» удовлетворяет всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Городничев Михаил Геннадьевич, безусловно заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики (по техническим наукам).

Старший научный сотрудник отд. №16
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
кандидат физико-математических наук

 /Чурбанова Н.Г./

Подпись Н.Г. Чурбановой заверяю:

Ученый секретарь ИПМ
им. М.В. Келдыша РАН
кандидат физико-математических наук

  /Маслов А.И./

8 апреля 2015г.