

## **ОТЗЫВ**

ведущей организации о диссертации М.Г. Городничева “Информационные и математические аспекты модели следования за лидером”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертация М.Г. Городничева посвящена исследованию актуальных вопросов, связанных с безопасностью и эффективностью передвижения частиц в социально-технических системах. Основные системные решения относятся к трафику, где обеспечение устойчивости движения цепочки в одной полосе движения является острой и требующей решения на современном уровне развития техники. При решении данной задачи возникает множество как теоретических, так и технических проблем. Актуальность этой тематики в настоящее время только возрастает, и результаты, полученные в указанном направлении, являются определяющими для весьма широкого круга задач разработки теоретических основ компьютерной реализации новых информационных технологий, математического моделирования и теории доказательного вычислительного эксперимента. Свидетельством этого являются многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей (А.С. Бугаёв, А.П. Буслаев, А.М. Валуев, В.М. Вишневский, В.В. Козлов, К.Е. Самуйлов, А.Г. Таташев, Б.Н. Четверушкин, Н.Г. Чурбанова, М.В. Яшина и др.).

### **Структура и содержание работы**

Основной текст работы включает Введение, три главы и Заключение.

Во введении проводится авторское обоснование актуальности исследуемой проблемы, обсуждается степень разработанности темы исследования, 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 вопросам автоматизации мониторинга и идентификации моделей потоков частиц с мотивированным поведением. В качестве модели цепочки принят один из классов, исследованных во второй главе моделей, - модели Танака, где динамический габарит является квадратичной функцией. Разработаны методы автоматизированного мониторинга и идентификации параметров модели Танака. Отличительной чертой подхода является достаточная точность и функционирование в квазиреальном режиме времени.

В работе сферой реализации и апробации является трафик, но созданные методы могут применяться для других систем частиц. Описываются разработанные автором методы пассивного и интерактивного мониторинга. Получена технология оценки коэффициентов функции безопасности цепочки частиц. Проведена оценка погрешности разработанных методов. На базе разработанных методов проведено исследование экспериментальных данных автотранспортного потока, получены параметры потока для выбора модели, выявлены другие важные особенности рассмотренной социально – технической системы.

Во второй главе (стр. 59-86) формулируются математические постановки моделей «Следования за лидером» и модели «Заднего привода». Введены основные понятия, использованные в работе. Это понятия динамического габарита (расстояние безопасности) и тотально-связного движения. Приведена классификация функций динамического габарита. Несмотря на актуальность задачи моделирования трафика и десятилетия внимания естественно-научных исследователей к микромоделям (Гриншильдс, Танака, Газис, Ньюэлл и др.), до настоящего времени достаточных аналитических исследований цепочки частиц с нелинейными функциями габарита и фазовыми ограничениями не проводилось, отчасти из-за сложности исследования нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, отчасти из-за отсутствия стимула со стороны смежных наук, и прежде всего, развития интеллектуальных технологий.

Рассмотрены и исследованы случаи линейного, квадратичного динамического габаритов и обобщенного динамического габарита общего вида. Аналитически получены достаточные условия существования тотально-связного движения для моделей следования за лидером. Для линейного случая функции динамического габарита в модели «Следования за лидером» и модели «Заднего привода» получены необходимые и достаточные условия существования тотально-связного движения, т.е. устойчивости модели. Выявлена принципиальная разница между моделями. Для квадратичной функции динамического габарита в модели "Следования за лидером" 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 удовлетворяющем ограничения, все звенья цепочки так же будут сходиться к равномерному движению.

Третья глава (стр. 87-116) посвящена разработке методов применения современных информационно - коммуникационных технологий (ИКТ) в задачах управления цепочкой частиц с мотивированным поведением.

Тематика третьей главы замыкает цепочку «распознавание системы – построение виртуального будущего – обеспечение реального поведения в соответствии с эффективной и безопасной виртуальной моделью». В рамках созданной принципиальной схемы функционирования потока частиц с элементами искусственного интеллекта рассмотрены несколько задач.

Рассмотрена реализация задачи связного движения пары частиц с заданным законом перемещения лидера и определенной функцией динамического габарита. Реализация системы построена на модели «клиент-сервер». В роли конечных устройств (клиентов) выступают мобильные устройства. Разработан альтернативный метод оценки характеристик потока с использованием устройств видеозахвата и автоматической обработки изображений, что помогает повысить отказоустойчивость системы.

Решена задача управления потоком из многих частиц на основе виртуальной модели с отслеживанием выполнения фазовых ограничений.

Рассмотрена задача управления цепочкой в окрестности критических режимов, когда состояние системы выходит на границу области определения. Создано программное обеспечение управления движением на основе известной задачи Фуллера, ранее использованной в алгоритмах стабилизации выводимых на орбиту космических объектов .

Абсолютное большинство разработанных автором положений опробовано на примере трафика, что крайне актуально для современной России. Используемые относительно недорогие приборы позволяют предположить, что без существенных удельных затрат эти ИКТ технологии могут быть применены для функционирования других социально-технических систем, где безопасность и эффективность являются определяющими.

В заключении приводится краткая формулировка основных результатов диссертации.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Основные научные положения, сформулированные в диссертации, основаны на использовании методов математического анализа, теории нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений и неравенств, методов автоматизированной обработки данных, цифровой обработки сигналов, современных методов передачи информации.

Все выводы диссертации (они сформулированы в каждой главе) и вытекающие из них рекомендации обоснованы результатами проведённых исследований; утверждения доказаны на современном уровне строгости.

### **Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Подтверждена сопоставительным анализом разработанных и существующих подходов и методов. Теоретические положения, выведенные в работе, обосновываются строгостью исходных посылок и корректным применением использованного математического аппарата.

## **Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Автором разработан комплексный подход к управлению цепочками частиц с мотивированным поведением. Соединены в рамках одного технологического процесса и в режиме реального времени три компонента: мониторинг и распознавание, моделирование и построение виртуального будущего, управление реальным объектом в соответствии с моделью.

К результатам диссертации, обладающих научной новизной, относятся следующие результаты:

1. Разработаны методы пассивного и интерактивного исследования потоков частиц, в основе которых лежат современные инфокоммуникационные технологии.

2. Даны многокомпонентные постановки классов задач «Следования за лидером» и «Заднего привода», моделирующих движение связного потока частиц. Проведено аналитическое исследование для различных вариантов моделей (линейного, квадратичного, обобщенного). Получены достаточные и необходимые условия существования тотально-связного движения.

3. На базе современных способов захвата, обработки и передачи информации разработана система управления движением потока частиц с мотивированным поведением. Создана система управления для решения задачи движения потока частиц в окрестности критического режима.

## **Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Теоретическая значимость разработанных подходов заключается в том, что они составляют алгоритмическую основу для разработки специализированных компьютерных систем, ориентированных на решение круга проблем, связанных с массовыми мероприятиями и других социально – технических систем, где безопасность и эффективность функционирования являются определяющими.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные алгоритмы и программное обеспечение в рамках научных

проектов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Министерства образования Российской Федерации, опробованы автором на примере трафика и имеют хорошие перспективы массового внедрения.

Результаты диссертации можно рекомендовать для использования в управлении потоков частиц.

### **Общие замечание по работе**

1. Текст диссертации содержит значительное число описок и опечаток. Это замечание относится и к тексту автореферата.

2. Некоторые разделы изложены излишне сжато. Например, весьма схематично описана техническая реализация решений отдельных задач.

3. В качестве рекомендации был бы уместен более подробный обзор существующих систем и методов. Однако здесь следует учесть значительную коммерческую и иную ценность решений в данной области, которая препятствует свободному распространению информации. Это обстоятельство отчетливо проявляется на примере фирм – производителей автомобилей.

Сделанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку.

### **Соответствие содержания диссертации указанной специальности**

Содержание диссертации соответствует указанной специальности по следующим областям исследования: Исследование, в том числе с помощью средств вычислительной техники, информационных процессов, информационных потребностей коллективных и индивидуальных пользователей (п.1), разработка теоретических основ создания программных систем для новых информационных технологий (п.14).

### **Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации**

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

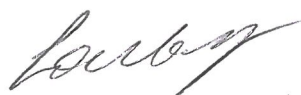
## Заключение о соответствии диссертации критериям, установленными Положением о порядке присуждения учёных степеней

Диссертация М.Г. Городничева “Информационные и математические аспекты модели следования за лидером” является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи исследования и управления движением цепочкой частиц с мотивированным поведением, имеющее существенное значение для исследований в рамках специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Основные положения и результаты диссертации в должной мере отражены в научных публикациях, докладывались и обсуждались на научных семинарах и конференциях.

Работа соответствует требованиям ВАК, предъявленным к кандидатским диссертациям, а Михаил Геннадьевич Городничев заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Заместитель начальника отдела управления  
информационно-телекоммуникационного обеспечения  
Службы специальной связи и информации  
Федеральной службы охраны  
Российской Федерации  
кандидат технических наук

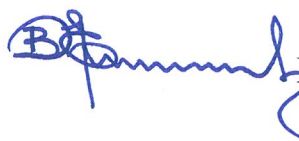


Ю.Э. Ивин

10.04.15

Подпись Ивина Юрия Эдуардовича удостоверяю:

Начальник управления  
информационно-телекоммуникационного обеспечения  
Службы специальной связи и информации  
Федеральной службы охраны  
Российской Федерации



В.Д. Ермольчик