

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы А.А. Агафонова «Методы и алгоритмы обработки гетерогенной информации и адаптивного управления в интеллектуальной транспортной системе», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

В диссертации А.А. Агафонова исследуются важные теоретические и прикладные вопросы, связанные с повышением эффективности и безопасности управления транспортными потоками в условиях разветвленной городской дорожной сети. Основные задачи решаются в рамках парадигмы так называемой кооперативной интеллектуальной транспортной системы, под которой понимается совокупность разнородных транспортных средств и дорожной инфраструктуры, объединенных единой информационной средой. Структура и алгоритмическое содержание этой информационной среды с точки зрения управления эффективностью и безопасностью дорожного движения в конечном итоге и являются предметом исследования в представленной диссертации.

Построение теоретических методов, ориентированных на решение указанных задач, а также разработка соответствующего математического и программного обеспечения вычислительных средств позволяют более эффективно использовать дорожную инфраструктуру, оптимизировать транспортные потоки, а также прогнозировать дорожные ситуации. В этой связи тема и содержание диссертационной работы А.А. Агафонова являются актуальным направлением исследований и разработок.

В **первом** разделе диссертации проводится анализ современного состояния исследований в соответствующей области и обосновывается постановка целей и задач, решаемых в диссертации.

Во **втором** разделе рассматривается задача краткосрочного прогнозирования параметров транспортных потоков. К числу основных результатов можно отнести алгоритм прогнозирования на основе обработки больших данных, алгоритмы прогнозирования на основе графовой нейронной сети в условиях неизменной структуры городской дорожной сети, метод прогнозирования гетерогенного транспортного потока в городской среде, включающей как подключенные, так и управляемые водителями транспортные средства, и др.

**Третий** раздел диссертации посвящен разработке математических моделей, методов и алгоритмов решения задачи директивного управления в транспортной системе. Основными результатами в данном разделе являются алгоритм адаптивного управления на основе машинного обучения с подкреплением при условии достаточного количества данных для обучения нейронной сети, методы адаптивного управления на основе максимизации взвешенного потока транспортных средств на основе детерминированной модели прогнозирования движения транспорта и на основе обучаемой модели глубокой нейронной сети регрессионного вида, а также метод адаптивного управления на регулируемых перекрестках.

Входящий № *206-2267*  
Дата 30 НОЯ 2023  
Самарский университет

В четвертом разделе рассматривается задача так называемого косвенного управления в транспортной системе. Предложены и обоснованы алгоритмы прогнозирования движения отдельных видов транспортных средств, навигационной задачи отыскания надежного пути, задачи построения маршрутов движения транспортных средств в городской дорожной сети. Помимо этого, отдельно рассматриваются задачи обеспечения информационной безопасности коммуникаций.

Наконец, пятый раздел диссертации посвящен разработке архитектуры и практической реализации программного комплекса для управления кооперативной транспортной системой. Созданный комплекс программ позволяет реализовать разнообразные функции:

- давать анализ и прогноз скорости движения с использованием неоднородной информации о состоянии транспортного потока;
- адаптивно управлять транспортным потоком с помощью светофоров;
- рассчитывать время прибытия общественного транспорта на остановочные пункты, а также определять оптимальные маршруты движения;
- рассчитывать оптимальные пути для индивидуального транспорта в стохастической сети и др.

При чтении автореферата создается устойчивое понимание того, что предложенные в диссертации новые методы и алгоритмы детально проработаны как теоретически, так и экспериментально, хорошо описаны, и во многих случаях апробированы путем реального использования.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Не всегда приводится обоснование разработанных алгоритмов, в частности, выбор алгоритма построения траектории движения транспортных средств. Вероятно, это объясняется ограничением на объем автореферата.

2. В тексте автореферата используются некоторые понятия, которые не являются общеизвестными и не определяются в тексте (например, понятие пространственно компактного подграфа, понятие сегмента и др.).

3. На странице 11 автореферата записана матрица Лапласа для графа; следовало бы указать, что на самом деле приведена не сама матрица Лапласа, а ее нормализованная форма. К тому же в формуле имеется опечатка.

Вместе с тем, данные замечания не влияют на содержание полученных новых результатов и не снижают общей ценности представленной работы.

Достоверность и обоснованность полученных научных результатов не вызывает сомнений, поскольку подтверждается публикациями автора в признанных научных журналах. По теме диссертации опубликовано 75 научных работ. Среди них 57 работ в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science (WoS), получено 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Публикации в достаточной степени отражают резуль-

таты диссертации. Результаты исследований также докладывались на большом количестве международных научных конференций.

Основные научные результаты являются новыми и актуальными; они содержат разработанные соискателем теоретические положения, совокупность которых является научным достижением в области разработки интеллектуальных транспортных систем.

Считаю, что диссертационная работа А.А. Агафонова «Методы и алгоритмы обработки гетерогенной информации и адаптивного управления в интеллектуальной транспортной системе» является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на высоком научном уровне, содержит новые важные научные результаты, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», а ее автор, Агафонов Антон Александрович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по указанной специальности.

Я, Каркищенко Александр Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора технических наук Агафонова Антона Александровича и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник

НИИ робототехники и процессов управления  
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»  
доктор физико-математических наук,  
профессор



КАРКИЩЕНКО  
Александр Николаевич

347928 г. Таганрог, ул. Шевченко, 2  
тел.: +7 863 437 16 94  
e-mail: [akarkishenko@sfedu.ru](mailto:akarkishenko@sfedu.ru)

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ОГРН 1031652241  
ую подпись Каркищенко А.Н.  
ЗАВЕРЕНО:  
специалист по управлению персоналом  
Ковалев В.В.  
11 2023 г.

