

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Стрижко Михаила Александровича на тему «Модификация системы управления автотранспортными потоками на регулируемых перекрестках на основе средств искусственного интеллекта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

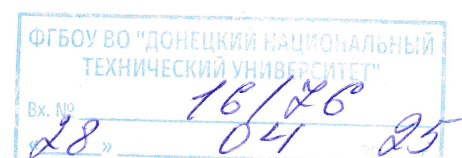
Актуальность темы исследования

Развитие информационных технологий и вычислительных средств ведет к постоянному расширению их области применения для решения самых различных задач, в частности, в сфере управления транспортными потоками в современных высоконагруженных дорожных сетях. Вследствие интенсивного роста автомобильного парка в городах возникает проблема недостаточной пропускной способности улично-дорожных сетей, поэтому вопрос повышения эффективности организации дорожного движения в условиях высокой загрузки становится более острым, особенно для крупных и крупнейших городов.

Теория управления транспортными потоками предлагает множество различных решений, однако уровень их практического использования пока недостаточен и характеризуется определенными проблемами. В связи с тем, что транспортные потоки нестабильны и сильно неравномерны, возникает проблема получения качественной и объективной информации об их параметрах, а также своевременной выработки управляющих воздействий. Проблема образования транспортных заторов, как научная задача, имеет много нерешенных вопросов: выдвигаются различные гипотезы и модели, основанные на движении жидкостей или газов, отдельных агентов, клеточных автоматов, учитываются различные факторы, влияющие на пропускную способность дорог, однако, общей точки зрения в вопросе образования очередей не принято. Регулирование движения транспортных потоков является очень сложным процессом и требует применения различных инструментов и технологий управления.

В связи с этим, тема диссертационного исследования Стрижко М. А. «Модификация системы управления автотранспортными потоками на регулируемых перекрестках на основе средств искусственного интеллекта» является актуальной.

С отзывом ознакомлен 28.04.2025
соискатель Стрижко М.А. *М.А.*



Содержание и структура работы

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и четырех приложений.

Первый раздел посвящен анализу известных методов «гибкого» светофорного регулирования движения на перекрестках, математических моделей описания трафика, а также технических средств реализации интеллектуального управления транспортными потоками. На основании проведенного анализа сделан вывод о том, что существующие системы управления зачастую нечувствительны к микроколебаниям транспортного потока и обеспечивают недостаточно высокое качество управления. В работе упоминается, что известные системы управления, как правило, построены на устаревшей технической базе, в то время как современные детекторы транспорта и технологии передачи и обработки информации позволяют получить большой объем данных о транспортном потоке, упрощая реализацию подобных систем и повышая качество управления. Рассмотрены известные математические модели движения транспорта. Отмечено, что данные модели в большинстве своем принимают интенсивности подъезда и разъезда автомобилей на перекрестках постоянными в течение цикла регулирования, что в условиях неравномерного транспортного потока может негативно сказываться на точности моделирования.

Во втором разделе работы проведено экспериментальное исследование известных математических моделей задержки транспортных средств на перекрестках М. Дж. Бэкманна и Ф. В. Вебстера. Выявлено, что показания модели Ф. В. Вебстера не адекватны экспериментальным данным в условиях города, а степень расхождения показаний модели М. Дж. Бэкманна с экспериментальными данными зависит от характера транспортного потока через перекресток и режима регулирования соседних светофорных объектов. В качестве критерия применимости модели М. Дж. Бэкманна предлагается использовать коэффициент неравномерности транспортного потока в течение цикла регулирования. При значениях данного коэффициента в диапазоне от 0,95 до 1,05 автор предлагает считать модель М. Дж. Бэкманна применимой.

Осуществлена модификация модели М. Дж. Бэкманна путем введения в нее выражения, учитывающего сдвиг режима регулирования на соседних светофорных объектах и неравномерность автотранспортного потока, что позволяет применять данную модель в условиях перекрестков с высокой степенью взаимосвязи по транспортному потоку и повысить адекватность

модели, подтверждаемую расхождением модельных и экспериментальных данных в пределах 5 %, в том числе для условий сильной неравномерности транспортных потоков с соседних перекрестков.

Третий раздел диссертации посвящен модификации системы интеллектуального управления автотранспортными потоками на регулируемых перекрестках. В основу ее работы положены методы нечетких множеств, а формирование вектора управляющих воздействий осуществляется при помощи оценки целесообразности смены фазы регулирования. Данный подход позволяет повысить чувствительность системы к микроколебаниям транспортного потока. Отмечается, что принцип работы системы приближен к действиям эксперта-регулирущика, при этом значительно увеличен объем информации о состоянии транспортных потоков на подъездах к перекрестку.

Проведено модельное исследование и сравнение качества управления трех систем: с «жестким» управлением, с интеллектуальным управлением на основе нечеткой логики, предложенной Я. Нииттимаки, и модифицированной автором системы с интеллектуальным управлением на основе нечеткой логики. Предложенные автором решения позволяют повысить качество управления в среднем на 39 % по сравнению с «жестким» управлением и в среднем на 13 % по сравнению с рассмотренной системой интеллектуального управления Я. Нииттимаки.

С целью упрощения получения информации о дорожном движении за пределами зоны действия детекторов транспорта автором разработан алгоритм нейросетевого прогнозирования параметров трафика на основе данных о транспортном потоке на соседних участках. Алгоритм позволяет обеспечить необходимый объем информации о загруженности дорожной сети для реализации предложенного метода управления при снижении качества управления не более, чем на 1,92 % по сравнению с идеализированной системой.

Разработаны рекомендации по практическому применению предложенных решений. Они включают 3 варианта структуры комплекса технических средств интеллектуальной системы управления и позволяют адаптировать использование системы к условиям конкретного города в зависимости от степени освоения технологий Интернета вещей и «облачных» вычислений. Разработанная библиотека специализированных программных модулей на языке Structured Text позволяет реализовать основные функции

интеллектуальной системы управления транспортными потоками на программируемом логическом контроллере.

Диссертационная работа хорошо структурирована, написана технически грамотным и доступным языком. Текст изложен последовательно. Иллюстрации, представленные в работе, достаточно информативны и аккуратно оформлены. Содержание автореферата отражает основные положения и выводы диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Высокий уровень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций обеспечен корректностью поставленных задач и принятых допущений, достаточным объемом и согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, их сопоставлением с данными других авторов, представленными в известных работах, посвященных рассматриваемой тематике.

Диссертация содержит оригинальные решения, что позволяет высоко оценить уровень научной новизны результатов работы.

Исследования основаны на положениях теории массового обслуживания, теории нечетких множеств и нейронных сетей, методах анализа результатов эксперимента, математического и имитационного моделирования.

Замечания

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В таблице 2.1 представлены коэффициенты приведения транспортных средств к легковому автомобилю, но там отсутствует коэффициент для средств индивидуальной мобильности, которым, в соответствии с требованиями ПДД, разрешается ездить по правому краю проезжей части дорог. Для них подразумевается коэффициент, аналогичный велосипедам или иной?

2. В пункте 2.3, по результатам экспериментальных данных, указано, что в условиях неравномерного потока транспортных средств модельные результаты по М. Дж. Бэкманну не адекватны экспериментальным, и модель применима при значениях коэффициента неравномерности в диапазоне от 0,95

до 1,05. На основании чего выбраны границы данного диапазона? И возможна ли корректировка основных влияющих на модель М. Дж. Бэкманна факторов?

3. На рисунке 3.1 приведена структурная схема системы интеллектуального управления транспортными потоками на перекрестке, одним из элементов которой является наблюдатель (модуль прогноза). По какому алгоритму функционирует наблюдатель и какие данные для системы управления он восстанавливает?

4. По формуле 3.1 диссертации следует пояснить, какие именно направления обозначены индексом k и каким образом они учитываются системой управления.

5. На основании каких статистических данных при расчете формулы (3.8) принимается время реакции водителя около 1,3 с?

6. Почему при оценке эффективности предложенной автором системы интеллектуального управления автотранспортными потоками для сравнения выбрана система с интеллектуальным управлением на основе нечеткой логики, предложенная Я. Нииттимаки?

7. Для одного перекрестка обучающая выборка получается значительной и собирается длительное время, обучение нейросети требует больших вычислительных ресурсов и времени обучения. Если же брать мегаполис с сотнями перекрестков, даже при выделении автором 9 основных типов участков, насколько эта задача выполнима и с помощью каких вычислительных средств?

Несмотря на замечания, представленная работа заслуживает положительной оценки.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Стрижко Михаила Александровича на тему «Модификация системы управления автотранспортными потоками на регулируемых перекрестках на основе средств искусственного интеллекта» является законченной научной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача, играющая важную роль в развитии современных мегаполисов. Работа соответствует паспорту научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), а также удовлетворяет требованиям пп. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от

24.09.2013 № 842 с изменениями (в редакции от 16.10.2024). Соискатель Стрижко Михаил Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук по специальности 05.13.06 –
«Автоматизация и управление технологическими процессами
и производствами (по отраслям)»,
доцент, декан факультета «Управление
на железнодорожном транспорте»
ФГБОУ ВО «Донецкий институт
железнодорожного транспорта»

Шеховцов Алексей Игоревич

Я, Шеховцов Алексей Игоревич, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных, указанных в отзыве, и размещение их на сайте ФГБОУ ВО «ДонНТУ».

28.04.2025 г.

Шеховцов А.И.

Подпись Шеховцова А.И. заверяю.

Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО ДОНИЖТ



Гончарук Е.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий институт железнодорожного транспорта», 283018, ДНР, г. Донецк, ул. Горная, д. 6.

Тел.: +7 856 319-08-31

E-mail: institut-transporta@mail.ru