

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Дорохина Сергея Владимировича на диссертационную работу соискателя Цзянг Хайянь, выполненную на тему: «Развитие методов управления дорожным движением на сетевом уровне», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки).

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

Преобладающим направлением применения методов управления дорожным движением являются методы, предусматривающие разработку мероприятий на локальном или магистральном уровнях и значительно реже на сетевом уровне. Производилась оценка характеристик транспортных потоков, пропускной способности, уровней обслуживания на отдельных участках дорожной сети, а на сетевом уровне оперировали со статистическими оценками, полученными в разное время и затем интегрированные в одну базу неоднородных данных. Развитие сетевых приложений сдерживалось отсутствием фактических данных, поскольку необходимо достаточно полное насыщение сети средствами мониторинга характеристик транспортных потоков, а без этого трудно установить, насколько полно полученная информация характеризует всю сеть. Кроме того, необходимы новые критерии определения условий движения в связанных между собой зонах с учетом их взаимного влияния. Однако с появлением современных программно-моделирующих комплексов и систем мониторинга дорожного движения создавалась основа для развития использования макромоделей.

Для использования этих возможностей в последние годы все чаще обращаются к оценке транспортного спроса, определению насыщению автомобилями конкретных зон и определению оптимальной нагрузки в каждой зоне. Эта информация является исходной для выработки стратегии светофорного управления. Эффективность таких методов гораздо выше, чем локальных методов управления. Однако для получения работоспособных методов решения таких задач необходимы дополнительные исследования для пополнения знаний о закономерностях транспортных потоков, особенностях мониторинга дорожного движения, интеграции светофорного регулирования и информирования участников движения.

Поэтому существует большой потенциал для применения макромоделей для исследования управления дорожным движением на

улично-дорожной сети городов ввиду сложности топологической структуры, систем управления, инцидентов и различных ограничений на движение автомобилей. На основании чего выбранную тему «Развитие методов управления дорожным движением на сетевом уровне» нужно признать актуальной.

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

Диссертация Цзянг Хайянь базируется на применении современных методов научных исследований, которые отличаются комплексным применением теоретических и экспериментальных методов.

В диссертационной работе демонстрируется системный подход к проблеме формирования методической и методологической основы проведения анализа состояния транспортных потоков. В ходе исследования автором были использованы официальные статические базы о дорожно-транспортных информациях, выполнены разработка специальных организаций и анализ научных трудов известных ученых, которые посвящены обозначенной проблеме. В совокупности это позволило корректно сформулировать цель исследования, выбрать необходимую стратегию для её достижения.

Теоретические результаты были верифицированы экспериментально, тем самым подтвердив высокой уровень согласованности результатов моделирования и экспериментов.

Положения, выносимые на защиту, сформулированы логично и достаточно полно раскрыты в работе. Диссертация Цзянг Хайянь написана грамотным научным языком с аргументированными выводами по каждой главе и заключением, которое содержит основные результаты проведенных исследований. Полученные результаты не противоречат проведенным ранее исследованиям международного научного сообщества и используются в практической деятельности.

Таким образом, полученные соискателем результаты, выводы и рекомендации научно обоснованы и подтверждены экспериментально.

## **3. Достоверность и научная новизна положений, сформулированных в диссертации**

Диссертационная работа Цзянг Хайянь посвящена решению важнейшей с технической точки зрения в современных реалиях проблеме – совершенствованию методов регулирования транспортных потоков,

повышению эффективности управления дорожным движением на улично-дорожной сети города.

Достоверность полученных результатов подтверждается принятым набором теоретико-методологических оснований, используемой методологией исследования, применением базовых положений фундаментальных наук, полной корреляцией полученных теоретических и экспериментальных данных.

Основные положения и результаты диссертационной работы были обсуждены и одобрены на международных конференциях: 14-ой международной научно-практической конференция «Прогрессивные технологии в транспортных системах» (ФГБОУ ВО ОГУ, г. Оренбург, 2019 г.), 2-ом всероссийском научным конкурсе по техническим направлениям среди иностранных обучающихся в высших учебных заведениях России (ФГБОУ ВО МАДИ, г. Москва, 2020 г.), 7-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел, 2021 г.), 10-ой Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2021)» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.), 8-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте»(ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел, 2022 г.).

Основные научные результаты диссертации представлены в 6 печатных трудах, из них: 3 научных статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 научная статья в изданиях, включенных в международную базу научного цитирования Scopus.

Изучив материалы диссертации, можно сделать вывод, что автором с нового ракурса предлагается решение ряда теоретических и практических вопросов, связанных с методологией управления дорожным движением на сетевом уровне.

Научная новизна полученных результатов работы автора заключается в следующих пунктах:

- сформированы основные принципы применения макромоделей и сетевой основной диаграммы транспортного потока при управлении дорожным движением, разработаны требования к определению параметров этих моделей для применения многозональных методов управления дорожным движением;

- автором разработаны математические модели определения оптимального накопления автомобилей в различных зонах для повышения

эффективности управления дорожным движением;

- на основе математического моделирования установлены возможные состояния транспортного потока в связанных зонах для принятия решений по управлению дорожным движением.

#### **4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации**

Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- в расширении базы знаний в области современных систем мониторинга дорожного движения при применении новых техник и технологий;

- в разработке методики определения параметров транспортных потоков с использованием функциональных возможностей современных систем мониторинга дорожного движения;

- в разработке методики определения параметров макроскопической основной диаграммы транспортного потока на основе полученных экспериментальных данных;

- в разработке метода анализа состояния транспортных потоков между районами города на основе математически-моделирующего комплекса MATLAB 2019a; внедрение разработанных алгоритмов позволяет сформировать стратегии оптимизации дорожного движения на улично-дорожной сети.

Полученные результаты диссертационного исследования могут быть использованы для повышения эффективности управления дорожным движением на сетевом уровне, имеют прикладной характер и используются для решения практических задач управления дорожным движением путем в г. Цзынань (КНР).

Также результаты работы используются в учебной процессе при подготовке кадров по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» в Донском государственном техническом университете и Шаньдунском транспортном университете (КНР).

#### **5. Общая оценка структуры и содержания диссертации**

Диссертация и автореферат написаны с соблюдением всех предъявляемым к такого рода работам требований. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

**Во введении** приводится обоснование актуальности выбранной темы

исследования, данные о структуре и объеме работы, формулируется ее основная цель и задачи, научная новизна, а также раскрывается теоретическая и практическая значимость.

**В первой главе** проведен анализ параметров транспортных потоков с использованием функциональных возможностей современных систем мониторинга дорожного движения; посвящен обзор принципов работы систем мониторинга дорожного движения с использованием интеллектуального видеонаблюдения для получения информации, которая может быть использована в целях выполнения диссертационной работы по получению сетевой макроскопической диаграммы транспортного потока и двухкомпонентных моделей кинетической теории транспортного потока.

**Во второй главе** проведен теоретический анализ развития моделей дорожного движения с акцентом на адаптацию макромоделей к решению сетевых задач и проверка свойств этих моделей на основе полученных автором экспериментальных данных.

**В третьей главе** приведены теоретические положения макроскопической основной диаграммы транспортного потока (Macroscopic Fundamental Diagram – MFD). Для исследования свойств макроскопической основной диаграммы проработаны следующие варианты: топология улично-дорожной сети; увеличение пропускной способности участков сети; повышение скорости свободного движения; совершенствование светофорного регулирования. Установлено, что основной параметр макроскопической основной диаграммы – производительность (авт·км/ч) является свойством структуры улично-дорожной сети, управления движением, а не только свойством интенсивности транспортного потока.

**В четвертой главе** на основе полученных макроскопических основных диаграмм были сформированы методы анализа состояния транспортных потоков и стратегии оптимизации дорожного движения с учетом особенностей двух городских районов. Для конкретного анализа состояния транспортного потока в полученной двухзональной системе улично-дорожной сети центральной части г. Цзинань моделирование осуществлялось с использованием математически-моделирующего комплекса MATLAB 2019a на основе выводных дифференциальных аналитических уравнений. Получены закономерности изменения зон притяжения при разных значениях пограничного контроля с разделенными транспортными потоками. Получен проектный вариант оптимизации транспортного потока как двум случаям, применяющимся по конкретной ситуации дорожного движения.

**В заключении** сформулированы выводы по результатам диссертационного исследования.

## **6. Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям**

Диссертационная работа Цзянг Хайянь соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта: п.3 «Исследование закономерностей, разработка моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения в решении задач проектирования, организации, планирования, управления и анализа транспортного процесса»; п. 8 «Исследования в области технологий организации дорожного движения, развития технических средств организации дорожного движения».

Текст автореферата в полной степени отражает основное содержание текста диссертации, оформлен в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В целом диссертация представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу, выполненную на современном научном уровне. Материал логично структурирован, изложен технически грамотным языком в доступной для понимания форме.

## **7. Замечания и недостатки**

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, необходимо сделать ряд замечаний:

1. При осуществлении расчета характеристик транспортных потоков, использования результатов исследования, выполненных в главе 2, автором не указано сравнение с другими моделями прогнозирования дорожного движения, в частности по надежности результатов прогнозирования.

2. В разработанных алгоритмах оптимизации дорожного движения, выполненных в главе 4, не приведены рекомендации по применению для управления дорожным движением на многозональной системе города. Это направление является важным для развития методов регулирования дорожного движения с использованием макромоделей и макроскопической основной диаграммы транспортного потока.

3. В работе описаны методы управления дорожным движением на основе системы мониторинга транспортных потоков, но не уточнены особенности мониторинга при многозональной системе.

4. Автору необходимо пояснить, чем характеризуется понятие оптимизации дорожного движения на двухзональной системе города в диссертационном исследовании.

5. Автором недостаточно ясно представлено значение пограничного контроля с разными показателями на двухзональной системе города.

Отмеченные недостатки носят рекомендательный характер, не относятся к главному содержанию работы и не оказывают существенного влияния на общую оценку работы. Предложенные рекомендации могут быть учтены автором в дальнейших научных исследованиях. В целом работа выполнена на высоком профессиональном уровне и грамотно оформлена.

### Заключение по диссертационной работе

Диссертация на тему «Развитие методов управления дорожным движением на сетевом уровне», выполненная Цзянг Хайянь и представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, является завершённой научно-квалификационной работой с важными, научно обоснованными выводами и практическими результатами, использование которых может помочь в решении одной из приоритетных задач – повышение эффективности управления дорожным движением на сетевом уровне.

Диссертационная работа отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Цзянг Хайянь заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки).

#### Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент,  
декан автомобильного факультета  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»,  
г. Воронеж

  
Сергей Владимирович Дорохин  
диссертация защищена по специальности 4.3.4 (05.21.01) – Технология и  
машины лесозаготовок и лесного хозяйства

личную подпись   
удостоверяю  
Секретарь ректората   
«28» 11 2022 г.

Адрес организации: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», главный учебный корпус, ауд. 216. Телефон: 89202122033. E-mail: dsvvrn@yandex.ru.