

## ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Кулева Андрея Владимировича на диссертационную работу Локтионовой Алины Геннадьевны на тему «Повышение эффективности светофорного регулирования с учетом изменения динамических показателей автотранспортных средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

### **Актуальность темы исследования**

В соответствии с Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г., внедрению новых технологий комплексного управления транспортной системой, отводится особое внимание. Такими технологиями являются применение систем светофорного регулирования и разработка различных программно-аппаратных комплексов, с возможностью интеграции в адаптивные системы управления, что приводит к повышению нормативных требований.

Сегодня, в городах происходит активный процесс цифровизации который в транспортной сфере связан с внедрением и применением различного рода исполнительных элементов, но отсутствие методологии их применения, особенно при управлении движением транспортных потоков, способствует стагнации данного процесса.

В связи с этим, диссертационная работа Локтионовой А.Г., направленная на разработку методов расчета управляющих параметров при использовании систем светофорного регулирования с учетом изменения динамических показателей автотранспортных средств, преобладающих в городских транспортных потоках, является важной и актуальной.

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

Научные положения, выносимые на защиту, полностью соответствуют поставленной цели исследования - снижению времени задержки автотранспортных средств при проезде перекрестков посредством корректировки светофорного регулирования с учетом динамических показателей автомобилей, и установленным для ее достижения задачам.

Обоснование научных положений исследования базируется на известных научных трудах и практических работах, ведущих отечественных и зарубежных ученых в области обеспечения безопасности дорожного движения и управления транспортными потоками, теории транспортных потоков, методов организации дорожного движения, что подтверждено большим количеством использованных источников, отраженных в списке литературы диссертационной работы, и применением методов статистического анализа, натурных наблюдений, математического и имитационного моделирования, а так же системного анализа полученных результатов.

Для оценки статистических показателей Локтионовой А.Г. разработана структурная схема основных направлений и методов повышения эффективности организации дорожного движения с учетом использования первичных данных – технических параметров легковых автомобилей.

Автором впервые введено понятие - «калиброванный автомобиль», как условной транспортной единицы, имеющей усредненные показатели технических и динамических параметров транспортных средств, преобладающей в транспортных потоках и разработана математическая модель определения параметров данного калиброванного автомобиля. Полученные данные позволили разработать математическую модель для определения

пропускной способности регулируемого участка с учетом динамических параметров калиброванного автомобиля и усовершенствовать на ее основе алгоритм расчета параметров управления городским транспортным потоком, что является важной задачей для решения существующей проблемы в городских транспортных системах, связанной в первую очередь с обеспечением безопасности дорожного движения.

Выводы и рекомендации настоящего исследования, отраженные в заключении диссертации, обоснованы, логично выстроены и полностью соответствуют поставленным задачам и полученным результатам.

### **Достоверность и новизна научных положений и выводов диссертации**

Достоверность результатов выполненного исследования подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями, обеспечивающими обоснование поставленной цели и поставленных задач исследования, апробированных математических методов расчета управляющих параметров систем светофорного регулирования и внедрении полученных результатов на улично-дорожной сети в г. Белгород, научным обсуждением и одобрением отечественной и зарубежной научной общественностью.

Результаты исследования были доложены на 16 научных конференциях и опубликованы в 26 статьях, в том числе 9 – в ведущих изданиях, из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 4 – в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных SCOPUS/ Web of Science. В результате проведения исследования получено 6 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна исследования заключается в:

- введении понятия «калиброванный автомобиль» как условной транспортной единицы, имеющей усредненные показатели технических и динамических параметров транспортных средств, преобладающей в транспортных потоках. Применение данного показателя позволяет расширить ранее используемое понятие расчетного автомобиля в плане динамических параметров, применительно к процессу управления городскими транспортными потоками при использовании светофорного регулирования;
- разработке математической модели определения динамических параметров калиброванного автомобиля, на основании данных о существующем составе легковых автомобилей в городском транспортном потоке;
- разработке математической модели определения пропускной способности регулируемого участка улично-дорожной сети с использованием динамических параметров калиброванного автомобиля.

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

Теоретическая значимость работы состоит во введении понятия «калиброванный автомобиль», как условной транспортной единицы, имеющей усредненные показатели технических и динамических параметров транспортных средств, преобладающей в транспортных потоках; разработке математической модели определения параметров калиброванного автомобиля; разработке математической модели определения пропускной способности регулируемого участка с учетом динамических параметров калиброванного автомобиля и усовершенствованного на ее основе алгоритма расчета параметров управления городским транспортным потоком.

Практическая значимость исследования заключается в разработке программно-аппаратного комплекса и применении результатов исследования органами исполнительной

власти и федеральными структурами на уровне субъекта, что подтверждено актами внедрения, выданными: муниципальным бюджетным учреждением «Управление Белгорблагостройство» (МБУ «УБГБ»), Министерством автомобильных дорог и транспорта Белгородской области (МИНТРАНС Белгородской области), и внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». Так же результаты исследований использованы при реализации научно-исследовательских работ и хозяйственных работ.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенности и качества оформления**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка принятых сокращений и условных обозначений, списка литературы из 126 источников, 5 приложений и включает в себя 31 таблицу и 42 рисунка. Общий объем работы составляет 148 страниц.

Оформление и общая структура диссертации и автореферата соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

*Во введении* обоснована актуальность исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, установлены основные положения, выносимые на защиту. Представлена информация по апробации работы и публикациям соискателя по теме диссертации.

*В первой главе* автором разработана структурная схема направлений и методов повышения эффективности организации дорожного движения с учетом использования первичных данных – технических параметров легковых автомобилей на основании проведенного анализа основных направлений транспортной системы Российской Федерации. Автором установлено, что многие основные методы подразумевают использование первичных данных – исходных данных, определяемых на этапе управления транспортной системой и взаимосвязанных с основными направлениями и методами разработанной структурной схемы. Определена закономерность использования первичных данных при расчете параметров управления, которые основываются на технических показателях расчетного автомобиля. Сформулированы основная цель и задачи исследования.

*Во второй главе* автором выполнено исследование характеристик городского транспортного потока. В результате исследований по основным въездным направлениям была определена интенсивность транспортного потока и ее неравномерность в течении дня, недели и месяцев года. Установлено, что более 90% состава городского транспортного потока составляют легковые автомобили. Проведена оценка разнородности автомобилей с целью установления моделей легковых автомобилей, преобладающих в городском транспортном потоке, для которых выполнен расчет динамических показателей. Расчет динамических показателей для определенных моделей легковых автомобилей позволил установить разницу между минимальным и максимальным значением ускорения  $1,62 \text{ м/с}^2$ , что оказывает влияние на процесс движения в городском транспортном потоке и требует постоянного учета и контроля. На основании полученных данных в пользование введено понятие «калиброванный автомобиль» как условной транспортной единицы, имеющей усредненные показатели технических и динамических параметров транспортных средств, преобладающей в транспортных потоках. Использование данного понятия позволяет расширить ранее используемый показатель расчетного автомобиля в плане динамических параметров, применительно к процессу управления городскими транспортными потоками при использовании светофорного регулирования.

*В третьей главе* разработана математическая модель определения параметров калиброванного автомобиля, которая позволила установить значение ускорения

калиброванного автомобиля  $1,45 \text{ м/с}^2$ , которое в сравнении с аналогичным значением ускорения для расчетного автомобиля  $1,3 \text{ м/с}^2$  отличается на 11,5%, что свидетельствует о наличии определенного изменения в процессе движения городского транспортного потока - улучшении его динамических показателей, что требует контроля и учета при определении параметров управления. На основе выполненных исследований был разработан программно-аппаратный комплекс, в котором автоматизирован процесс определения параметров калиброванного автомобиля.

Теоретически обоснована связь между параметрами калиброванного автомобиля и пропускной способностью управляемых участков в городской улично-дорожной сети. В результате проведения экспериментальных исследований на регулируемых участках г. Белгорода было установлено изменение скорости движения и среднее время движения городского транспортного потока при проезде регулируемых перекрестков которое изменилось с 1,95 с до 1,74 с в результате улучшения динамических параметров легковых автомобилей, которые при выполнении расчетов характеризуются показателем калиброванного автомобиля. Полученные результаты позволили разработать математическую модель определения пропускной способности регулируемого участка с использованием динамических параметров калиброванного автомобиля и на ее основе усовершенствовать алгоритм расчета управляющих параметров.

В четвертой главе выполнена проверка полученных результатов исследования – разработанных математических моделей, усовершенствованного алгоритма расчета управляющих параметров, программно-аппаратного комплекса в масштабах магистральной улицы г. Белгорода, в состав которой входят 10-ть регулируемых перекрестков, позволили получить эффективные технические показатели программ координации светофоров, что обосновано изменением эколого-экономических показателей – снижением времени задержки в среднем от 7-9%, экономией топлива в 1543 л/год, что в денежном эквиваленте составляет более 8 млн. руб./год и снижением количества вредных выбросов в атмосферу на 11%, что в значительной мере положительно отразится на экологической обстановке в городе.

В заключении представлены выводы исследования, а также приведены перспективы дальнейшего развития темы исследования.

### **Соответствие паспорту научной специальности**

Диссертационная работа Локтионовой Алины Геннадьевны на тему «Повышение эффективности светофорного регулирования с учетом изменения динамических показателей автотранспортных средств» соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, а именно:

- 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».

### **Замечания по диссертации**

1. Автором выполнен анализ продаваемых моделей легковых транспортных средств в РФ и популярных марок автомобилей в зависимости от федерального округа за период с 2005г. по 2022г., не рассматривая 2023г.

2. На стр. 41 автор указывает специализированное оборудование, используемое при фиксации городских транспортных потоков, представляя его технические характеристики в табл. 6, не совсем понятно, по какой причине выбраны именно этот тип рассматриваемого оборудования, а не иные.

3. На стр. 48 в табл. 8 автор представляет значения коэффициентов неравномерности транспортного потока  $K_{ni}$  по сезонам применительно для исследуемой магистральной улицы в г. Белгород, не совсем понятно, на основании каких показателей были получены данные значения.

4. На стр. 51 на рис. 19 автором разработан алгоритм расчета динамических показателей автотранспортных средств, указана и понятна последовательность определения данных показателей, однако наглядно в предлагаемой схеме не представлены математические зависимости, по которым будут определяться данные показатели.

В целом, указанные замечания не создают особых затруднений для восприятия изложенной информации и не снижают значимости проведенных исследований.

### Общее заключение

Диссертационная работа Локтионовой Алины Геннадьевны на тему «Повышение эффективности светофорного регулирования с учетом изменения динамических показателей автотранспортных средств», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта по форме и содержанию, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности полученных результатов является законченной научно-квалифицированной работой, в которой содержатся новые теоретико-методические положения, соответствует паспорту специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта. Выполненная работа обладает актуальностью и научной новизной, полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Локтионова Алина Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

Официальный оппонент,

кандидат технических наук (2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта), доцент кафедры сервиса и ремонта машин ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

телефон: +7(4862)75-13-18

e-mail: info@oreluniver.ru



Кулев Андрей Владимирович

05.02.2024

Подпись Кулева Андрея Владимировича заверяю.

Проректор по научно-технологической деятельности и аттестации научных кадров ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»



С.Ю. Радченко