



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого»  
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

## **ОТЗЫВ**

**НА ДИССЕРТАЦИОННУЮ РАБОТУ БАБИЧЕВОЙ ТАТЬЯНЫ СЕРГЕЕВНЫ**

**«МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРОЦЕССОВ ЛОКАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ»,**

**ПРЕДСТАВЛЕННУЮ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

**КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК**

**ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 05.13.18 – МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ.**

Необходимость в постановке и решении задачи оптимизации дорожного движения возникла вместе с появлением самого дорожного движения, и, в связи с ростом трафика и повышающейся (объективно и субъективно) стоимостью затраченного времени, эта задача становится всё более актуальной. Как только появились первые светофоры, ограничивающие движение в каком-либо направлении, появилась проблема - каким образом избежать столкновения автотранспортных средств (АТС) и минимальным образом задерживать их движение на перекрёстках. Вызывает недоумение ситуация, когда следует ожидать появления разрешающего движение зелёного сигнала светофора, в то время как на пересекающей дороге трафик отсутствует.

В представленной диссертационной работе в качестве одной из решаемых задач служит задача уменьшения средних задержек на перекрёстках - задача, благодатная во всех смыслах. Существует множество способов определения средних задержек на перекрёстке при заданных интенсивностях входных потоков и топологии перекрёстка, но они, в основном, связаны с построением микромоделей движения на перекрёстке и, следовательно, весьма ресурсоёмки, требуют значительного времени на нахождение оптимальных параметров модели. По сути, при использовании микромоделей требуется решить задачу многопараметрической оптимизации, пусть даже при этом не требуется высокая точность. При изменении интенсивности потоков эту оптимизационную задачу (которая нелинейна по своему построению) приходится решать заново. Именно поэтому представляется перспективным найти аналитическое решение

задачи. Автор предлагает такое решение, используя аппарат систем массового обслуживания, введя понятие эффективного числа полос и свойство равновесной максимальной пропускной способности на управляемом перекрёстке. Используя эти понятия, автор сводит задачу определения оптимальных режимов работы светофора к существенно более простой для решения задаче выпуклой оптимизации.

Вопросы микромоделирования также не остаются в стороне. Автор, введя параметр цели транспортного средства, обобщил модель разумного водителя Трайбера на многополосную дорогу и на управляемые перекрёстки.

В первой главе диссертации проводится анализ моделей и методов решения транспортных задач для определения задач диссертационного исследования. Рассматриваются вопросы применимости методов для решения конкретных задач.

Во второй главе вводится оригинальное свойство равновесной максимальной пропускной способности на управляемом перекрёстке. Введение этого свойства и понятия эффективного числа полос позволило по-другому взглянуть на проблему определения задержек на перекрёстках и вывести формулы, явно выражающие задержки в зависимости от интенсивности потоков и топологии перекрёстка.

Третья глава посвящена микромодели и её реализации в виде компьютерной программы. Описано обобщение модели разумного водителя Трайбера, приведены алгоритмы движения транспортного средства по многополосной дороге и на управляемом перекрёстке. Подробно описана разработанная автором программа микромоделирования. Автор показывает, что построенное обобщение модели удовлетворяет эмпирической теории трёх фаз Кёрнера. Приведено численное решение задач максимизации пропускной способности перекрёстков с заданными режимами работы светофора и сделано сравнение полученных результатов с результатами решения этой же задачи с помощью методов теории массового обслуживания.

В четвёртой главе автор рассматривает применение разработанного аппарата для построения модели движения транспортных средств по кольцевой дороге, имеющей управляемые въезды и выезды.

Научная новизна работы состоит в том, что в ней предлагаются новые модели и методы решения известных ранее задач. Метод, основанный на теории систем массового обслуживания, привёл к построению хорошо обоснованной модели и свёл вычислительно сложную задачу нахождения оптимальных фаз светофора на управляемом перекрёстке к более простой задаче оптимизации. Микромодель, основанная на обобщении модели разумного водителя Трайбера, при численном моделировании продемонстрировала согласование с теорией.

Предложенные в работе подходы, несомненно, являются новым вкладом в развитие теории моделирования транспортных потоков. Значимость для науки полученных результатов подтверждается публикациями и положительными отзывами специалистов на научных симпозиумах, конференциях и семинарах.

Особо следует отметить практическую ценность работы: результаты, полученные при моделировании изолированных перекрёстков, благодаря свойству устойчивости найденных оптимальных значений к колебаниям потоков, могут быть применены в случае неточных данных.

Выполненные исследования по своему содержанию отвечают актуальным потребностям ряда российских и зарубежных научных организаций и коммерческих предприятий. В первую очередь результаты работы целесообразно использовать при

проектировании и создании систем имитационного моделирования транспортных сетей в мегаполисах, а также в задачах принятия решения при проектировании новых дорог и модификации существующих.

Учитывая актуальность исследованных проблем, считаю целесообразным продолжить научную работу в направлении расширения номенклатуры моделей и самих подходов к моделированию. В этом отношении может быть полезно нейросетевое моделирование с применением параметрических нейронных сетей.

Тем не менее, в работе присутствует ряд недостатков.

1. В первой главе значительное место уделено историческим аспектам транспортного моделирования. Хотя материал читается с интересом, не все его разделы используются далее в работе. Возможно, сокращение материала пошло бы на пользу работе в целом.
2. Во второй главе работы рассматриваются только два вида перекрёстков: Т-образный и обыкновенный. Хотелось бы видеть рекомендации по построению моделей перекрёстков других типов.
3. В четвёртой главе описано сведение задачи движения на кольцевой дороге к задаче многопараметрической оптимизации, но не предложены явные способы решения этой задачи.
4. В тексте работы имеются опечатки и погрешности стиля изложения.

Вместе с тем отмечаем, что указанные недостатки не снижают научной значимости и практической ценности полученных результатов. Часть замечаний носит характер пожеланий на будущее. Сформулированные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Автореферат соответствует основному содержанию работы.

Диссертация Т. С. Бабичевой «Методы математического и имитационного моделирования процессов локального взаимодействия в транспортных системах» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Автор диссертации - Бабичева Татьяна Сергеевна - заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по данной специальности.

А.Н. ВАСИЛЬЕВ

ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ  
СПб ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

