

## ОТЗЫВ

официального оппонента Кулева Андрея Владимировича, кандидата технических наук, доцента кафедры сервиса и ремонта машин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

на диссертацию **Ли Сяокунь** «Совершенствование методов управления скоростным автобусным транспортом (на примере Китайской Народной Республики)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки)

### Актуальность темы исследования

Проекты скоростных автобусных перевозок (BRT) имеют большое значение для снижения транспортной нагрузки в городах. Исследования систем BRT показали, что их строительство оказывает каталитическое воздействие на развитие городского общественного транспорта. Кроме того, качество обслуживания в транспортных системах BRT влияет на удовлетворенность пассажиров. Система BRT должна оптимизировать режимы управления, чтобы обеспечить эффективность движения транспорта.

Однако используемые в настоящее время методы составления расписания BRT не позволяют адекватно учитывать изменения пассажиропотока. Также не существует стандартизированной оценки удовлетворенности пассажиров при использовании системы BRT с целью повышения качества обслуживания пассажиров.

В рассматриваемой диссертационной работе Ли Сяокунь решается актуальная научно-техническая задача – создание модели оценки качества обслуживания в системе BRT на основе серой регрессии и кластерного анализа. На основе генетического алгоритма создана математическая модель оптимизации интервалов движения BRT, которая может быть использована на практике.

### Оценка содержания диссертации, ее завершенности и качества оформления. Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников. Текст изложен на 189 страницах, включает 35 таблиц и 41 рисунок. Список использованных источников содержит 131 наименование.

Во **введении** содержится общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, показана степень ее разработанности, определены предмет и объект исследования, сформулирована цель и перечислены задачи исследования, сформулирована научная новизна работы,

определены положения, выносимые на защиту, описана практическая значимость работы, приведены используемые методы исследования, обоснована степень достоверности, приведены сведения о реализации и апробации результатов исследования.

В *первой главе* выполнен анализ развития систем приоритетного управления движением общественного транспорта. Рассматривается опыт и эффективность систем BRT, реализованных в ряде стран мира, в том числе в Китае и США. Отмечается, что системы BRT могут эффективно облегчить проблему транспортных заторов, повысить эффективность общественного транспорта, а также снизить затраты на перевозку и воздействие на окружающую среду. Отмечена тенденция увеличения количества маршрутов общественного транспорта и числа владельцев транспортных средств в китайских городах, раскрыты особенности изменения пассажиропотока систем BRT. Кроме того, выполнен анализ преимуществ и недостатков систем BRT.

Во *второй главе* описывается модель управления систем BRT, которая оптимизирует интервалы отправления транспортных средств, формирует стратегии составления расписания для достижения быстрого, надежного и эффективного автобусного сообщения. Выполнен литературный обзор научных достижений в данной сфере.

В диссертации основное внимание уделяется тому, как оптимизировать частоту отправления автобусов с помощью передовых алгоритмических моделей, основанных на спросе пассажиров и эксплуатационных расходах операторов перевозок, чтобы добиться эффективности функционирования системы BRT и удовлетворенности пассажиров.

В *третьей главе* описывается применение интеллектуальных транспортных систем в организациях скоростного автобусного сообщения. Автором отмечается, что системы BRT обеспечивают быстрое, удобное, эффективное и гибкое обслуживание пассажиров благодаря выделенным полосам движения, интеллектуальному управлению, рациональной конструкции транспортных средств и инновационной системе обслуживания пассажиров. Применение интеллектуальных транспортных систем в BRT включает в себя интеллектуальное планирование, предоставление информации в режиме реального времени, управление приоритетными полосами движения, оптимизацию дизайна станций и связь между транспортными средствами и светофорами.

В диссертации подробно рассматриваются этапы развития и параметры систем скоростного автобусного сообщения в китайских городах на примере Цзинана, Пекина и Гуанчжоу. Операционная архитектура интегрированной платформы общественного транспорта представляет собой комплекс систем управления транспортом и обслуживанием, которые оптимизируют эффективность и удобство использования общественного транспорта путем взаимодействия целого ряда технологий и устройств.

В *четвертой главе* на примере скоростного автобусного сообщения в городе Цзинань приводится анализ применения интеллектуальной транспортной системы. С помощью опросных методов получены данные об основных видах транспорта, времени поездок, причинах выбора видов транспорта и других параметрах. Проанализировав данную информацию с помощью серой кластеризации, автором выявлены колебания спроса на общественный транспорт в разное время суток и сделаны выводы о причинах этих колебаний. В диссертации предлагается модель оптимизации системы управления BRT, позволяющая более адекватно планировать частоту и количество автобусов, чтобы удовлетворить спрос на поездки в разное время суток.

Диссертационная работа обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, выполнена на высоком методическом и теоретико-экспериментальном уровне. Поставленные автором научные задачи успешно решены, что позволяет сделать выводы о завершенности работы.

Представленные в диссертации научные положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в 6 научных работах автора, что свидетельствует о новизне результатов исследования.

Соискатель опубликовал 3 статьи в 2 рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ. Результаты исследований апробированы на научных конференциях различных уровней.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований.

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

В диссертации раскрыты четыре пункта научной новизны:

1. Получены новые теоретико-методические решения системной задачи развития скоростного автобусного транспорта (BRT) включая совершенствование архитектуры интеллектуальной платформы BRT, методы и модели оценки качества функциональности BRT, модели оперативного управления подвижным составом BRT.

2. Впервые для подобных задач применены модели серого регрессионного и кластерного анализа для оценки качества функционирования BRT и на их основе разработаны и реализованы алгоритмы.

3. Разработана новая модель оценки качества услуг общественного транспорта, которая отличается от существующих моделей тем, что позволяет комплексно сравнивать множество независимых показателей, группировать и

анализировать их без ограничения объема собранных данных, а также обеспечивает объективное сравнение качества услуг BRT.

4. Разработана математическая модель для оптимизации интервалов отправления BRT на основе использования генетического алгоритма. Целевая функция модели представляет собой сумму общей стоимости пассажирских поездок и эксплуатационных расходов BRT.

Полученные выводы говорят о значительном объеме проведенных исследований и обеспечили возможность корректно оценить эффективность и значимость полученных автором результатов.

В целом по содержанию результаты и выводы отражают решение основных задач исследования. Результаты и выводы являются обобщением теоретических и экспериментальных результатов и представляют ценность для науки и практики, обладают существенной научной новизной и достоверностью.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования подтверждается:

- выбранной методологической базой, основанной на ранее полученных результатах теоретических и экспериментальных исследований;
- корректным применением апробированного в научной практике понятийного, исследовательского и аналитического аппарата;
- апробацией результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях;
- публикациями по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием современных методов сбора и обработки информации, применением современных методов транспортного моделирования и оценкой расчетных данных с использованием статистических методов.

Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы обоснованы и достоверны.

#### **Научная и практическая ценность работы. Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Научная ценность данной работы заключается в совершенствовании метода оценки функциональных показателей функционирования системы BRT, который представляет собой новую модель оценки качества услуг общественного транспорта на основе методов серой регрессии и кластерного анализа. Кроме того, улучшена модель управления работой транспортных средств BRT, которая используется для оптимизации интервалов отправления подвижного состава, а целевой функцией модели является сумма общей стоимости пассажирских поездок и эксплуатационных расходов BRT.

Теоретическая значимость заключается в разработке и анализе методологии создания интегрированной платформы для интеллектуального

общественного транспорта, математической модели для оценки качества услуг общественного транспорта и метода оптимизации интервалов отправления BRT.

Практическая значимость использования полученных результатов исследования заключается в разработке принципов функционирования системы принятия решений по управлению движением в системе BRT. Результаты исследования носят прикладной характер и могут быть использованы для решения практических задач.

Содержание диссертации соответствует заявляемой области исследования паспорта научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы: пункт 10. Теоретические основы и прикладные методы анализа и повышения эффективности, надежности и безопасности функционирования интеллектуальных транспортных систем, их отдельных элементов на всех этапах жизненного цикла.

### **Вопросы и замечания по работе**

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. На 44 странице диссертации автор формулирует идею о том, что пассажиру выгодна высокая частота отправления автобусов в системе BRT, что в принципе не вызывает нареканий. Однако вместе с тем, тут же автор предполагает, что с точки зрения операторов автобусов чем ниже частота отправления автобусов в системе BRT, тем для них лучше. По такой логике оператору вообще выгодно не выходить на линию, но тогда откуда возьмется операционная прибыль? Данный момент требует пояснения.

2. На 50 странице диссертации автором формулируются гипотеза и допущения генетического моделирования. Одно из допущений звучит, как «случайное прибытие пассажиров». Возникает вопрос: каким законом распределения случайных величин пользовался автор в данном случае?

3. Автором предусмотрен минимальный порог заполнения автобуса равный 50 %, что является уровнем рентабельности для оператора перевозки. Верхний порог устанавливается по количеству посадочных мест (100 % наполнение). Почему автором не снижена верхняя граница наполнения салона при проведении расчетов? Полностью заполненный салон автобуса приведет к снижению уровня комфорта пассажиров и может повлечь за собой отток пассажиров в сторону использования личного автомобиля.


4. Из работы не ясно как быстро происходит изменение интервалов движения на маршруте при использовании разработанного автором генетического алгоритма. Идет ли речь о динамическом расписании (т.е. интервалы движения могут меняться в течении суток)? Если это так, то как в такой системе пассажирам планировать свои поездки, если расписания движения фактически нет (оно постоянно меняется)?

Указанные замечания не сказываются на общей положительной оценке диссертации.

## **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа Ли Сяокунь на тему: «Совершенствование методов управления скоростным автобусным транспортом (на примере Китайской Народной Республики)», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы по форме и содержанию, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые теоретико-методические положения, соответствует паспорту специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы. Выполненная работа обладает актуальностью и научной новизной, полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по п. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Ли Сяокунь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук (2.9.5. (05.22.10) 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: +7 905 856 65 56  
e-mail: srmostu@mail.ru

  
\_\_\_\_\_ Кулев Андрей Владимирович  
29.11.2024

Подпись Кулева Андрея Владимировича заверяю.

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



\_\_\_\_\_ С.Ю. Радченко