



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Костюкова ул., д.46, Белгород, 308012, тел.(4722)54-20-87, факс (4722)55-71-39  
E-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru), <http://www.bstu.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Евтушенко

«07» октября 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Иванова Игоря Алексеевича

на тему «Методика формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта

#### Актуальность темы диссертации

Активное внедрение инфокоммуникационных технологий\* (ИКТ) в транспортной отрасли привело к коренному изменению в технологиях управления пассажирскими транспортными системами, а автоматизированные и интеллектуальные системы управления автобусными перевозками внедряются практически в каждом регионе и в крупном городе. Сложилась устойчивая тенденция к внедрению передовых цифровых инновационных технологий в сфере систем мониторинга и централизованного управления наземным городским пассажирским транспортом (НГПТ). Сегодня модели управления пассажирским транспортом нельзя представить без инфокоммуникационных телематических

технологий, интеллектуальных алгоритмов управления и цифровых устройств, установленных на транспортных средствах и дорогах.

Определилась тенденция ко все большему увеличению оцениваемых в процессе мониторинга параметров состояния объектов пассажирской транспортной системы, увеличению объемов перерабатываемой информации в периферийных устройствах, устанавливаемых на транспортном средстве или дороге, автоматическому распределению полученной информации между диспетчером, водителем, пассажирами, автоматическим системам управления движением и другим участникам процесса управления. Практически, сформировалась новая отрасль – интеллектуальные системы управления пассажирскими автобусными перевозками, интегрированные в общую систему управления движением всех видов транспортных средств, то есть в транспортные экосистемы.

Поэтому научная задача создания методики формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах, основанной на моделях принятия решения в сложных информационных ситуациях и позволяющей объективно учитывать большие объёмы данных показателей транспортной подвижности населения (ТПН), то есть производить «он-лайн» мониторинг пассажиропотоков с использованием современных цифровых ресурсов, является актуальной, а её решение востребовано практикой.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка принятых сокращений, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 163 страницах машинописного текста и включает в себя 17 таблиц и 30 рисунков, список литературы из 109 наименований отечественных и зарубежных авторов и шести приложений. Автореферат содержит 27 страниц, включая 5 рисунков и 2 таблицы и список опубликованных работ автора.

**Во введении** раскрывается тема исследования, обосновывается её актуальность и необходимость разработки методики формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах. Объективно формируются

цель и задачи, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** выполнен анализ состояния пассажирских автобусных перевозок в РФ, обоснована необходимость и выявлены перспективы развития инновационных моделей управления пассажирским автобусными перевозками в цифровых транспортных экосистемах. Обосновано, что на эффективность пассажирских автобусных перевозок влияет большое количество факторов различных по «природе» и динамически изменяющихся во времени. Поэтому определяется закономерный вывод о том, что методы формирования маршрутной автобусной сети должны основываться на моделях принятия решения в информационных ситуациях, характеризующихся как ситуации с неопределенным состоянием среды исследования.

**Во второй главе** разработана концепция, представляющая собой новую систему взаимосвязей в структуре управления автобусными перевозками, основанную на цифровых сервисах (ЦС), которая определила функционал разрабатываемой методики формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах. Разработана аналитическая модель построения автобусных маршрутов в сложной транспортной экосистеме, на основе объектно-ориентированного подхода и на многокритериальном аналоге принципа динамического программирования.

**В третьей главе** разработана методика формирования маршрутов в цифровой транспортной экосистеме, позволяющая создавать расписание движения автобусов с использованием новых цифровых технологий приема обработки входящей информации (данные пассажиропотока, показатели соответствия регулярности движения автобусов действующему расписанию и т.д.) в систему планирования движения автобусов в автотранспортных предприятиях (АТП). Одним из ключевых достоинств разработанной методики является возможность полностью автоматизировать процесс формирования расписания для любых видов маршрутов (регулярных и нерегулярных) как одному, так и по нескольким критериям целеполагания. Представлены

полноценные алгоритмы необходимые для создания программного обеспечения и формирования расписания движения автобусов по разработанной методике.

**В четвёртой главе** подтверждена возможность и необходимость применения разработанной в диссертации методики формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах при организации сложных социально-технических систем, какими являются пассажирские транспортные системы. Обосновано, что модели управления, основанные на цифровых сервисах, являются самостоятельными инновационными продуктами, способствующими повышению эффективности пассажирских автобусных перевозок, реализуемых с использованием ИКТ. Дано экономическое обоснование методики формирования автобусных маршрутов в комплексе с информационной платёжной системой, основанной на цифровых сервисах, в виде комплексной финансовой модели внедрения разработок исследования в Ленинградской области.

**В заключении** изложены основные итоги и результаты выполненного исследования.

Диссертационная работа является завершённой и оформленной в соответствии с предъявляемыми требованиями. Содержание и структура диссертации соответствует поставленной цели и критерию внутреннего единства. Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также сформированные выводы и предложения, как результаты исследования, являются обоснованными, новыми и значимыми для науки и практики.

Содержание автореферата соответствует требованиям ВАК РФ и отражает результаты выполненных исследований, раскрывает основные идеи и выводы, сформулированные в диссертации.

### **Научная новизна**

Анализ материала, изложенного в диссертации Иванова Игоря Алексеевича позволил сделать вывод, что в ней содержатся новые научные разработки:

1. Способ организации автобусной маршрутной сети с применением современных цифровых ресурсов.

2. Метод формирования графика движения автобусов, оптимизирующий распределение автобусов на маршрутах на основе моделей динамического программирования в условиях многокритериальности информационной среды пассажирских автобусных перевозок.
3. Аналитическая модель построения траекторий автобусных маршрутов в сложной транспортной экосистеме на основе объектно-ориентированного подхода.
4. Комплексная методика формирования маршрутов в цифровых транспортных экосистемах, позволяющая создавать расписание движение автобусов с использованием цифровых технологий приема и обработки входящей информации в систему планирования движения автобусов.

#### **Теоретическая значимость**

Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработана новая аналитическая модель, позволяющая вырабатывать оптимальные параметры системы планирования пассажирской автобусной маршрутной сети в цифровых транспортных экосистемах при ограничениях, определяемых динамическими изменениями социотехнической среды эксплуатации автобусов.

#### **Практическая значимость**

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке на основании теоретических и экспериментальных исследований комплексной методики формирования расписания движение автобусов с использованием цифровых технологий приема и обработки входящей информации в «он-лайн» системе планирования движения автобусов.

Практическая ценность исследования определяется разработкой:

- Необходимого набора цифровых сервисов, обеспечивающих управление и комплексный мониторинг основных параметров цифровой транспортной экосистемы и отдельных технологических модулей: информационно-платежные функции, планирование маршрутов и расписаний, диспетчерское управление движением, формирование и синхронизацию мультимодальных

поездок, которые осуществляются по принципу MaaS-технологий, анализ объемов транспортной работы АТП и других необходимых функций.

- Алгоритмов формирования маршрутов автобусов с установленными параметрами оптимизации: интервал движения автобусов, количество автобусов на маршруте, выработка автобусов на маршруте.
- Подробной инструкции (описание последовательности) применения разработанной методики с полным перечнем измерителей, необходимых для планирования, учёта и анализа автобусов и персонала (водителей).
- Специализированное программное обеспечение (ПО), принципиальной новизной которого является получение оптимальных решений, учитывающих неограниченное количество актуальных критериев при формировании расписания движения автобусов.

Практические результаты исследования могут быть использованы и используются в настоящее время при разработке региональных и муниципальных систем обеспечения транспортной мобильности населения в РФ. Вышесказанное, позволяет сделать заключение, что внедрение теоретико-методологических исследований и разработанных научно-прикладных методов, реализованных в математических моделях и организационных предложениях инновационной направленности, обеспечит повышение эффективности и безопасности в системе НГПТ РФ в целом и пассажирских автобусных перевозок, в частности, что подтверждает народнохозяйственную значимость полученных результатов.

#### **Личное участие автора в получении результатов диссертации**

Все основные идеи и разработки исследования, сформировавшие основу научно-методического подхода данного исследования, а именно:

- концептуальная архитектура системы контроля и управления движения автобусов в цифровых транспортных экосистемах (ЦТЭС);
- инструменты управления в ЦТЭС НГПТ с учётом потенциальных возможностей цифровых технологий на основе методов динамического программирования теории принятия решений в условиях многокритериальности информационной среды;

- алгоритмы формирования маршрутов с параметрами оптимизации: интервал движения автобусов, количество автобусов на маршруте, выработка автобусов на маршруте.

принадлежат автору или выполнены непосредственно с его участием.

### **Апробация работы**

Диссертационная работа прошла достаточную апробацию. Основные результаты диссертационного исследования:

- использованы при выполнении НИР на тему: «Концепция реализации универсальной системы оплаты проезда на территориальном пассажирском транспорте Российской Федерации. Договор № 72-2016-ПРООН от 12 декабря 2016 года между Министерством транспорта Российской Федерации и автономной некоммерческой организацией «Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации».

- подтверждены актами о внедрении организациями: Аналитический Центр при правительстве РФ, г. Москва; ГУП «Пассажиравтотранс», г. Санкт-Петербург; ООО «Хит кард», г. Санкт-Петербург; ООО «Городская Мобильность», г. Москва, ООО «ДАТАПАКС», г. Москва.

Основные положения и результаты исследования докладывались на конференциях и форумах:

- Юбилейная XV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2016)». г. Санкт-Петербург, 2016 г.
- WECON. Инновационные платежные решения для транспорта - 2018. Москва, 2018 г.
- Петербургский цифровой форум. Санкт-Петербург, 2018 г.
- Конференция «Электротранс». Москва, 2018 г.
- Форум «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР). Иннополис, г. Казань 2018, г.
- Организация и безопасность движения дорожного движения в крупных городах: XIV международная научно-практическая конференция СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург, 2020 г.

## **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Разработанный в исследовании научно-методический подход является необходимым компонентом эффективного развития НГПТ РФ в направлении создания интеллектуальной системы управления пассажирским транспортом, посредством формирования ЦТЭС. Основным инструментом формирования ЦТЭС является разработанная в исследовании методика формирования маршрутов, позволяющая создавать расписание движение автобусов с использованием новых цифровых технологий приема и обработки входящей информации. Разработанная методика может эффективно применяться пассажирскими АТП при организации перевозок любой географической локации (городские, региональные, междугородные) и форм собственности, при этом необходимо полностью автоматизировать процесс формирования расписания автобусных маршрутов (регулярных и нерегулярных) путем использования, разработанного автором исследования ПО.

### **По диссертации имеются следующие замечания**

1. В первой главе при проведении анализа состояния пассажирских автобусных перевозок в РФ много внимания уделяется всем видам наземного городского пассажирского транспорта. Между тем, паспорт научной специальности 05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта» предполагает проведение научных исследований только в области автомобильных перевозок.
2. В первой главе в пункте 1.4 «Анализ традиционных и перспективных методов управления транспортной мобильностью населения» помимо методов обследования пассажиропотоков, исследуется большой спектр вопросов: архитектура интеллектуальной системы пассажирских перевозок, информационно платежные системы, технические средства мониторинга состояния транспортных средств. Поэтому целесообразно было бы разделить данный пункт на отдельные подпункты.

3. Во второй главе подробно рассматриваются инструменты реализации цифровой трансформации пассажирских перевозок, но в качестве технологического инструмента данной трансформации однозначно определяются информационно-коммуникационные технологии для мультимодальных сервисов по принципу MaaS (Mobility as a Service). Данный вывод должен быть обоснован в сравнении с другими технологическими вариантами решений.
4. На странице 28 впервые встречается термин «гибкий конструктор» для проектирования системы региональных пассажирских перевозок. Применение новой терминологии в известных технологических процессах требует обоснования.
5. Приведенная в исследовании модель управления объектами в системе основана на многокритериальном аналоге принципа динамического программирования, при этом указывается, что технология синтеза полных совокупностей эффективных оценок обеспечивается определением частных эффективной оценок «Парето – оптимального». При этом не раскрывается процедура получения «Парето-оптимальных» решений.

Приведенные замечания не влияют на сущность работы и не снижают научной значимости полученных автором результатов.

#### **Соответствие диссертации научной специальности**

Рассматриваемая диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта, пунктам:

- П1. Место и роль автомобильного транспорта в транспортной системе страны, взаимодействие с природой, обществом, прогнозы и пути развития автотранспортного комплекса страны
- П2. Оптимизация планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, использования программно-целевых и логистических принципов.
- П15. Развитие новых информационных технологий при перевозках.

## Общее заключение

Диссертационная работа Иванова Игоря Алексеевича «Методика определения коэффициента сохранения эффективности автобусов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершённой научно-квалификационной работой, решающей актуальную проблему улучшения показателей каждого из оценочных свойств комплексного измерителя качества пассажирских автобусных перевозок в РФ (безопасность, комфортабельность, экономическая эффективность) за счет применения современных цифровых организационных и технологических ресурсов.

Выводы, рекомендации и теоретические положения, изложенные в диссертационной работе достоверны, обоснованы, характеризуются научной новизной, имеют большую практическую значимость и подтверждены экспериментально, широко апробированы на предприятиях, организующих пассажирские автобусные перевозки.

Текст автореферата в полной мере дает представление об основных положениях работы, поставленных задачах, методах их решения, объеме проведенных научных исследований и их результатов.

Диссертационная работа «Методика определения коэффициента сохранения эффективности автобусов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в пунктах 9...11, 13...14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. От 26.05.2020), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Иванов Игорь Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на заседании кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» Федерального


государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Присутствовало 27 человек.

Результаты голосования: «за» - 27 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел. Протокол № 2 от 06 октября 2021г.

Отзыв составили:

Директор транспортно-технологического института ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», доктор технических наук, доцент

 Новиков Иван Алексеевич

Докторская диссертация защищена по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.


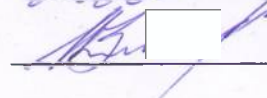
Заведующий кафедрой «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», кандидат технических наук, доцент

 Загородний Николай Александрович

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, БГТУ им. В.Г. Шухова  
тел: 7 (4722) 25-05-05, e-mail: [tti@intbel.ru](mailto:tti@intbel.ru)

Согласны на включение наших персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

 И.А. Новиков  
 Н.А. Загородний