

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.223.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 11.11.2021 № 30

О присуждении Иванову Игорю Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах» по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта принята к защите 07.09.2021 года (протокол заседания № 22), диссертационным советом Д 212.223.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2012 года № 717-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 года № 590-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2017 года №1246-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года № 37-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.01.2020 года № 35/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 16.06.2021 года № 590/нк.

Соискатель Иванов Игорь Алексеевич, «28» сентября 1968 года рождения.

В 1992 году соискатель окончил Севмашвуз, в г. Северодвинске, Архангельской области по специальности «Автоматика и телемеханика» с присвоением квалификации «Инженер - электрик».

Работает исполнительным директором в ООО «Городская мобильность».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» на кафедре наземных транспортно-технологических машин.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Терентьев Алексей Вячеславович, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра наземных транспортно-технологических машин, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Ризаева Юлия Николаевна**, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», кафедра управления автотранспортом, заведующий;

**Селиверстов Ярослав Александрович**, кандидат технических наук, ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (ИПТ РАН), лаборатория интеллектуальных транспортных систем, старший научный сотрудник;

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», город Белгород, в своем положительном отзыве, подписанном Новиковым Иваном Алексеевичем (доктор технических наук, доцент, транспортно-технологический институт, директор) и Загородним Николаем Александровичем (кандидат технических наук, доцент, кафедра «Эксплуатация и организация движения автотранспорта», заведующий) указала, что 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 в 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.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы.

**Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте**

### **Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:**

1. Горелик С.Л. Методология формирования региональной системы транспортной мобильности поколения на основе универсальных цифровых сервисов / Горелик С.Л. Арифуллин И.В. Терентьев А.В. Иванов И.А.// ВИНТИ РАН. Транспорт: наука, техника, управление, 2020. №7, - С.44-49. (авторский вклад 25 %)

2. Иванов, И.А. Аналитическая модель формирования автобусных маршрутов в цифровой транспортной экосистеме /И.А. Иванов, А.В. Терентьев// Вестник гражданских инженеров. – СПб: СПбГАСУ, 2020. № 5 (82). С. 194-198. (авторский вклад 50 %)

### **Публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus и Web of Science):**

3. Ivanov I., Digital platform and ecosystem for providing regional transport mobility / Ivanov I, Terentyev A., Yevtukov S// Transportation Research Procedia 50 (2020) 211–217. (авторский вклад 33 %)

### **Публикации в других рецензируемых изданиях:**

4. Горелик С.Л. Эволюция научных дисциплин с точки зрения теории информации/ С.Л. Горелик, И.А. Иванов, Я.Г. Марков, М.А. Чернышкова // Информатика, вычислительная техника и управление. Серия: «Естественные и технические науки». Май, 2016, №5. С. 38-42. (авторский вклад 25 %)

5. Горелик С.Л. Третье поколение территориальных пассажирских транспортных систем/ С.Л. Горелик, И.А. Иванов, В.В. Лещинский, А.А. Малахов/ Материалы Юбилейной XV Санкт-Петербургская международной конференции «Региональная информатика (РИ-2016)». Санкт-Петербург, 26-28 октября 2016 г., С. 167-171. (авторский вклад 25 %)

### **Патенты на полезные модели:**

6. Горелик С.Л., Иванов И.А., Лещинский В.В., Носков К.Ю. Способ оплаты проезда в общественном транспорте/Патент РФ. № охранного

документа 0002646396, Дата охранного документа, 02.03.2018, <https://findpatent.ru/patent/264/2646396.html>.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

**1.** ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов (РУДН)», доцент департамента транспорта Инженерной академии, кандидат технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, **Марусин Александр Вячеславович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- В названии диссертации, далее на стр. 4 в автореферате и далее по тексту применяется термин «Цифровые транспортные экосистемы» без детального обоснования новой для пассажирских автобусных перевозок терминологии;

- Из автореферата не ясно, что понимается под «дискретным положением автобуса» в ЦТЭС. Это промежуточный остановочный пункт на маршруте или конечные остановки;

- Из автореферата не ясно, что понимается под «оптимальной траекторией движения автобусов» в ЦТЭС. Это вновь сформированный маршрут или условно оптимальная трасса его движения, с учетом установленного целеполагания.

**2.** ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожного государственный технический университет (МАДИ)», доцент кафедры «Транспортная телематика», кандидат технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент **Арифуллин Илья Владимирович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- Рисунок 1, 2 и 3 можно было объединить в одну схему, отражающую взаимодействие всех структурных единиц в концепции ЦТЭС;

- На стр. 15 перечислены 3 оптимизируемых параметра, но из автореферата не ясно: оптимизация производится по одному из параметров или по их совокупности?

- в автореферате отсутствует алгоритм расчёта, позволивший представить на рисунке 5 – «Комплексную экономическую модель проекта внедрения ЦТЭС в Ленинградской области».

**3. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности», доктор технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, доцент **Шемякин Александр Владимирович.****

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- В качестве рабочей гипотезы исследования принимается разработка «альтернативного существующему подходу к построению расписаний движения» объектно-ориентированного подход (ООП). Но в автореферате, далее по тексту, отсутствует пояснение достигнута ли данная цель?

- На стр. 17...20 в автореферате приведен подробный алгоритм поиска решений эффективных решений в подсистеме «расписание». Логической необходимости в этом нет, можно было ограничиться размещением данного материала в приложениях к диссертации.

**4. Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», кандидат технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент **Коваленко Николай Александрович****

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- по тексту автореферата имеются опiski (стр. 6,7,9);  
- из автореферата не ясно, как осуществляется управление движением автобусов: меняется их расписание, интервал движения, маршрут движения

или как-то по-другому?

- в автореферате отмечается, что расписание движения автобусом формируется в автоматическом режиме. А как об этом узнают пассажиры?

- известно, что исходной информацией для составления расписания движения автобусов являются пассажиропотоки. Из автореферата не ясно, откуда получают эту информацию?

**5. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», заведующий кафедрой «Эксплуатации и организации движения автотранспорта», кандидат технических наук, доцент Загородний Николай Александрович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- из автореферата не ясно, при формировании расписания движения автобусов можно-ли применить разработанную методику в населенных пунктах с небольшим количеством населения, и будет она эффективна в данном случае;

- из автореферата не понятно, за счет чего получается увеличить коэффициент наполнения автобусов на 10 % при соблюдении обязательных требований комфортабельности (поездки только на сидячих местах), если экспериментальные исследования проводились в городских условиях;

- в автореферате не указано, каков финансовый экономический эффект от внедрения и применения предлагаемой методики.

**6. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», доцент практики, кандидат технических наук Грудинин Владимир Алексеевич.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- ... широта подхода привела к неоднородности изложения материалов и различной глубине проработки темы. Это является очевидным недостатком, который затрудняет понимание связей между отдельными разделами диссертации.

- Также следует отметить, что приведенные данные о снижении среднего времени на поездку до 25% при одновременном увеличении наполнения на 10% недостаточно обоснованы. Такие данные не могут быть одинаковы для всех регионов с учетом их особенностей, а оценка влияния различных факторов на эти параметры - отдельная задача, только которую предстоит решить при широком внедрении.

**7. ООО «Финдинамика» г. Санкт-Петербург, директор Хан Дмитрий Вячеславович**

*Отзыв положительный, замечаний нет.*

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая методика формирования автобусных маршрутов, основанная на цифровых моделях и технологиях, применимых в сложных пассажирских транспортных экосистемах, позволившая выявить качественно новые закономерности при построении графика движения автобусов, соответствующих качественно новым социотехническим условиям их эксплуатации;

**разработана** новая математическая модель построения автобусных маршрутов в сложной транспортной экосистеме, оптимизирующая процессы управления пассажирскими автобусными перевозками, с учётом потенциальных возможностей цифровых технологий и на основе применения методов динамического программирования и теории принятия решений в условиях многокритериальности информационной среды;

**предложена** оригинальная научная гипотеза, альтернативная существующей модели построения расписаний движения автобусов и основанная на

объектно-ориентированном подходе (ООП), использующим алгоритм принятия решений, представляющий собой не только описание свойств системы в виде установленного целеполагания, но и модели, учитывающей свойства отдельных объектов в виде операций по оптимизации маршрутной сети в целом. При этом инструменты оптимизации позволяют строить производные структуры расписания движения автобусов на основе базовых, тем самым создавая новую модель с необходимыми свойствами, обеспечивая возможность постоянного анализа и внесения актуальных изменений;

**доказана** перспективность применения в науке и практике использования методов динамического многокритериального программирования, как метода оптимизации управлений, реализующих одновременный учёт значений значительного количества показателей в решаемой экстремальной задаче и новых цифровых технологий приема и обработки входящей информации в систему планирования движения автобусов в виде комплексной методики формирования маршрутов в цифровых транспортных экосистемах;

**введены** в терминологическое обеспечение исследуемых задач новые понятия: комплекс цифровых сервисов (ЦС), обеспечивающих управление и универсальный комплексный мониторинг основных параметров и отдельных технологических модулей ЦТЭС: ЦС информационно-платежные функций, ЦС планирования маршрутов и расписаний, ЦС диспетчерского управления движением, ЦС формирования и синхронизации мультимодальных поездок, которые осуществляются по принципу МaaS-технологий, ЦС анализа объемов транспортной работы.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано** на основе выполненных научно-методических исследований, реализованных в новых математических моделях, - следующее положение: при формировании маршрутной сети автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах необходимо применять объектно-ориентированный подход, основанный на аналитических моделях динамического программирования и теории принятия решения в

информационных ситуациях, характеризующихся как ситуации с неопределенным состоянием среды исследования;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы динамического программирования и векторной оптимизации для определения эффективных решений управления графиком движения автобусов в ЦТЭС, позволяющие реализовать одновременный учёт значений значительного количества показателей в решаемой экстремальной задаче, в зависимости от изменяющихся условий и информационного состояния среды исследования;

**изложена** идея применения теории сложных систем (ТСС) при исследовании процессов управления в ЦТЭС, объединяющей целый ряд научных направлений: общую теорию систем (ОТС), теорию игр, теорию распределенных систем (систем массового обслуживания), теорию нелинейной динамики, как наиболее общей по отношению к ОТС и классическому системному анализу.

**раскрыты** признаки ЦТЭС как сложной системы, такие как: «восприимчивость», «валидность», «надежность» или чувствительность к воздействиям внешней среды, большое количество связей и элементов, требующих умения обработки «больших баз данных», определяемого наличием большого информационного объема обрабатываемых данных;

**изучены** причины возникновения характерных проблем городского пассажирского транспорта, как следствие большого количества факторов различных по «природе» и динамически изменяющихся по времени, что определяет необходимость формирования маршрутной автобусной сети на аналитических моделях принятия решения в информационных ситуациях, характеризующихся как ситуации с неопределенным состоянием среды исследования, рекомендуемые для выявления объективных данных о мощности пассажиропотоков использовать современные цифровые ресурсы, позволяющие производить «он-лайн» мониторинг транспортной подвижности населения;

**проведена модернизация** существующих алгоритмов формирования маршрутов по параметрам оптимизации: интервал движения автобусов, количество автобусов на маршруте, выработка автобусов на маршруте, позволяющих автоматизировать процесс формирования расписания для любых видов маршрутов (регулярных и нерегулярных) как по одному, так и по неограниченному количеству актуальных критериев.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана и внедрена** методика формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах в организациях: Аналитический Центр при правительстве РФ в г. Москва, ГУП «Пассажиравтотранс» в г. Санкт-Петербург, ООО «Хит кард» в г. Санкт-Петербург, ООО «Городская Мобильность» в г. Москва, ООО «ДАТАПАКС» в г. Москва;

**определены** перспективы практического использования разработанной методики, позволяющей эффективно применяться пассажирскими АТП при организации перевозок любой географической локации (городские, региональные, междугородние) и форм собственности для автоматизации процессов формирования расписания автобусных маршрутов (регулярных и нерегулярных);

**создана** модель и система эффективного применения практических рекомендаций методики формирования автобусных маршрутов в цифровых транспортных экосистемах, в виде описания применения методики с полным перечнем измерителей, необходимых для планирования, учёта и анализа работы автобусов и персонала (водителей), в рамках разрабатываемой методики; система показателей, позволяющая оценивать степень использования автобусов (показатели использования); система показателей, позволяющая оценивать результаты работы автобусов и формы представления измерителей;

**представлены** рекомендации по применению методики формирования маршрутов в цифровой транспортной экосистеме, её базовых алгоритмов и

программного обеспечения, позволяющих создавать расписание движения автобусов, с использованием новых цифровых технологий приема и обработки входящей информации в системе планирования движения автобусов на АТП, в целях автоматизации процесса формирования расписания для любых видов маршрутов (регулярных и нерегулярных).

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях и подтверждена апробацией её в ряде экспериментальных исследований и испытаний, показавших улучшение важнейших качественных показателей транспортного обслуживания населения, а именно проведены экспериментальные исследования и испытания прототипов базовых аппаратно-программных модулей для ЦТЭС, производимые с целью проверки разработанных алгоритмов мониторинга пассажиропотоков и построения расписания движения автобусов в пилотных испытаниях прототипа;

**теория** построена на методах системного анализа и согласуется с исследованиями, опубликованными по теме диссертации в части решения задач исследования по моделированию сложных систем, с применением методов динамического и линейного программирования;

**идея базируется** на анализе и обобщении передового, теоретического, практического, зарубежного и отечественного опыта по формированию автобусных маршрутов в сложных транспортных системах, требующих применения современных цифровых ресурсов и алгоритмов, позволяющих производить «он-лайн» мониторинг пассажиропотоков и объективную аналитическую обработку больших объемов данных при формировании графика движения автобусов;

**использованы** ранее накопленные наукой и практикой знания, научный опыт моделирования и исследования процессов движения транспортных средств, а также новые знания по теории проектирования и оценке свойств

динамических многокритериальных систем, актуализируемых в настоящем диссертационном исследовании;

**установлена** новизна, качественная и количественная непротиворечивость результатам, полученным соискателем, данным известных отечественных исследований, представленных в открытых источниках по тематике работы; **использованы** современные методики сбора, обработки исходной информации с обоснованием выбора объектов наблюдения, их достаточности для измерения и оценки состояния в процессе функционирования.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии автора на всех этапах исследования; в постановке задач диссертационного исследования; в анализе и обобщении теоретических и экспериментальных материалов по теме исследования; в разработке концептуальной архитектуры системы контроля и управления движения автобусов в ЦТЭС, инструменты управления в ЦТЭС с учётом потенциальных возможностей цифровых технологий на основе методов динамического программирования в условиях многокритериальности информационной среды, алгоритмы формирования маршрутов с параметрами оптимизации: интервал движения автобусов, количество автобусов на маршруте, выработка автобусов на маршруте.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. У вас заявлена разработка концептуальной архитектуры системы контроля и управления движения автобусов. Скажите, пожалуйста, а вот ГОСТ – стандарт 2011 года, который указывает именно ТС (технические средства) на конечном этапе, скажите, пожалуйста, чем она отличается – существующая архитектура от той, которую вы разработали? Наверное, было бы правильно, если бы вы указали – не разработать, а уточнить.

2. Понятно, что система состоит из аппаратно-технического обеспечения, информационного обеспечения и так далее. А у вас только лишь рассматривается информационное обеспечение. Данное ограничение

нужно наложить обязательно и сформулировать тематики в соответствии с теми ограничениями, которые я обозначил.

3. Вы обозначили тему – методология формирования и анализ системы. Формирование – это организация системы или проведение системы? Какой смысл в слове «формирование»?

В Вашем случае это проектирование.

4. Посмотрите, у Вас в «Предмете исследования» написано «метод». А известно, что предмет должен быть в названии, в аннотации, во введении, во всех рубриках. Все работают на предмет. У Вас получается, методика у вас – слово, а предмет назван методом. Это ошибка? Предмет – это элемент предметной области знания, выходит, что диссертация – это механизм достижения цели – создать такой предмет.

Соискатель Иванов И.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Правильно. Вы абсолютно точно по формулировкам сказали.

2. Да. Потому что, мы решали задачи касающиеся только диспетчеризации, но при этом все пассажирские автобусы должны быть оснащены системой «Глонасс». Спасибо большое. Очень хорошее замечание. Обязательно учтём.

3. Формирование – это имеется в виду её описание и потом создание этой системы. То есть, это формирование.

4. Всё верно.

На заседании 11.11.2021 года диссертационный совет принял решение за решение актуальной научно-практической задачи, решающей актуальную задачу повышения эффективности пассажирских автобусных перевозок, за счёт улучшения показателей каждого из оценочных свойств комплексного измерителя качество пассажирских автобусных перевозок в РФ (безопасность, комфортабельность, экономическая эффективность), с применением современных, цифровых, организационных и технологических

