

## О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, доцента **Зедгенизова Антона Викторовича** на диссертационную работу **Ерёмина Сергея Васильевича** на тему «Методология организации перевозок пассажиров городским общественным транспортом в условиях перспективного территориального развития города», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.4 – Управление процессами перевозок.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Города, построенные и облагороженные в советский период нашей истории, были ориентированы преимущественно на общественный транспорт. Большинство градостроительных расчётов рассматривало передвижение городского населения на всех видах общественного транспорта, индивидуальному же отводилось не более 3-5 % от общего объёма перевозок. С переходом России на рыночные условия хозяйствования и, при этом, возникновение массовых передвижений на индивидуальном транспорте привели к массовым и перманентным заторам на ключевых участках улично-дорожных сетей крупных и крупнейших городов. Вместе с этим, транспортную ситуацию усугубляло систематическое недофинсирование общественного транспорта и стихийный рост городов в виде точечной, периферийной и пригородной застроек. В условиях отсутствия единой системы городского планирования перевозочной и градостроительной деятельности крупные и крупнейшие города стали центрами заторов, существенно снизилась скорость сообщения на всех наземных видах транспорта, ухудшилась экологическая безопасность и безопасность дорожного движения, перестали выполняться градостроительные требования на время передвижения по трудовым целям. Учитывая, современный рост городов и их населения транспортно-градостроительная отрасль остро нуждается в методах и методиках, позволяющих учитывать влияние градостроительной составляющей на

качество транспортного обслуживания населения таких городов, поэтому, представленная диссертационная работа, несомненно, является актуальной.

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

Обоснованность и достоверность научных положений, выносимых на защиту, обеспечивается методикой проведения исследований и математико-статистическим анализом полученных данных, включая методы многомерного статистического анализа, системного анализа, прогнозирования событий в условиях нечёткой логики, спектрального анализа, использования современного программного обеспечения, в том числе, и по моделированию транспортных потоков и транспортного спроса.

Для оценки достоверности полученных результатов, автор ссылается на исследования известных учёных в этой области, поэтому полученные результаты не противоречат основным выводам, направленным на разработку методики многокритериальной оценки факторов обеспечения безопасности дорожного движения, оптимизации состава парка для обслуживания маршрутов, а также детальные выводы по неравномерности формирования транспортного спроса на примере г. Красноярска.

Корректность предлагаемых в диссертации эмпирических моделей подтверждается хорошей сходимостью фактических и расчётных данных, а высокое качество исходных данных обеспечивается методами входного контроля, позволяющего оценить их погрешность.

Соискателем впервые предложено аппроксимировать модели стоков и истоков взвешенной смесью нормальных распределений на основе статистики валидаций пассажиров, что позволяет в автоматизированном режиме получить места концентрации пассажиропотоков, например, крупные промышленные предприятия, места общественного отдыха, крупные торговые центры и т.д. Такой подход позволяет получить уникальные данные для построения матрицы межрайонных корреспонденций, являющейся основой для имитационного моделирования как на макро уровне, так и для

моделирования организации дорожного движения на локальных пересечениях.

Кроме этого, Ерёмин С.В. доказал, что выбор конечной остановки пассажиром выполняется на основе наложения последней функции на эллипс рассеяния, что позволило сделать ряд важных выводов, во-первых, большая часть пассажиров совершают корреспонденции внутри одного берега г. Красноярска, что, снижает нагрузку на переправы – наиболее уязвимые места улично-дорожной сети и, во-вторых, позволяет оптимизировать маршрутную схему перевозок общественным транспортом.

Научная новизна диссертации заключается в:

- предложенных теоретических положений для прогнозирования перспективных транспортных корреспонденций пассажиров в связи с изменением и ростом городов, основывающихся на математической равновесной модели нечеткого вывода;

- усовершенствованной методике оптимизации парка подвижного состава городского пассажирского транспорта, полученной на основе последовательного поиска решения, учитывающей временные затраты пассажиров и стоимость подвижного состава;

- полученной закономерности, отражающей неравномерность пассажиропотоков на остановочных пунктах маршрутов городского общественного транспорта, что позволяет повысить точность имитационного моделирования;

- усовершенствованной математической модели, позволяющей оценить мощность по прибытию и отправлению территориальной структуры города путем аппроксимации взвешенной смесью нормальных распределений параметров стоков и истоков;

- разработанных методиках прогнозирования транспортных потоков на улично-дорожной сети, ее пропускной способности на основе факторной модели, а также безопасности дорожного движения на основе зависимости между количеством ДТП и мультипликативной функцией месяца и часа.

**Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики**

Значимость результатов для науки заключается в том, что впервые разработаны теоретические основы представления компромиссных решений между жилищным и транспортным развитием города на основе модели нечеткого вывода. В основе этих теоретических основ лежат зависимости, отражающие неравномерность пассажиропотоков на маршрутах ГПТ, связь между пассажиропотоками и их зарождением на остановочных пунктах ГПТ, а также, параметры организации и безопасности дорожного движения, обеспечивающие нормальное качество транспортного обслуживания жителей крупных и крупнейших городов. Отдельно стоит выделить математическую модель, устанавливающую взаимосвязь между количеством ДТП и мультипликативной функцией двух переменных: месяца и часа.

Практическая значимость заключается, прежде всего, в методике оптимизации парка подвижного состава ГПТ, учитывающей его стоимость, что крайне важно для условий работы в условиях ограничения бюджета. Кроме этого, практической значимостью обладает математическая модель определения выходных корреспонденций на основе аппроксимации взвешенной смесью нормальных распределений параметров стоков и истоков. Прикладные аспекты диссертационной работы успешно использованы автором в практической деятельности г. Красноярска на всех уровнях управления ГПТ, что подтверждается шестью актами внедрения.

### **Общая оценка содержания диссертации**

Диссертация состоит из введения, пяти глав и основных выводов по работе, изложена на 299 страницах, включает 44 таблицы, 149 рисунка, 202 литературных источников, 3 приложений. Автор имеет достаточное число публикаций, в том числе 14 статей из перечня ВАК РФ и 6 в международных базах цитирования Web of Science и Scopus. Вместе с этим, Ерёмин С.В. неоднократно выступал с докладами на конференциях международного уровня и получил публичное одобрение научного сообщества.

Во введении обоснована актуальность научной проблемы по тематике диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, определены объект и предмет исследований, методы исследований, научная новизна и



научные положения, выносимые на защиту, практическая значимость работы и реализация её результатов.

Первая глава содержит системный анализ методов и моделей проектирования транспортных систем. Важным аспектом первой главы является анализ средств имитационного моделирования транспортно-градостроительных сценариев PTV VISUM, Aimsun, MATSim, AnyLogic и другие. Основной акцент автор ставит на согласованность и интегрированность принимаемых решений с региональными и федеральными планами транспортного развития с транспортным развитием соседних территориальных субъектов, развития экспорта транспортных услуг, а также использование транспортных систем для построения сетей с высокоразвитыми структурными связями.

Во второй главе доминируют вопросы моделирования градостроительно-транспортных сценариев и систем, рассматриваются критерии выбора типов пересечений. Для принятия решений и построения, как в целом, транспортной сети, так и её отдельных пересечений автор прибегает к методике планирования эксперимента, позволяющей выявить ключевые факторы, влияющие на функционирование пересечений. По результатам такого анализа предлагается реконструкция пересечения, направленная на упразднение наиболее значимых транспортных потоков с точки зрения загрузки пересечения.

Рост застройки, а также численности городского населения, требует разработки мероприятий, направленных на полное и своевременное удовлетворение потребности в перевозках. Индикатором изменения потребности в перевозках является транспортный спрос, который зависит от престижности района, наличия транспортной и социальной инфраструктуры, учёт факторов, влияющих на спрос к которым автор относит, кроме перечисленных выше цену жилья и качество его отделки позволит с высокой точностью прогнозировать интенсивность транспортных потоков. Применение лингвистической системы нечёткого вывода, по мнению автора позволяет получить количественные оценки спроса на жилье в перспективных районах застройки, что, в свою очередь, дает возможность

коррекции динамики матрицы корреспонденций. Примечательно, что предлагаемая методика позволяет понять взаимосвязь между прибылью от продаж квартир, которую, преимущественно получают строительные компании и расходами на транспортное строительство, которые, как правило, несут городские (муниципальные) власти. Кроме этого, предлагаемый метод последовательных уступок может позволить в значительной степени оптимизировать процесс выбора критериев строительства жилья.

Третья глава посвящена статистическому анализу исходных данных эксперимента. Основой анализа являются пассажиропотоки и их неравномерность по времени. Проведенный спектральный анализ показал явное доминирование недельного цикла. Кроме этого, для повышения точности описания мощности пассажиропотока автор использует пятнадцатиминутные временные интервалы. Важным этапом третьей главы является алгоритм выбора конечного остановочного пункта пассажиром и математическая модель, учитывающая такую вероятность, причём при осуществлении корреспонденции важно чтобы она осуществлялась при минимальных временных затратах всех пассажиров и минимальных ресурсных затратах организации этих перевозок, что возможно на основании обобщённого аддитивного критерия, оптимальность которого оценивается на основе кластерного анализа, а в качестве метрики используется евклидово расстояние.

В четвертой главе представлены результаты анализа количества ДТП. Ключевым фактором выступает время по годам, месяцам, дням недели и часам. Общеизвестно, что ДТП имеют связь с такими факторами, как часы суток, интенсивность транспортных потоков, тип УДС и т.п., учитывая, городские условия работы подвижного состава ГПТ и относительное постоянство интенсивности транспортных потоков, то наиболее значимым фактором являются часы суток, непосредственно, влияющие на психо-эмоциональное состояние водителей и на соответствующую часам суток неравномерность их интенсивности. Что имеет подтверждение в регрессионных зависимостях по распределению Релея с усреднением по месяцам. В результате автору удалось установить закономерность,

позволяющую прогнозировать наиболее вероятные периоды аварийности и проводить соответствующие мероприятия по их предотвращению.

В пятой главе рассмотрены вопросы цифровизации и автоматизации систем управления ГПТ. Результаты исследования, приведённые в этой главе, показывают, внедрённые элементы ИТС и автоматизированных комплексов позволили снизить длину заторов за два года более чем на 2000 метров.

В заключении изложены основные итоги и выводы выполненного исследования, даны рекомендации по применению, предложенной методологии.

Автореферат отражает основные положения диссертационной работы и не содержит информации, не вошедшей в диссертацию.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Цель исследования преимущественно направлена на научную составляющую, в которой социальный аспект выражается только косвенно. Следовало бы отметить, что достижение поставленной цели, т.е. развитие методологии позволит повысить качество транспортного обслуживания населения на основе компромиссных решений между градостроительной политикой и развитием транспортной системы.
2. Теоретическая значимость в преамбуле диссертации описана весьма обобщённо из чего не ясно какие именно теоретические достижения позволят расширить область знаний об организации перевозок пассажиров ГПТ в условиях перспективного развития города. К таким достижениям можно было бы отнести, например, теоретические положения математической равновесной модели жилищного и транспортного развития города.
3. На странице 30 диссертации автор, интерпретируя аксиому Колмагорова допускает следующее описание: «Считается, что с течением времени дорога изнашивается и с некоторой известной вероятностью  $q$  становится непроезжей.» На мой взгляд, такая интерпретация не может быть применена к дороге и элементам УДС как инженерным сооружениям в аспекте рассматриваемой аксиомы.

4. Полагаю, что раздел 1.3.3 диссертации следовало разместить в третьей главе.
5. На рисунке 1.9 приведён график предсказанного и фактического объемов перевозок, вместе с этим, не ясно на основе каких данных он был построен, а также как его интерпретировать, если оси не имеют названий и размерности.
6. В диссертационной работе уделено чрезмерное внимание коммерческим программным продуктам, позволяющим осуществлять имитационное моделирование транспортных потоков. При этом, автором не предлагаются программные приложения для ЭВМ на основе собственных математических моделей, эмпирических выражений и зависимостей, отражающих спрос на поездки (ф. 2.13, рис. 2.36-2.42), формирование интенсивностей транспортных потоков (2.2), а также рекомендации по выбору типа пересечений и расчёт светофорной сигнализации.
7. В разделе 2.3.3 автор приводит математический аппарат для расчёта режима работы светофорной сигнализации, при этом ссылается не на первоисточник или руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог, а на собственные статьи под номерами в общем перечне использованной литературы 98 и 106, что является некорректным.
8. Как правило, в четвёртой или пятой главах приводятся расчёты экономического эффекта от внедрения основных результатов диссертационного исследования, позволяющие оценить её вклад в народное хозяйство, однако, автор ограничился оценкой затрат, которые несёт АТП при выборе оптимального сценария развития УДС и маршрутной сети в соответствии с развитием территории города (глава 3), что не в полной мере отражает вклад диссертационного исследования в народное хозяйства страны.

#### **Заключительная оценка диссертационной работы**

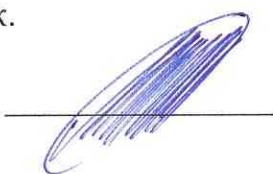
Диссертационная работа на тему «Методология организации перевозок пассажиров городским общественным транспортом в условиях перспективного территориального развития города», выполненная Ерёминим



Сергеем Васильевичем, представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по научной специальности 2.9.4 – Управление процессами перевозок является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании самостоятельных исследований автором решена научная проблема, имеющая важное народно-хозяйственное значение и изложены новые научно-обоснованные производственно-технологические решения, имеющие существенное значение для оценки и повышения качества перевозки пассажиров ГПТ в условиях перспективного территориального развития города.

Считаю, что диссертация Ерёмина Сергея Васильевича удовлетворяет п.п. 9 и 10 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013г.) и требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а сам автор Ерёмин Сергей Васильевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.4 – Управление процессами перевозок.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук (специальность 2.9.5 (05.22.10) — «Эксплуатация автомобильного транспорта»), доцент, профессор кафедры «Нефтегазового дела» ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск.



Зедгенизов Антон Викторович

«13» августа 2022 г.

664074, Иркутск, ул. Лермонтова 83, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Тел.: 8 902 5 122 013

E-mail: [azedgen@gmail.com](mailto:azedgen@gmail.com)

