

На правах рукописи



ЗЕДГЕНИЗОВ Антон Викторович

МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ
ДВИЖЕНИЯ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЦЕНТРОВ
МАССОВОГО ТЯГОТЕНИЯ

Специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Научный консультант: доктор экономических наук, доцент
Солодкий Александр Иванович

Официальные оппоненты: **Жанказиев Султан Владимирович**,
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
кафедра «Организация и безопасность движения», заведующий;

Зырянов Владимир Васильевич,
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», кафедра «Организация перевозок и дорожного движения», заведующий;

Ларин Олег Николаевич,
доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва, кафедра «Логистические транспортные системы и технологии», профессор;

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».

Защита состоится «21» сентября 2021 г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.223.02 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4, (аудитория №220). Тел./факс: (812) 316-58-73; e-mail: rector@spbgasu.ru

Тел./факс: (812) 316-58-73; e-mail: rector@spbgasu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте <http://dis.spbgasu.ru/specialty/personal/zedgenizov-anton-viktorovich>

Автореферат диссертации разослан: «09» июня 2021 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.223.02 канд. техн. наук
доцент



Олещенко Елена Михайловна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Мировые процессы хозяйственной деятельности, включающие в себя новые принципы распределения рабочей силы, переработки природных ресурсов, а также создание принципиально новых информационно-культурных ресурсов создают предпосылки для предпочтительного проживания и приложения труда на урбанизированных территориях, что, в свою очередь, стимулирует расширение и наращивание производственно-хозяйственной, научно-культурной и политико-административной деятельности в городах. Вместе с положительными эффектами возникают и негативные последствия урбанизации. К ним, как правило, относят необходимость преодоления больших расстояний между местами проживания, приложения труда и другими центрами массового тяготения (ЦМТ), снижение скорости сообщения доставки грузов и пассажиров, рост уровня автомобилизации, ухудшение экологической обстановки, увеличение заболеваемости, в т. ч. психологической, высокую зависимость от ресурсов жизнеобеспечения.

В этой связи, во второй половине 20-го века в США, в 70–80 годы в европейских странах и последние десятилетия в нашей стране наметилась чёткая тенденция к субурбанизации, что позволяет сохранить преимущества жизни и приложения труда в городской среде, но при этом снизить её негативные эффекты. Таким образом, сложная, а во многих крупных и крупнейших городах критическая транспортная ситуация усугубляется процессами активной субурбанизации, которая, по сути, является катализатором использования индивидуального транспорта (ИТ), поскольку порождает расширение фактического использования территории пригорода с малой плотностью населения, генерирующая способность которой часто не превышает 10–12 чел./Га. Кроме этого, в настоящее время нарастает необходимость в освоении новых территорий Дальнего Востока, Восточной Сибири, Якутии и Арктики, что потребует обоснования мощности и величины пассажиропотоков, тяготеющих к вновь возникающим ЦМТ.

Разработка специальной документации, регламентирующей развитие территорий и режимов их функционирования, их транспортного обслуживания и разработки проектов организации дорожного движения, а также своевременное полное и качественное удовлетворение потребности в перевозках, требует наличия инструментария, позволяющего производить оценку влияния объектов капитального строительства (ОКС), ЦМТ и субурбанизированных территорий на прилегающую УДС, что, в свою очередь, влечет потребность в прогнозировании интенсивности транспортных потоков от генеральных планов агломераций до проектов организации дорожного движения (ПОД). Вместе с этим существующие методы прогнозирования интенсивности транспортных потоков и оценки транспортного спроса, основанные на применении исходных данных, которые в настоящее время труднодоступны, например, составляют коммерческую тайну, не отражают современных закономерностей, функционирования ЦМТ. Поэтому применение существующих методов наталкивается на противоречие, связанное

с отсутствием научных знаний о закономерностях функционирования ЦМТ и возникающего при этом транспортного спроса, трансформирующегося в интенсивность движения на улично-дорожной сети (УДС), а также в виде пассажиропотока на сети общественного транспорта (ОТ).

Особую актуальность приобретает необходимость научных исследований, направленных на оптимизацию планирования и организацию перевозок населения при обслуживании ЦМТ, расположенных на урбанизированных территориях в свете 443 федерального закона, требующего: разработки ПОД при строительстве или реконструкции ОКС; подготовки материалов инженерных изысканий, результатов исследования существующих и прогнозируемых параметров дорожного движения и статистической информации этих параметров; обеспечения эффективности организации дорожного движения (ОДД), которое должно быть учтено при размещении ОКС; необходимости расчета вместительности (количество машино-мест) парковок общего пользования и др. Наличие таких научных исследований в виде предлагаемых частных методик позволит выполнять прогнозы объемов движения на стадии генеральных планов, комплексных транспортных схем, проектов детальной планировки и проектов организации дорожного движения, что, несомненно, повысит точность, снизит трудоемкость прогнозов, оптимизирует затраты на перевозку грузов и пассажиров и, как следствие, повысит качество транспортного обслуживания жителей городов и зон их влияния.

Степень разработанности темы исследования. Большой вклад в развитие организации движения, транспортного планирования, оценки транспортного спроса, а также проектирования и эксплуатации транспортных систем городов внесли И. С. Ефремов, Е. М. Лобанов, В. В. Сильянов, П. А. Кравченко, Г. В. Шелейховский, В. М. Власов, С. В. Жанказиев, В. В. Зырянов, А. И. Солодкий, А. Э. Горев, М. С. Фишельсон, Ю. А. Ставничий, Г. И. Кликовштейн, В. А. Гудков, М. Б. Афанасьев, Л. Б. Миротин, А. Ю. Белинский, Ю. В. Трофименко, С. А. Евтюков, А. В. Городков, В. И. Рассоха, А. Н. Новиков, В. А. Черепанов, И. Н. Пугачёв, Д. С. Самойлов, В. Н. Мягков, А. М. Плотников, Н. С. Пальчиков, В. П. Федоров, Л. А. Лосин, А. А. Алоян, М. Вол, Вукан Р. Вучик, В. В. Шештокас, Г. А. Гольц, В. М. Курганов, А. Ю. Михайлов, Ю. Г. Котиков, В. Н. Лившиц, А. И. Стрельников, М. Р. Якимов, Э. А. Сафронов, А. В. Сигаев, И. М. Смоляр, В. А. Юдин, У. Бранольте, А. Н. Асуал, J. Ortuzar, R. Kitamura, E. Ohstrom, K. Goulias, G. A. Carrothers, A. M. Voorhees, A. G. Wilson и многие другие ученые, а также в ряде руководств Trip Generation manual, Trip Generation Handbook.

Вопросы градостроительства и основные принципы функционирования и взаимодействие урбанизированных территорий рассматривали в своих трудах следующие ученые: Ю. Н. Бочаров, А. О. Кудрявцев, А. П. Ромм, Ю. В. Алексеев, Л. Ф. Бучев, М. Я. Вильнер, А. В. Городков, А. С. Михайлов, Ю. А. Михалев, Ю. М. Моисеев, Е. С. Пронин, В. А. Сосновский и многие другие.

Цель исследования – разработка методологии, позволяющей комплексно оценивать и повышать качество транспортного обслуживания населения крупных городов при обслуживании ЦМТ.

Задачи исследования:

1. Разработать и научно обосновать типологию ЦМТ, учитывающую временные типы, на основе их количественных характеристик функционирования.

2. Разработать методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов как базовой части методологии повышения качества организации движения, и на её основе, с учётом типологии ЦМТ, выявить: удельную генерацию корреспонденций; среднюю продолжительность парковки; коэффициенты суточной неравномерности функционирования ЦМТ; распределение доли посетителей на ИТ; среднее наполнение ИТ.

3. Выявить закономерности корреляционно-регрессионной связи между транспортным спросом, выраженным количеством корреспонденций и параметрами расположения ЦМТ: площадь, расстояние от центра города и магистральной улицы.

4. Разработать нормативные зависимости, отражающие потребное число парковочных мест, при транспортном обслуживании ЦМТ, и на их основе создать методику оценки потребного числа парковочных мест.

5. Выявить закономерности корреляционно-регрессионной связи, позволяющие оценивать транспортный спрос к ЦМТ и субурбанизированным территориям по параметрам их расположения.

6. Разработать методику прогнозирования интенсивности транспортных потоков на основе оценки транспортного спроса к ЦМТ с учётом выявленных характеристик функционирования, полученных функциональных зависимостей и параметров расположения.

7. Разработать методику организации движения, позволяющую учитывать влияние ЦМТ на прилегающую УДС на основе прогнозирования интенсивности транспортных потоков.

8. Разработать экспресс-метод прогнозирования интенсивности транспортных потоков к агрегированным ЦМТ с монофункциональной застройкой, обладающий существенным снижением трудоёмкости при требуемой точности.

9. Выполнить производственную проверку результатов исследований и провести их технико-экономическую оценку.

Объектом исследования является качество организации движения при транспортном обслуживании ЦМТ, основанное на балансе пропускной способности, запрашивающих пересечений и формированием интенсивности транспортных потоков, тяготеющих к ЦМТ.

Предметом исследования являются закономерности качества организации движения, основанные на учёте особенностей формирования интенсивности транспортных потоков, тяготеющих к ЦМТ и факторов, определяющих пропускную способность пересечений.

Рабочая гипотеза состоит в том, что качество транспортного обслуживания населения можно существенно повысить путём разработки и применения методологии, позволяющей прогнозировать интенсивность транспортных потоков, возникающих при функционировании ЦМТ.

Методологическая основа исследования:

- комплекс теоретических и экспериментальных методов анализа параметров расположения ЦМТ на урбанизированных территориях, количественных характеристик, обуславливающих их функционирование при установленной типологии ЦМТ;

- системный анализ, теория вероятности и математическая статистика, теория алгоритмов, физическое и натурное моделирование.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта», п. 2. «Оптимизация планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, использования программно-целевых и логистических принципов»; п. 6 «Организация безопасности перевозок и движения, обоснование и разработка требований и рекомендаций по методам подбора, подготовки, контроля состояния и режимам труда и отдыха водителей»; п. 14. «Развитие инфраструктуры перевозочного процесса, технической эксплуатации и сервиса».

Научная новизна исследований:

1. Разработана и научно обоснована типология ЦМТ, основанная на количественных характеристиках функционирования и учитывающая современные типы ЦМТ с отличными от традиционных режимов транспортного обслуживания.

2. Впервые разработана база данных количественных характеристик транспортного обеспечения ЦМТ, на основе показателей их функционирования (коэффициенты суточной неравномерности; удельная генерация корреспонденций, средняя продолжительность парковки ИТ, доля посетителей на ИТ и среднее наполнение ИТ).

3. Впервые получены закономерности высокой корреляционно-регрессионной связи между транспортным спросом и параметрами расположения ЦМТ.

4. Впервые предложена методология, направленная на комплексное повышение качества транспортного обслуживания населения при посещении ЦМТ, включающая перечень методик: экспериментальных исследований и обработки полученных результатов; расчёта потребности парковочных мест на основе разработанных и скорректированных нормативных зависимостей; прогнозирования интенсивности транспортных потоков на основе оценки транспортного спроса к ЦМТ; оценки влияния ЦМТ на прилегающую УДС на основе интегрированных математических моделей; прогнозирования интенсивности транспортных потоков к агрегированным ЦМТ, обладающих монофункциональной застройкой со значительным снижением трудоёмкости на основе коэффициента использования территорий.

Теоретическая значимость исследования. Выявленные закономерности позволяют значительно расширить знания о процессах функционирования ЦМТ и возникающей при этом интенсивности транспортных потоков, обусловленных транспортным спросом, а также количеством корреспонденций между ТРР. Полученные функциональные зависимости позволяют исследовать процесс функ-

ционирования ЦМТ и выявлять транспортный спрос, выраженный числом корреспонденций к этим ЦМТ. Предложенные математические модели по средствам расчета коэффициента загрузки и уровня обслуживания движения позволяют оценить влияние ЦМТ на прилегающую УДС, используя транспортный спрос к этим ЦМТ.

Практическая значимость работы. Предложенная методология организации движения при обслуживании ЦМТ может быть использована в проектных институтах, институтах генерального плана, транспортных и градостроительных лабораториях, специализированных учреждениях, занимающихся оптимизацией планирования и организацией перевозок, транспортным планированием, организацией и безопасностью движения, разработкой специализированного транспорта, проектами землепользования. Преподавательскому корпусу технических и архитектурно-строительных вузов, читающим дисциплины: организация и безопасность дорожного движения (БДД), транспортное планирование и моделирование и др. Предлагаемая методология позволит повысить качество подготовки специалистов в области ОДД, транспортного планирования и управления перевозками пассажиров.

На защиту выносятся следующие научные положения:

1. Оценка транспортного спроса к ЦМТ возможна на основе присущих им уникальных свойств, которые можно идентифицировать по средствам количественных характеристик функционирования и классификации, сформированной по этим характеристикам.

2. Предложенная методика проведения экспериментальных исследований, направленная на выявление количественных характеристик функционирования ЦМТ и включающая технико-экономическое обоснование выбора способа фиксации искомых событий.

3. Транспортный спрос к ЦМТ следует определять по закономерностям высокой корреляционно-регрессионной связи на основе типологии ЦМТ и их параметров расположения, что позволяет повысить точность прогнозирования интенсивности транспортных потоков и снизить его трудоёмкость.

4. Качество транспортного обслуживания посетителей ЦМТ, использующих ИТ, можно существенно повысить путем применения методики расчета потребного числа парковочных мест на основе разработанных и скорректированных нормативных зависимостей.

5. Разработанная методика прогнозирования интенсивности транспортных потоков на основе полученных закономерностей оценки транспортного спроса позволяет повысить качество организации движения и транспортного обслуживания населения.

6. Оценка влияния ЦМТ на прилегающую УДС должна осуществляться на основе разработанных интегрированных математических моделей, позволяющих определить коэффициент загрузки и уровень обслуживания движения.

7. Транспортный спрос к агрегированным ЦМТ с монофункциональной территорией может определяться с помощью экспресс-метода, основанного на типологии ЦМТ, коэффициенте использования территории и её генерирующей способности, что позволит существенно снизить трудоёмкость расчётов.

Личный вклад автора заключается в: научном обосновании типологии ЦМТ, статистической обработке натурных исследований и их группировке для регрессионно-корреляционного анализа; получении коэффициентов, отражающих неравномерность загрузки ЦМТ по часам суток; выявлении количественных характеристик ЦМТ, обуславливающих их функционирование и позволяющих производить расчет генерирующей способности, потребного числа парковочных мест и др.; установлении зависимостей, отражающих потребное число мест парковки на основе типологии и площади ЦМТ; получении функциональных зависимостей, отражающих взаимосвязь между характеристиками функционирования ЦМТ и транспортным спросом; разработанной методологии ОДД по средствам применения интегрированных математических моделей, учитывающих транспортный спрос, выраженный интенсивностью транспортного потока в запрашиваемых сечениях ЦМТ; проведенной производственной проверке, позволяющей подтвердить высокую точность и эффективность научных результатов настоящего исследования.

Методы и средства исследования. Экспериментальные исследования процесса функционирования ЦМТ проводились в виде пассивного эксперимента, включающего учет особенностей расположения запрашиваемых сечений и рельефа местности, направленного на фиксацию ключевых моментов прибытия/убытия посетителей, в том числе и на ИТ. В аналитических исследованиях использованы численные методы статистического анализа и математического моделирования. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на основе методов теории вероятности и математической статистики с использованием пакетов прикладных программ Statistica, MathCad и др.

Предполагаемые формы внедрения и ожидаемые результаты. Методология, а также реализующие её методы и методики, справочные материалы и базы данных могут быть внедрены в организациях, занимающихся организацией и БДД, планированием перевозок пассажиров, проектными изысканиями развития территорий и транспортным планированием. Их внедрение позволит снизить трудоемкость, повысить информативность и точность транспортного планирования на всех стадиях проектирования, повысить качество транспортного обслуживания. Внедрение в департаменты транспорта и городского обустройства позволит значительно повысить прогнозирование влияния ЦМТ на прилегающую УДС и, следовательно, уже на стадии проектирования ЦМТ принимать необходимые меры для обеспечения необходимого уровня обслуживания движения прилегающей УДС.

Апробация работы. В период с 2011 по 2020 гг. материалы и результаты проведенного научного исследования представлены и получили одобрение на: III и IV Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем» (г. Челябинск, 12 мая 2011 г., 3 мая 2012 г.); II-VII Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной ко дню космонавтики «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (г. Иркутск, апрель 2012–2018 гг.); 99-й Международной научно-тех-

нической конференции «Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации» (20–22 апреля 2017 г.); VIII Международной научно-практической конференции «Дни науки – 2012» (г. Прага, 20–22 марта 2012 г.); VIII Международной научно-практической конференции «Научное пространство Европы – 2012» (Пшемисль, Польша, 6–7 апреля 2012 г.); XVIII Международной (двадцать первой Екатеринбургской) научно-практической конференции (Екатеринбург, 16–17 июня 2012 г.); Международной Российской-Германской конференции по транспортно-градостроительному планированию «Совершенствование образования в области городского транспортного планирования» (г. Иркутск, 25–26 июня 2012 г.); X-XIII международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (г. Санкт-Петербург, сентябрь 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 гг.); IV, V Международной научно-практической конференции «Транспортное планирование и моделирование» (г. Санкт-Петербург, 11–12 апреля 2019 г.; Москва, 15–16 апреля 2020 г.); IV, V, VI Международных научно-практических конференциях «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел 15–16 мая 2018 г.; 22–23 мая 2019 г.; 20 мая 2020 г.); Международная научная конференция Интерстроймех – 2019 (ISM – 2019) (г. Казань, 11–12 сентября 2019 г.); VI Международной научно-практической конференции «Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации» (Омск, 28–29 ноября 2019 г.).

Реализация результатов работы. Результаты исследований внедрены в комитете по градостроительной политике г. Иркутска, в ООО «ЖИЛСТРОЙ-НН» г. Нижний Новгород, в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры» г. Санкт-Петербург, а также в учебный процесс кафедры Автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» и кафедры Транспортных систем ФГБОУ ВО «СПбГАСУ».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 66 работ общим объемом 56,84 условных печатных листа, в т. ч. 18 публикаций в изданиях перечня ВАК РФ, 10 публикаций, индексируемых международной системой цитирования Scopus и Web of Science, 3 монографии.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и выводов по работе, изложена на 342 страницах машинописного текста, включает 54 таблицы, 92 рисунка, 249 литературных источников, 8 приложений на 18 страницах.

Во введении обоснована актуальность научной проблемы по тематике диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, определены объект и предмет исследований, описаны методы исследований, представлена научная новизна и научные положения, выносимые на защиту, показана практическая значимость работы и реализация её результатов.

Первая глава посвящена анализу результатов исследований в области качества организации дорожного движения, оценки транспортного спроса и его

прогнозирования на перспективу, особенностям функционирования урбанизированных территорий и транспортного планирования. Проанализировано современное состояние транспортного планирования, перевозок населения и пути их развития. Проанализированы существующие методики организации дорожного движения и оценки транспортного спроса, приведённые в отечественной и зарубежной литературе. Рассмотрено функциональное и транспортное зонирование урбанизированных территорий, которое является основополагающим фактором формирования устойчивых трудовых и культурно-бытовых связей, а также качества транспортного обслуживания населения. На основе выполненного анализа сделаны выводы и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе приведена теоретическая часть предлагаемой методологии организации движения при обслуживании ЦМТ. Описывается классификация типологии ЦМТ. Проведено транспортное зонирование городской территории на примере Иркутска с учётом градостроительно-транспортных изменений за последние 14 лет. На основании натурных замеров средней скорости сообщения по УДС, с одной стороны, и нормативных значений продолжительности поездки по трудовым целям, с другой стороны, определён радиус транспортной доступности на ОТ и ИТ и, следовательно, субурбанизированные территории, осуществляющие влияние на загрузку УДС города. Приведены примеры изменения генерирующей способности ЦМТ при их перепрофилировании или уплотнения застройки, а также наиболее распространенные математические модели оценки транспортного спроса и качества организации дорожного движения. Предлагаются интегрированные математические модели, позволяющие оценивать качество организации дорожного движения на пересечениях, запытавающих ЦМТ. Приводится математическая модель оценки ёмкости монопрофильных ТРР, позволяющая снизить трудоёмкость такой оценки на основе применения коэффициента использования территории. Рассматривается математическая модель, позволяющая оценивать потребное число парковочных мест на основе данных о генерирующей способности ЦМТ и средней продолжительности парковки с учётом типологии ЦМТ.

В третьей главе изложена методика проведения экспериментальных исследований, суть которой сводится к выявлению искомым событий (въезд/выезд ИТ на территорию ЦМТ, вход/выход посетителей ЦМТ) и их временных моментов при функционировании ЦМТ. Такие события позволяют установить основные количественные характеристики функционирования ЦМТ, которые лежат в основе предлагаемой методологии. На основе положений, лежащих в основе проведения натурных исследований, а также ряда программных продуктов, разработанных для упорядочивания и хранения данных была разработана методика проведения экспериментальных исследований и обработки данных.

В четвертой главе представлены результаты анализа экспериментальных данных организации движения и оценки транспортного спроса. Приведены результаты проверки теоретической части методологии в производственных условиях. На основе кластерного анализа научно обоснована типология ЦМТ,

учитывающая 6 основных укрупнённых типов ЦМТ и более 100 подтипов. Приводятся результаты статистической обработки одномерных массивов данных и применения регрессионно-корреляционного анализа для получения функциональных зависимостей, позволяющих оценивать распределение загрузки ЦМТ по часам суток, транспортный спрос с учётом типа ЦМТ, рассчитывать интенсивность транспортного потока, тяготеющего к ЦМТ. Предлагается методика оценки потребного числа парковочных мест более чем для 30 типов ЦМТ, учитывающая долю посетителей на ИТ и среднюю продолжительность парковки, кроме этого, методика предлагает справочные данные в виде нормативных значений. Приведена методика оценки транспортного спроса по параметрам расположения ЦМТ на урбанизированных территориях. Данная методика лежит в основе методики организации дорожного движения при обслуживании ЦМТ. На основе совокупности предлагаемых научных положений и методик, а также математического аппарата, проведено математическое моделирование сценариев функционирования ЦМТ, позволяющее оценить качество организации дорожного движения на запыляющих его пересечениях и пересечениях, находящихся в зоне его влияния, а также, прогнозировать качество организации дорожного движения в случае уплотнения застройки или перепрофилировании ЦМТ.

В пятой главе приведен расчет: экономического эффекта, возникающего при функционировании пересечений, запыляющих ЦМТ; существенного снижения трудоёмкости оценки транспортного спроса к ЦМТ и, следовательно, снижения трудоёмкости оценки качества ОДД; применения методики оценки трудоёмкости проведения натурного эксперимента.

В заключении изложены основные итоги и выводы выполненного исследования.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. ЦМТ обладают уникальными свойствами, которые можно идентифицировать на основе их количественных характеристик функционирования, что предопределяет их классификацию, а также возможность оценивать транспортный спрос к этим ЦМТ и с высокой точностью.

Характеристики функционирования ЦМТ являются основными количественными параметрами, позволяющими идентифицировать различия и (или) сходства в их деятельности и, следовательно, в особенностях транспортного обслуживания. В современной практике транспортной отрасли и соответствующих прикладных науках принято использовать следующие характеристики:

- *удельная генерация корреспонденций* – это число посетителей территории определенного типа, отнесенной на единицу площади этой территории (как правило, на 1 м², 100 м², Га). Удельная генерация корреспонденций может быть определена из следующего выражения:

$$G = N / S, \quad (1)$$

где N – число корреспонденций, совершенных к ЦМТ за рассматриваемый период (сутки), чел; S – площадь рассматриваемого ЦМТ, m^2 . Удельная генерация корреспонденций будет существенно различаться в зависимости от типа ЦМТ. В целом исследуемый диапазон лежит в пределах от 0,0005 до 6 чел/ m^2 . Справочные данные удельной генерации корреспонденций по типам ЦМТ представлены на рисунке 1. Выявленные вариационные диапазоны можно применять в случае изменения активности городской среды. Например, для районов высокой деловой активности (офисы, банки и т.п.) целесообразно использовать более высокие значения удельной генерации корреспонденций, а, например, для продуктовых магазинов большее значение этой характеристики будет в местах сосредоточения жилья и т.п. В любом случае среднее значение по рассматриваемому типу ЦМТ удовлетворяет статистическим оценкам и будет отражать реальную генерирующую способность этого типа ЦМТ.

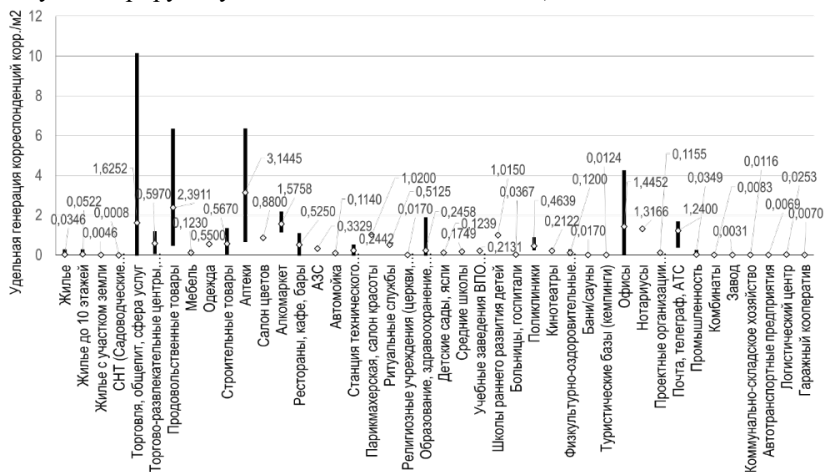


Рисунок 1 – Удельная генерация корреспонденций (вариационный размах, среднее значение)

• *Продолжительность парковки* является одним из ключевых показателей функционирования ЦМТ, на её основе производится расчет потребного числа парковочных мест. Продолжительность парковки часто совпадает с временем посещения ЦМТ и косвенно отражает качество обслуживания. Этот параметр является одним из наиболее сложных с точки зрения измерения в натурных условиях. Необходимо фиксировать моменты прибытия и убытия каждого автомобиля, рассматриваемого ЦМТ:

$$t_p = \sum_{i=1}^n (t_y - t_n) / n, \quad (2)$$

где t_p – средняя продолжительность парковки, мин; t_y – время убытия, ч; t_n – время прибытия, ч; n – число замеров (число автомобилей за день/смену). В зависимости от цели поездки и типа ЦМТ, к которому совершается корре-

спонденция, будет зависеть продолжительность парковки. При совершении трудовых корреспонденций продолжительность использования автомобиля не превышает 10–15% времени, остальное время занимает парковка. Наоборот, при совершении культурно-бытовых и деловых корреспонденций, особенно в крупных и крупнейших городах, доля времени парковки может составлять до 50% и выше. Поэтому выявление средней продолжительности парковки в зависимости от цели поездки и типа ЦМТ является важной практической задачей. В ходе натурных исследований и обработке экспериментальных данных было установлено, что значительная часть замеров продолжительности парковки имеет высокие значения, резко отличающиеся от среднеквадратичного отклонения. В большинстве случаев такие исключения возникают в результате постановки ИТ на общую парковку, предназначенную для посетителей рабочими и служащими данного ЦМТ. Естественно, что продолжительность парковки таких автомобилей будет совпадать с продолжительностью работы ЦМТ (смены). Таким образом, в случае отсутствия специальной ведомственной парковки для работников учреждения необходимо учитывать долю нестандартных случаев продолжительности парковки на основе средневзвешенного значения:

$$t_p' = t_p^n (1 - d_a) + t_p^a \cdot d_a, \quad (3)$$

где t_p' – средневзвешенная продолжительность парковки, мин; t_p^n , t_p^a продолжительность парковки посетителей и сотрудников, соответственно, мин; d_a – доля сотрудников. На основании этого выражения можно проводить расчеты отдельно для ведомственных парковок и парковок посетителей, что позволит более рационально использовать парковочное пространство, учитывая, что наиболее привлекательные места, расположенные ближе ко входу, должны располагаться первыми по ходу движения ИТ на парковке. Кроме этого, следует предусматривать отдельные зоны парковки для сотрудников, поскольку продолжительность их парковки сопоставима со временем функционирования ЦМТ.

- *Доля посетителей ЦМТ, прибывающих на ИТ*, характеристика, позволяющая оценить степень загрузки, запрашивающих пересечений и потребность в числе парковочных мест. Её физический смысл представлен выражением: $P_{ИТ} = E_{ИТ} / E_{час}$, где $E_{ИТ}$ и $E_{час}$, соответственно, число посетителей, прибывающих на ИТ и их суммарное значение за рассматриваемый час. Доля поездок, совершаемых на ИТ, может изменяться в зависимости от часов суток и дней недели и, например, в утренние часы доля поездок к объектам культурно-бытового назначения на ИТ существенно ниже, чем в вечерние часы. Результаты исследований на основе более чем 1500 замеров представлены на рисунке 2.

Наиболее высокая доля поездок на ИТ просматривается к промышленным территориям и коммунально-складскому хозяйству, которые, как правило, расположены на значительном удалении от магистральных улиц и общественного транспорта. Наиболее полные и детализированные справочные данные приведены в приложении текста диссертации с дифференцированием по типам ЦМТ и часам суток.

а)



б)



Рисунок 2 – Доля посетителей ЦМТ на ИТ:

а) по укрупненным типам ЦМТ; б) по часам суток

• *Коэффициенты суточной неравномерности* показывают долю загрузки ЦМТ по часам суток и могут быть вычислены по следующему выражению: $k_{\text{сн}} = N_{\text{час}} / N_{\text{сут}}$, где $N_{\text{час}}$ – число корреспонденций, совершенных за рассматриваемый час; $N_{\text{сут}}$ – число корреспонденций, совершенных за период функционирования (сутки). Стандартный коэффициент суточного максимума лежит в пределах 0,12–0,15, к таким ЦМТ относят жилье, офисы, почтовые отделения, и др.

• *Среднее наполнение ИТ*, характеристика, позволяющая учитывать степень загрузки ИТ (эффективность использования) при посещении ЦМТ. Среднее наполнение ИТ играет важную роль при оценке транспортного спроса и служит связующим звеном между числом посетителей на ИТ и количеством автомобилей (интенсивностью движения). Как правило, данные о среднем наполнении ИТ важны при микромоделировании, но при этом нельзя в одинаковой мере сравнивать наполнение ИТ и ОТ, поскольку последний удовлетворяет потребность в перевозках, ограниченную пространственными и временными характеристиками маршрута. Индивидуальный транспорт является не только средством передвижения, но и олицетворением мобильности, престижности и относительной уникальности субъекта-собственника. Результаты исследований среднего наполнения ИТ представлены на рис. 3. В целом можно констатировать, что среднее наполнение ИТ выше в выходные дни.

Наибольшие значения среднего наполнения ИТ наблюдаются в промышленных территориях, поскольку они, как правило, расположены на значительном удалении от магистральных улиц, что способствует использованию ИТ.

В частности, в будние дни среднее наполнение ИТ по всем ЦМТ составляет 1,56 чел/авт, а в выходные 1,76 чел/авт. Наиболее полные и детализированные справочные данные приведены в приложениях текста диссертации с дифференцированием по типам ЦМТ и часам суток.

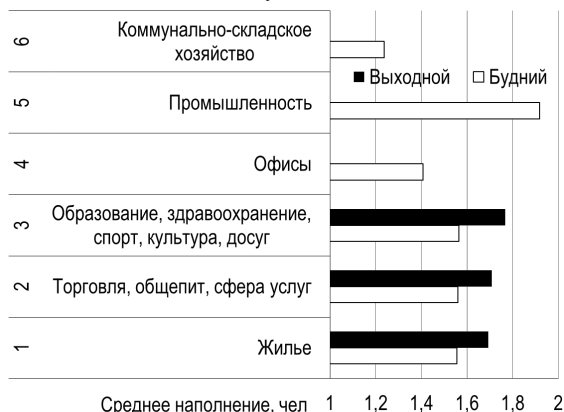


Рисунок 3 – Среднее наполнение ИТ

Перечисленные выше количественные характеристики функционирования ЦМТ лежат в основе методик прогнозирования интенсивности транспортных потоков, организации дорожного движения на пересечениях, запрашивающих ЦМТ, а также являются основой для классификации ЦМТ. В основе классификации ЦМТ, наряду с количественными характеристиками, заложен базовый принцип, приведённый на рисунке 4. На вершине «олимпа» расположена генеральная совокупность всех типов ЦМТ, а на низшей ступени, в продвижении от общего к частному, располагается укрупненная типология ЦМТ, которая характеризует ЦМТ в рамках одного укрупненного кода, например, 1 – жилые территории, далее следует тип ЦМТ, характеризующий ЦМТ только в рамках одного типа, например, продуктовые магазины и, наконец, частный случай ЦМТ, детализированный по названию, месторасположению и другим особенностям функционирования. Укрупненная типология ЦМТ, состоящая из 6 типов, представлена на рисунке 5 (по данным А.П. Ромма). Кроме этого, рисунок 5 характеризует способность ЦМТ генерировать корреспонденции, например, наибольшей генерирующей способностью обладают ЦМТ, находящиеся в укрупнённой типологии «Торговля, общепит, сфера услуг». Классификация ЦМТ, учитывая их многообразие – весьма непростая задача.

Наиболее подходящими критериями для дифференциации типологии ЦМТ являются их площадь и продолжительность парковки, которые косвенно отражают привлекательность ЦМТ. Древо дифференциации представлено на рисунке 6а. В качестве меры учета внутриклассового расстояния используется расстояние городских кварталов (Манхэттенское расстояние). Из рисунка 6а видно, что примерно на 105-й итерации манхэттенское расстояние (10 пунктов) начинает резко возрастать, что свидетельствует об изменении

свойств группы объектов (кластера) от обобщенности к уникальности. Таким образом, каждому из 6 кластеров соответствует один из наиболее представительных типов ЦМТ, входящих в этот кластер (рис. 6б). Например, для ЦМТ «Жилье» наиболее характерен шестой кластер, для кластера «Торговля, общепит и сфера услуг» – второй кластер, для «Образования...», – седьмой кластер и т. д. Исключительно на субъективном уровне имеются особенности функционирования, которые позволили бы выделить объекты коммунально-складского хозяйства и промышленность в отдельные кластеры.

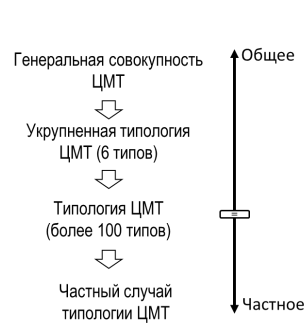


Рисунок 4 – Классификация ЦМТ

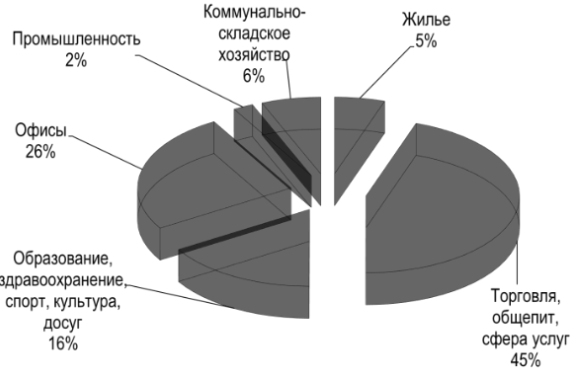


Рисунок 5 – Распределение генерирующей способности ЦМТ на примере г. Иркутск

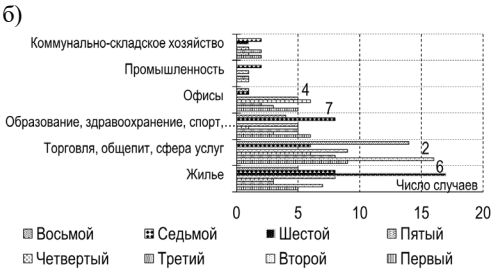
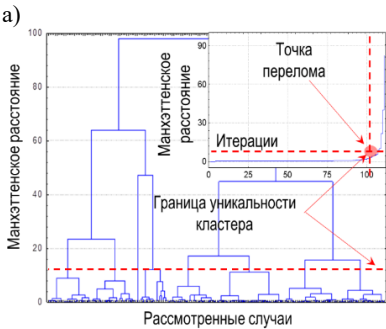


Рисунок 6 – Дифференциация урбанизированных территорий (а, б) на основе кластерного анализа

2. Экспериментальные исследования, направленные на выявление количественных характеристик функционирования ЦМТ должны осуществляться на основе предложенной методики, включающей технико-экономическое обоснование выбора способа фиксации искомых событий.

В соответствии с поставленными задачами были проведены следующие натурные эксперименты: выявление параметров позиционирования ЦМТ

(площадь, расстояние от центра города, структура ЦМТ в ТРП и др.) на основе геоинформационных систем (ГИС), а также их корректировка на местности; выявление основных количественных характеристик функционирования ЦМТ, которое возможно на основании зафиксированных искомым событиям натурного эксперимента (моменты въезда/выезда ИТ, входа/выхода посетителей и др.).

Выявленные параметры позиционирования сводятся в первичную базу, содержащую данные о физических строениях, их почтовых адресах, принадлежности к ТРП, площади основания строения, его этажности и др. и на основании которой формируется база данных о структуре ЦМТ в каждом ТРП. Следует отметить, что данные исследования выполняются преимущественно камерально, однако при этом часто возникает потребность их корректировки на местности. При камеральных исследованиях задействуется ГИС, например, «2ГИС», которая располагает всей перечисленной информацией. Важно отметить, что эта «живая» ГИС, поскольку она является коммерческой базой данных и обновляется ежемесячно.

Выявление основных количественных характеристик функционирования ЦМТ представляет собой более трудоемкий процесс, поскольку выявление каждой из характеристик требует проведения суточного натурного эксперимента в полевых условиях. Количество таких экспериментов должно соответствовать требованиям репрезентативности выборки для выполнения статистического анализа. Общий объем исследований насчитывает порядка 250 объектов, учитывая среднюю продолжительность исследования – 15 часов и среднее число постов учета – 3, суммарная трудоёмкость составила примерно 11 250 человеко-часов. Наиболее эффективно такие исследования могут быть проведены на объектах, имеющих монофункциональный характер, расположенных обособленно от других ЦМТ, в том числе дорог, пешеходных и велосипедных путей, которые выполняют функцию транзитного движения по рассматриваемой территории. Идеальным, с точки зрения исследования, представляется ЦМТ, представленный на рисунке 7.



Рисунок 7 – Идеальный объект учета числа посетителей:
 а – искусственный; б – реальный г. Красноярск ТРЦ «Комсомолл»

Натурные исследования начинаются с подбора ЦМТ, полностью или частично отвечающего требованиям, перечисленным выше. Далее, на основании визуального осмотра ЦМТ составляется план-схема проведения обследования, в том числе и способ фиксации искомым событий (с задействованием учётчиков или с применением видеонаблюдения). Для наглядного отображения закономерностей функционирования территории ЦМТ, систематизации и хранения количественных характеристик был разработан специальный программный продукт, условно названный «шаблон-генерация». Оцифрованные данные натурного эксперимента в программе сгруппированы таким образом, чтобы можно было оценить правильность и полноценность эксперимента, например, сходимость данных о входе/выходе посетителей или въезде/выезде автомобилей. Очевидно, что даже хорошо спланированный эксперимент не застрахован от случайных ошибок. Важно понимать, что все количественные характеристики, получаемые из эксперимента, связаны между собой (рис. 8), например, количество посетителей на ИТ будет определяться исходя из двух фиксируемых событий (число автомобилей и среднее наполнение), удельная генерация корреспонденций будет определяться из суммарного числа посетителей и площади территории ЦМТ и так далее. Поэтому важно создать единую цифровую среду, позволяющую не только правильно и последовательно вносить данные натурного эксперимента, но и вычислять на их основе производные характеристики, например, требуемое число парковочных мест.



Рисунок 8 – Связь параметров натурных исследований

Трудоемкость натурного эксперимента в условиях холодного климата и ограниченности ресурсов является одним из ключевых факторов выполнения поставленных в исследовании задач и зависит от нескольких основных факторов, прежде всего, это число задействованных каналов прибытия/убытия посетителей, продолжительность работы ЦМТ (смены), а также рассредоточенность каналов и интенсивность возникновения интересующих событий. Продолжительность работы ЦМТ (смены) часто ограничена конкретными часами работы. Рассредоточенность каналов прибытия/убытия одновременно с учетом интенсивности прибытия/убытия может повлиять на принятие решения о назначении одного комбинированного поста на несколько каналов при

низкой интенсивности и назначении отдельного поста на каждый канал (при высокой интенсивности событий). Таким образом, оценить трудоемкость проведения натурного эксперимента можно на основании зависимостей:

$$Q_{\text{уч}} = N \cdot t; \quad (4)$$

$$Q_{\text{вид}} = N \cdot t \cdot k_{\text{оxb}} + N \cdot t \cdot k_{\text{оxb}} \cdot k_v = N \cdot t \cdot k_{\text{оxb}} (1 + k_v), \quad (5)$$

где $Q_{\text{уч}}$, $Q_{\text{вид}}$ – трудоемкость натурного эксперимента, проводимого с задействованием учетчиков и видеосъемки, соответственно, чел.-час; N – число постов, шт.; t – продолжительность функционирования ЦМТ, ч; $k_{\text{оxb}} = N_v/N$ – коэффициент охвата, характеризующий степень охвата видеосъемкой число постов; N_v – число видеопотоков, ед.; $k_v = v_1/v_2$ – коэффициент, учитывающий изменение скорости воспроизведения видеопотока, где скорость v_1 – скорость воспроизведения видеопотока в нормальных условиях, а v_2 – скорость воспроизведения с учетом снижения или увеличения скорости просмотра видеопотока. Выражение (5) представлено в виде двух слагаемых: первое характеризует трудоемкость с учетом числа постов и продолжительности функционирования ЦМТ, второе – число видеопотоков и скорость их обработки. Таким образом, вследствие субъективной оценки числа постов и интенсивности возникновения интересующих на них событиях, исследователь может выбрать наиболее эффективный способ с точки зрения трудоемкости натурного эксперимента. По аналогии с решаемыми в экономике задачами, следует обратить внимание на «точку безубыточности», т.е. точку равновесия, при которой трудоёмкость будет одинаковой, а применение видеосъемки будет оправдано, только при коэффициенте охвата постов 0,5 и ниже, т.е. одна видеокамера будет охватывать 2 и более поста. В противном случае – задействование учетчиков будет более целесообразно. Приведенная методика проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов может быть сконцентрирована и представлена на принципиальной схеме в виде 9 последовательных шагов (рис. 9).

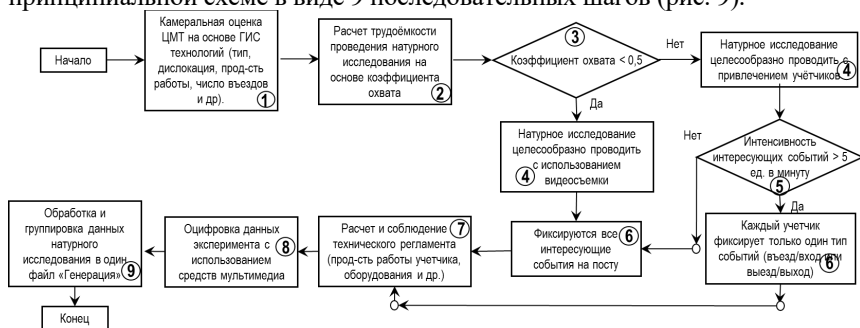


Рисунок 9 – Принципиальная схема проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов

3. Транспортный спрос к ЦМТ следует определять по закономерностям высокой корреляционно-регрессионной связи на основе типологии

ЦМТ и их параметров расположения, что позволяет повысить точность прогнозирования интенсивности транспортных потоков и снизить его трудоёмкость.

Учитывая классификацию ЦМТ, особенности перепрофилирования ЦМТ, а также особенности формирования ТРР, возникает потребность в дифференциации уровней оценки транспортного спроса. Оценку транспортного спроса можно реализовывать к локальному ЦМТ (микроуровень), к ТРР (мезоуровень) и в рамках города или агломерации (макроуровень). Оценка транспортного спроса на микроуровне должна осуществляться с учетом особенностей функционирования ЦМТ, его типологии, факторов территориального позиционирования, сезонов года и др., как правило, имеющих единую проходную, подъезды, парковку. ЦМТ должны находиться в территориальных границах населенного пункта, кроме субурбанизированных территорий (садоводческие некоммерческие товарищества (СНТ), жилищно-строительные кооперативы (ЖСК), пром. территории, базы отдыха). В основе такой оценки лежат функциональные зависимости, полученные с учётом перечисленных факторов. Оценка транспортного спроса к локальному ЦМТ может быть крайне востребована в следующих случаях: выявление общего объема посетителей; предварительная оценка рентабельности функционирования ЦМТ; оценка доли посетителей, прибывающих на ИТ, и, следовательно, проектирование потребного числа парковочных мест при минимальных накладных затратах времени; оценка уровня обслуживания движения на пересечениях, запрашивающих ЦМТ (ПОД). Наиболее распространенные математические модели оценки транспортного спроса представлены в таблице 1.

Основываясь на опыте отечественных и зарубежных исследователей, а также принимая во внимание современные тенденции градостроительной практики, следует предложить математическую модель общего вида для оценки транспортного спроса к локальным ЦМТ:

$$E_{\text{ЦМТ}} = a_0 + a_1 S_i + a_2 l_c + a_3 l_m, \quad (6)$$

где, a_0, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты пропорциональности, корр/сут; корр/сут м²; корр/сут, м; корр/сут, м, соответственно; S_i – площадь ЦМТ, м²; l_c – расстояние от центра города, м; l_m – удаленность от магистральной улицы, м. Например, при оценке качества транспортного обслуживания посетителей крупного ЦМТ можно оценивать и прогнозировать интенсивность ИТ в запрашивающих сечениях, что позволит своевременно, уже на стадии проектирования, избежать существенных задержек и аварийности на таких пересечениях. Математическая модель прогнозирования интенсивности ИТ на основе эмпирических зависимостей оценки транспортного спроса ЦМТ и его количественных характеристик представлена выражением (автор Д.Г. Бурков):

$$N_{\text{ИТ/час}} = (a \cdot S + b \cdot l_c + c \cdot l_m) \cdot \frac{d_{\text{ИТ}}}{P_{\text{ИТ}}} \cdot k_{\text{сн}}, \quad (7)$$

где $d_{\text{ИТ}}$ – доля посетителей на ИТ в рассматриваемый час; $P_{\text{ИТ}}$ – среднее наполнение ИТ, чел.; $k_{\text{сн}}$ – коэффициент суточной неравномерности для рассматри-

ваемого часа. Следует отметить, что первый сомножитель олицетворяет транспортный спрос, выраженный числом корреспонденций в течение суток, второй сомножитель, представленный отношением доли ИТ к среднему наполнению ИТ, показывает интенсивность ИТ в течение суток, и третий сомножитель $k_{сн}$ показывает интенсивность ИТ за интересующий час, как правило, пиковый.

Перечень факторов, влияющих на формирование транспортного спроса к локальным ЦМТ может варьироваться, особенно если речь идёт о субурбанизированных территориях и устойчивых агломерационных связях города и прилегающей территории. К таким территориям относят места перехода пригородной черты в городскую. Исследования, проведенные в данном направлении, позволяют утверждать, что территории СНТ могут генерировать порядка 9–14 корр/Га в период летнего сезона. Учитывая весьма существенные объемы освоения территории в пригородных направлениях Иркутской агломерации (рис. 15), примерно 3000 Га в каждом из направлений, то возникающая при такой генерирующей способности интенсивность транспортных потоков способна превратить места сочленения пригородной и городской черты в зону массовых и перманентных транспортных заторов.

Таблица 1 – Математическое описание оценки транспортного спроса

Модель	Расшифровка	Автор
$T_i = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_i x_i \dots a_k x_{ik},$	T_i – ёмкость по прибытии (отправлению); a – коэффициенты регрессии; x – факторы, влияющие на число корреспонденций	Kitamura R.
$Y_i = \theta_0 + \theta_1 X_{1i} + \theta_2 X_{2i} + \dots + \theta_k X_{ki} + E_i;$	θ_k – коэффициенты регрессии; X_{ki} – независимая переменная k для расчетного транспортного района i ; E_i – стандартная ошибка	Ohstrom E.
$E = 4758,2 + (0,79S_{201}G_{201}) + (1,78S_{202}G_{202}) + (0,71S_{204}G_{204}) + (0,85S_{305}G_{305}) + (0,50S_{815}G_{815}) + (0,65S_{710}G_{710})$	E – число корреспонденций, чел/сут; S – площадь i -го типа использования территории; G – удельная генерация i -го типа использования территории	Зедгенизова А. Н.
$T_i = F_i \cdot t_i$ $F_i = f(P^d \cdot I^d \cdot C^d) / f(P^c \cdot I^c \cdot C^c)$	T_i, t_i – перспективная и существующая ёмкости ТРР, корр/день; F_i – коэффициент фактора роста, P^d, I^d, C^d – факторы роста: численность населения, уровень доходов, уровень автомобилизации на перспективу, соответственно,	Ohstrom E.

Окончание табл. 1

Модель	Расшифровка	Автор
	в знаменателе с индексом «с» те же факторы на текущий период	
$A = C_0 + C_1(P) + C_2(E) + C_3(PE)$	A – привлекательность территории (ёмкость по прибытии/отправлению); C_i – коэффициенты регрессии, P – число постоянно проживающего населения в транспортном районе; E – число мест приложения труда; PE – число торговых мест (работников торговли)	Goulias K.
$A_i = \ln \sum_{j=1}^M \exp\left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (V_{jn} - V_{in})\right)$ $V_{jn} = \sum_{k=1}^K \theta_k X_{jnk}$	A_i – привлекательность транспортного района; M – число возможных пунктов назначения; N – число групп; V_{jn} – фиксированная полезность для каждого n выбранного пункт назначения j ; V_{in} – фиксированная полезность для каждого n выбранного пункт назначения i . K – число переменных; X_{jnk} – значение переменной k , которая влияет на выбор пункта назначения j ; V_{jn} – фиксированная полезность для каждого n выбранного пункт назначения j ; θ_k – соответствующий коэффициент переменной k	Wissen L.
$P_{ij} = \frac{P_i(d_{ij} \cdot A_j)}{\sum_i^n A_j \cdot d_{ij}}$	P_{ij} – вероятное число корреспондируемого трудового населения из зоны отправления i в зону прибытия j ; P_i – количество трудящихся в зоне i ; d_{ij} – функция, отражающая закономерность распределения передвижений в зависимости от затрачиваемого времени; A_j – численность трудового населения в зоне отправления	Юдин В. А. Самойлов Д. С.

Даже приблизительные расчеты показывают, что в пиковые периоды интенсивность транспортных потоков, генерируемая пригородной территорией,

может достигать 1500–2500 авт/ч. Таким образом, для выявления суточного объема корреспонденций к СНТ можно пользоваться выражением:

$$E_{16} = 7,069 \cdot S_{16}, \quad (8)$$

где S_{16} – площадь СНТ, Га. Из выражения следует, что 1 гектар ЦМТ этого типа генерирует примерно 7 человек в сутки. Уравнение 8 будет справедливо только для периода дачного сезона с мая по октябрь (рис. 10). Проведенные исследования в зимний период (декабрь – февраль) показывают, что влияние расстояния от центра города имеет решающее значение. Из данных исследований можно выявить закономерность:

$$G = 7,73 - 0,375 \cdot l_c, \quad (9)$$

где G – удельная генерация корреспонденций, чел/Га; l_c – расстояние от центра города. Причем из выражения (9) следует, что минимальное расстояние от центра города 7,73 км, а максимальное 20,6 км. Это соответствует снижению удельной генерации примерно на 0,52 чел/Га с удалением на каждый километр от центра города.

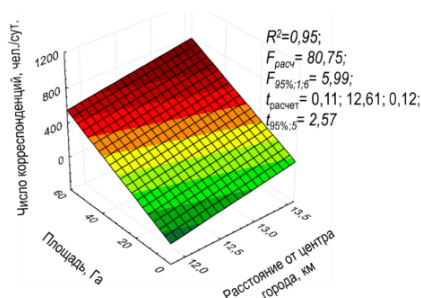


Рисунок 10 – Зависимость числа корреспонденций от площади СНТ и расстояния от центра города

Следует отметить, что для разных типов ЦМТ будут характерны собственные уникальные факторы, влияющие на транспортный спрос. Например, на объем посетителей крупных ТРЦ значимо будет влиять только их площадь, а на супермаркеты и универмаги долю влияния разделят такие факторы как расстояние от центра города и магистральной улицы (рис. 11). Учитывая высокую генерирующую способность ЦМТ, относящихся к торговле, культуре, досугу, сфере услуг следует представить исследования Д. Г. Буркова (табл. 2).

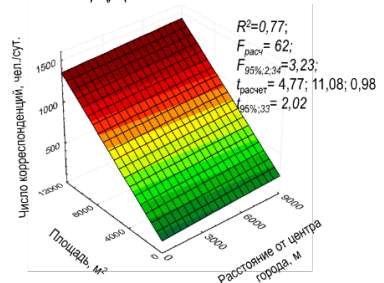
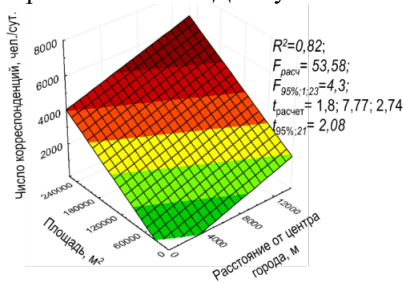
Таблица 2 – Функциональные зависимости оценки транспортного спроса (по данным Буркова Д. Г.)

Тип объекта	Уравнение	Доверительные интервалы
Розничная торговля	$E = 0,53 \cdot S + 3,59 \cdot l_M - 0,39 \cdot l_C$	$25 \leq S \leq 50879$; $10 \leq l_M \leq 800$; $780 \leq l_C \leq 7769$
Кинотеатры	$E = 3,32 \cdot S - 48,09 \cdot l_M - 3,36 \cdot l_C$	$1149 \leq S \leq 5046$; $10 \leq l_M \leq 172$; $1115 \leq l_C \leq 2480$
ФОКи	$E = 0,07 \cdot S - 0,49 \cdot l_M$	$300 \leq S \leq 5000$; $50 \leq l_M \leq 642$
Почта	$E = 493,87 - 1,73 \cdot S - 0,31 \cdot l_M$	$70 \leq S \leq 150$; $50 \leq l_M \leq 520$

Окончание табл. 2

Тип объекта	Уравнение	Доверительные интервалы
Прод. магазины	$E = 1,23 \cdot S + 0,01 \cdot l_c$	$32 \leq S \leq 3500; 900 \leq l_c \leq 7769$
Торгово-развлекательные центры	$E = 0,73 \cdot S$	$270 \leq S \leq 50879$

E – общее число передвижений, совершенных к объекту за рассматриваемый период (сутки), чел/сут; S – площадь объекта тяготения, m^2 ; l_M – расстояние ЦМТ от магистральной улицы, м; l_c – расстояние ЦМТ от центра города, м. Расстояние от центра города можно корректировать для большей точности, используя коэффициент непрямолинейности УДС: $k_{cur} = l_{cur} / l_a$, значение которого для г. Иркутск составило 1,385, где l_a – расстояние по воздушной линии, l_{cur} – расстояние по УДС с учетом особенностей ОДД.



$$E = 0,018 \cdot S_{12,13} + 0,18 \cdot l_c - 590 \quad (10)$$

$$E = 152 + 0,1 \cdot S_4 \quad (11)$$

Рисунок 11 – Зависимость числа корреспонденций от площади и расстояния от центра города: слева – для жилья средней этажности, справа – для офисов

Технико-экономический эффект, возникающий в рамках рассматриваемого научного положения в результате перепрофилирования ЦМТ, уплотнения застройки в агрегированных ЦМТ, либо наращивании производственных мощностей заключается в изменении транспортного спроса и, как следствие, в изменении интенсивности транспортных потоков на запрашиваемом пересечении, увеличивая задержки участников дорожного движения. Важно отметить, что в данном случае экономический эффект является косвенным и зависит от параметров ОДД и транспортного спроса, выраженного интенсивностью транспортных потоков. Последняя, в свою очередь, зависит от генерирующей способности рассматриваемого ЦМТ, чем она выше, тем значительнее будет увеличение интенсивности транспортных потоков. В этой связи оценить косвенный экономический эффект можно только в рамках рассматриваемого типа ЦМТ, т.е. его генерирующей способности. В качестве примера следует указать, что для производственных предприятий относительный косвенный экономический эффект составит 23 385 руб. Га/год.

4. Качество транспортного обслуживания посетителей ЦМТ, использующих ИТ, можно существенно повысить путем применения методики

расчета потребного числа парковочных мест на основе разработанных и скорректированных нормативных зависимостей.

Проектирование объектов городского хозяйства связано с проектированием парковочных мест для обслуживания посетителей на ИТ. В последние десятилетия эта задача стоит особенно остро. Возросший уровень автомобилизации и увеличение доли поездок на ИТ требуют от проектировщиков создания большего числа парковочных мест. В пиковые периоды отсутствие парковочных мест может служить отказом для посещения ЦМТ. В нормативной литературе (СП 42.13330.2016) приведены данные о числе парковочных мест в зависимости от типа ЦМТ. В качестве расчётного показателя выбраны весьма разнообразные параметры, что усложняет процесс расчёта. Например, для промышленных предприятий и административных учреждений число парковочных мест предлагается оценивать на основе числа работающих, для предприятий торговли – на основе торговой площади, для больниц – на основе числа коек и др. Таким образом, учитывая количественные характеристики функционирования ЦМТ и их параметры расположения на урбанизированных территориях, можно предложить математическую модель расчета потребного числа парковочных мест:

$$K_{\pi} = \frac{G \cdot S \cdot d_{\text{ит}} \cdot k_{\text{сн}} \cdot t_p'}{P_{\text{ит}} \cdot 60}, N_{K_{\pi}} = \frac{G \cdot d_{\text{ит}} \cdot k_{\text{сн}} \cdot t_p' \cdot 10}{P_{\text{ит}} \cdot 6}, \quad (12)$$

где K_{π} – потребное число парковочных мест, ед.; $N_{K_{\pi}}$ – нормативное число парковочных мест, ед./100 м²; $d_{\text{ит}}$ – доля посетителей на ИТ; $k_{\text{сн}}$ – коэффициент суточной неравномерности (как правило, для часа с максимальной загрузкой); $P_{\text{ит}}$ – среднее наполнение ИТ, чел.; t_p' – средневзвешенная продолжительность парковки, мин; 60 – переводной коэффициент из минут в часы; S – площадь ЦМТ, м².

Наиболее удобной формой представления нормативных значений для проектирования числа парковочных мест ИТ являются относительные показатели, например, универсальная расчетная единица – число парковочных мест, отнесенных к площади ЦМТ (рис. 12). Методика расчета потребного числа парковочных мест на основе разработанных и скорректированных нормативных зависимостей представлена на рисунке 13. Методика позволяет осуществлять расчёт с учётом особенностей функционирования ЦМТ (приоритетные зоны, «только для сотрудников», и др), а также учитывать наличие свободных площадей для парковки.

5. Разработанная методика прогнозирования интенсивности транспортных потоков на основе полученных закономерностей оценки транспортного спроса позволяет повысить качество организации движения и транспортного обслуживания населения.

В практике транспортного проектирования часто возникает потребность в оценке транспортного спроса к укрупнённой территориальной единице – городскому микрорайону (ТРР). Оценка транспортного спроса на мезоуровне (ёмкость ТРР) подразумевает суммарное влияние ЦМТ, находящихся в его составе



Рисунок 12 – Нормативные значения числа парковочных мест по ЦМТ (уровень автомобилизации 300–350 авт/1000 жит)

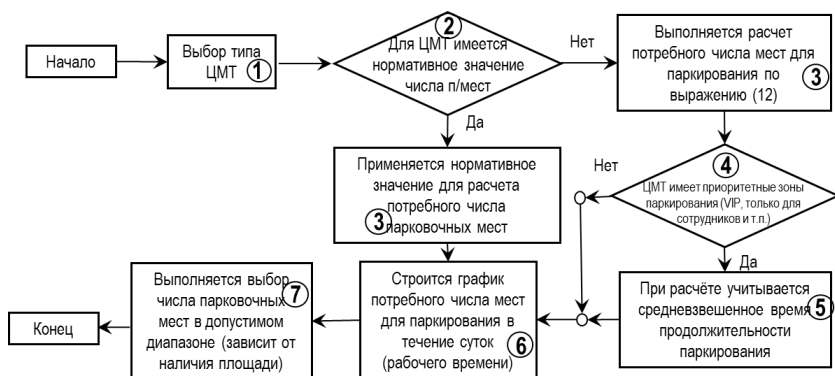


Рисунок 13 – Принципиальная схема методики оценки требуемого числа парковочных мест

на формирование транспортного спроса. Концептуально следует принять, что ёмкость ТРП будет складываться из спроса к ЦМТ, находящихся в его границах, однако необходимо учитывать только те ЦМТ, которые генерируют внешние корреспонденции (жильё, крупные торговые и развлекательные центры, промышленность, офисы и т.п.). При этом не следует включать ЦМТ, обслуживающие только этот ТРП – детские сады, средние школы, торговлю товарами первой необходимости, спортивные учреждения местного назначения и т. п.

Городская территория представляет собой конгломерат ЦМТ, нередко обладающих совершенно разной функциональной направленностью. Изменение функций городской территории предполагает строительство на ней новых ЦМТ, перепрофилирование уже существующих или уплотнение застройки, как правило, за счет рекреационных зон. Изменение функций городской территории предполагает изменение территории с точки зрения её привлекательности по отношению к потенциальным посетителям. На рисунке 14 приведены примеры перепрофилирования и уплотнения застройки с соответствующим изменением транспортного спроса. Такие градостроительные преобразования требуют создания сопутствующей транспортной инфраструктуры, без которой полученные территории будут недоступны и в конечном счете потеряют привлекательность.

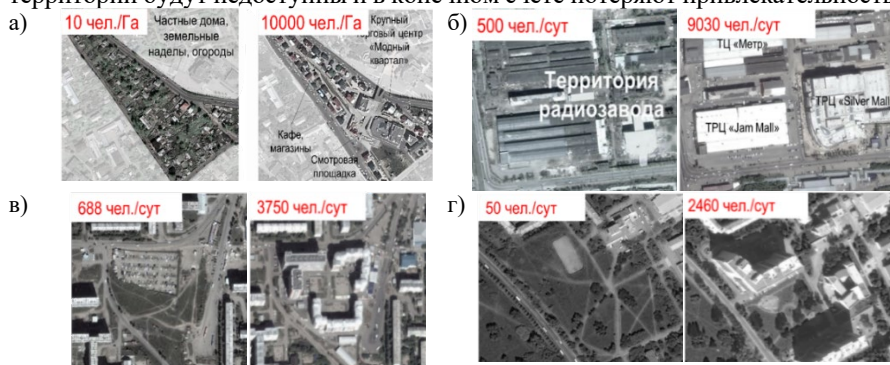


Рисунок 14 – Примеры перепрофилирования и уплотнения застройки г. Иркутск:
а – 130 квартал; б – торгово-развлекательный центр (ТРЦ); в, г – жилой комплекс

В настоящее время пригороды крупных и крупнейших городов являются весьма динамично развивающимися территориями, прежде всего с жилой низкотэтажной застройкой. На примере г. Иркутск можно констатировать, что земельный фонд ИЖС, СНТ составляет свыше 13 тыс. Га. Существующая транспортная инфраструктура, уровень автомобилизации и другие факторы, влияющие на скорость сообщения и, следовательно, на суммарное время корреспонденции, определяют транспортную доступность (радиус зоны влияния города). В частности, для г. Иркутск он составляет на ИТ – 16 км, а на ОТ 8 км. (рис. 15). Более отдаленные территории лежат за пределами градостроительных норм на передвижения по трудовым целям в один конец и, следовательно, объем корреспонденций будет снижаться пропорционально удаленности от городских границ.

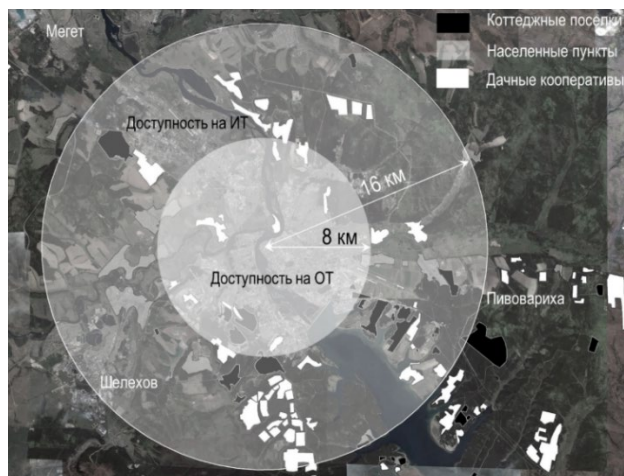


Рисунок 15 – Агломерационные связи г. Иркутск с прилегающими территориями

При выявлении транспортного спроса к агрегированным ЦМТ (ТРР), в случае, когда городская территория является конгломератом функций территории (жилье, образование, культура, торговля и т.п.), необходимо найти сумму генерирующей способности всех ЦМТ, находящихся в этом ТРР. Концептуальная модель оценки транспортного спроса к ТРР будет выглядеть следующим образом:

$$E_{\text{трп}} = f_1(G, S, l_c, l_m, x_1, \dots, x_n) + f_2(G, S, l_c, l_m, x_1, \dots, x_n) + \dots + f_n(G, S, l_c, l_m, x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n f_i(G, S, l_c, l_m, x_1, \dots, x_n), \quad (13)$$

где f_1, f_2, f_n – функция от рассматриваемых факторов; G – удельная генерация корреспонденций, чел/м²; S – площадь ЦМТ соответствующего типа, м²; l_c – расстояние от центра города, м; l_m – удаленность от магистральной улицы, м; x_1, x_2, x_n – факторы, влияющие на ёмкость транспортного расчетного района. Учитывая эмпирическое выражение А. Н. Зедгенизовой (табл. 1), а также зависимости, отражающие величину транспортного спроса к отдельным типам ЦМТ транспортный спрос к ТРР можно выразить:

$$E_{\text{трп}} = 4758,2 + (0,79(0,018 \cdot S_{12,13} + 0,18 \cdot IC - 590)) + (0,71S_{14}G_{14}) + (0,85S_{35}G_{35}) + (0,50(0,73 \cdot S_{21})) + (0,65(152 + 0,1 \cdot S_4)), \quad (14)$$

где $S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{35}, S_{21}, S_4$ – площадь ЦМТ, соответственно: жилья высокой этажности застройки, м²; жилья с участком земли м²; учебных заведений ВПО (институты, академии, университеты), м²; торгово-развлекательных центров, офисов, м²; l_c – ЦМТ от центра города, м; G_{14}, G_{35} – удельная генерация корреспонденций, чел/м², соответственно, жилья с участком земли, учебных заведений профессионального образования.

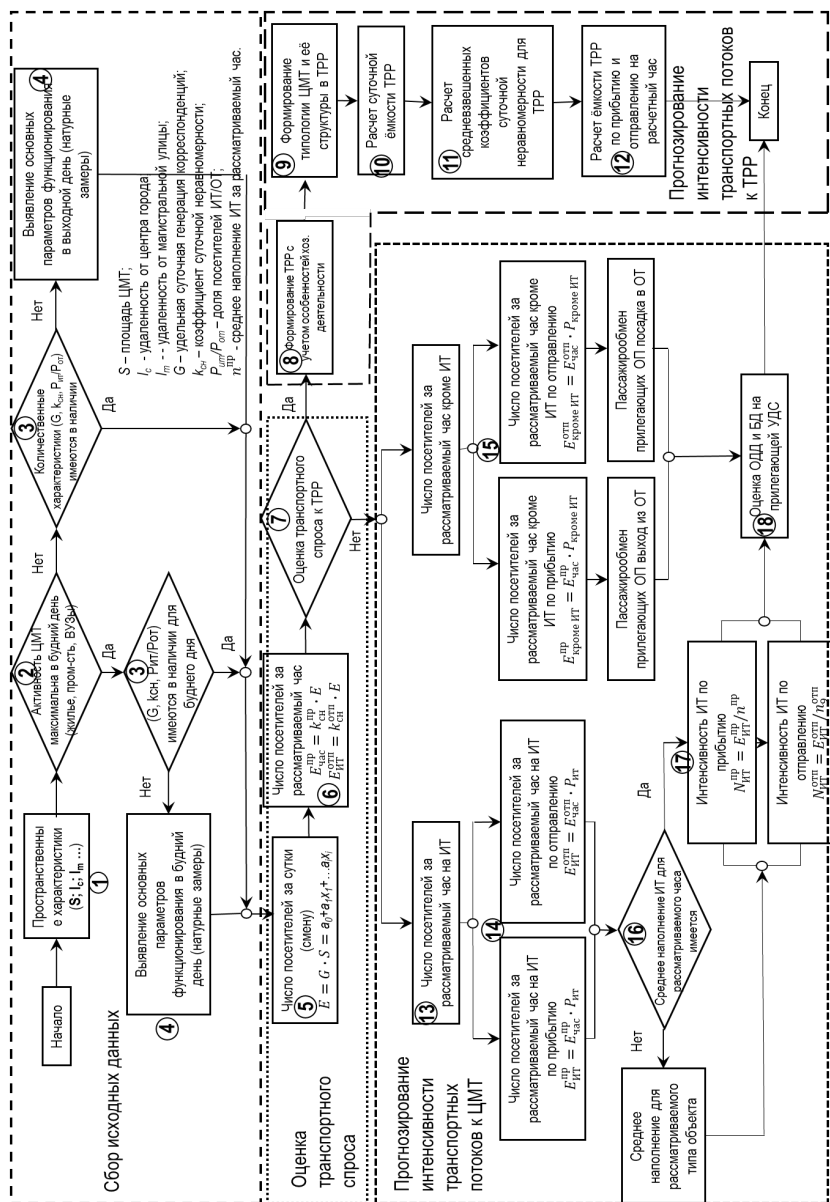
Полученные параметры функционирования ЦМТ и основанные на них функциональные зависимости, а также ёмкость ТРР позволяет сформировать методику прогнозирования интенсивности транспортных потоков, основанную на оценке транспортного спроса. Принципиальная схема методики представлена на рисунке 16. Важно отметить, что методика включает 17 последовательно изложенных шагов, объединенных в 4 больших блока: первый – сбор исходных данных объекта исследования, второй – оценка суточного объема посетителей, третий – прогнозирование интенсивности транспортных потоков к локальным ЦМТ и четвертый – прогнозирование транспортных потоков к ТРР. Таким образом, транспортный инженер имеет в своем распоряжении полный арсенал инструментов, позволяющих осуществлять прогнозирование интенсивности транспортных потоков, оценку транспортного спроса, используя общедоступные исходные данные на основе ГИС с высокой степенью точности и достоверности. Трудоемкость прогнозирования интенсивности транспортных потоков отражена экономическим эффектом (8949 руб.) на один ПОД, возникающий в результате прогнозирования по предлагаемой методике, в сравнении с проведением натурного эксперимента.

6. Оценка влияния ЦМТ на прилегающую УДС должна осуществляться на основе разработанных интегрированных математических моделей, позволяющих определить коэффициент загрузки и уровень обслуживания движения.

При выполнении проектов градостроительно-транспортной направленности необходимо оценивать степень влияния вновь строящихся или реконструируемых ЦМТ. Такие требования выдвигаются в том числе и со стороны законодательства РФ в 443 Федеральном законе. Используя понятие «уровень обслуживания движения», (ОДМ 218.2.020-2012), можно отвечать на вопросы, возникающие на этапе принятия решений о размещении объектов капитального строительства (ОКС), по сути – это ЦМТ, в плане города. Таким образом, задача оценки уровня обслуживания движения сводится к определению основных характеристик дорожного движения, основанных на математических моделях, используемых для оценки пропускной способности УДС и уровня обслуживания, которые представлены в специальной литературе, например, ОДМ 218.2.020-2012, Thomas Richter, НСМ 2000, 2010 и др.

Если интенсивность движения ИТ по направлению к или от ЦМТ в рассматриваемом случае определяется величиной транспортного спроса, то пропускная способность оценивается существующими методиками для конкретных дорожных условий. Исходя из этого, коэффициент загрузки движения не регулируемого пересечения следует оценивать по выражению:

$$z = \sum_{i=1}^n \frac{E_{\text{ЦМТ}} \cdot \frac{d_{\text{ИТ}}}{P_{\text{ИТ}}} \cdot k_{\text{сн}}^{\text{Уб}} \cdot k_d}{\left(\frac{3600}{t_f} e^{-\frac{q_p}{3600} \left(t_s - \frac{t_f}{2} \right)} \right) \cdot \left(\prod_{j=1}^m 1 - \frac{N_{02j}}{c_{02j}} \right) \cdot \left(\prod_{j=1}^m 1 - \frac{N_{03j}}{c_{03j}} \right)}, \quad (15)$$



где $E_{\text{ЦМТ}}$ – транспортный спрос к центру массового тяготения, корр/сут; $d_{\text{ИТ}}$ – доля посетителей на ИТ в рассматриваемый час; $P_{\text{ИТ}}$ – среднее наполнение ИТ, чел.; $k_{\text{сн}}$ – коэффициент суточной неравномерности для рассматриваемого часа; q_p – интенсивность транспортного потока 1 ранга, конфликтующего с рассматриваемым направлением движения, авт/ч; k_d – коэффициент, учитывающий долю транспортного потока, распределяемого между запрашивающими пересечениями рассматриваемого ЦМТ; $k_{\text{сн}}^{\text{до}}$ – коэффициент суточной неравномерности по убытию; n – число транспортных потоков в группе движения; t_g – средний граничный интервал, с; t_f – средний интервал следования, с; N_{02j} – интенсивность транспортного потока второго ранга, конфликтующего с рассматриваемым направлением движения, авт/ч (при отсутствии исключается); N_{03j} – интенсивность транспортного потока третьего ранга, конфликтующего с рассматриваемым направлением движения, авт/ч (при отсутствии исключается); c_{02j} и c_{03j} – пропускная способность транспортного потока второго и третьего рангов, соответственно, конфликтующих с рассматриваемым направлением движения, авт/ч (при отсутствии исключается); m – число транспортных потоков второго и третьего рангов, соответственно, конфликтующих с рассматриваемым направлением движения.

В случае необходимости применения регулирования коэффициент загрузки должен определяться по выражению:

$$z = \frac{(1,5L + 5) \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{N_{ij}}{S_{ij}} \right)}{\left(\frac{1,5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^n \frac{N_{ij}}{S_{ij}}} - L \right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{N_{ij}}{S_{ij}} \right)}, \quad (16)$$

где L – продолжительность потерянного времени в цикле, с; N_{ij} – интенсивность ИТ рассматриваемой группы полос ед/ч; S_{ij} – поток насыщения, ед/ч; n – число фаз. Таким образом, для создания инструментария по оценке качества организации движения при обслуживании ЦМТ необходимы исследования перечисленных параметров.

На завершающем этапе диссертационного исследования предлагается методика организации дорожного движения и оценки влияния ЦМТ (ОКС) на прилегающую УДС. В основе методики лежат математические модели оценки коэффициента загрузки (15) и (16), ключевой особенностью которых является наличие легкодоступных исходных данных. Методика ОДД является логическим продолжением методики прогнозирования интенсивности транспортных потоков. Основной целью предлагаемой методики является последовательное описание действий при определении уровня обслуживания движения на пересечении(ях), запрашивающем(их) ЦМТ (ТРР). На рис. 17 представлена принципиальная схема предлагаемой методики.

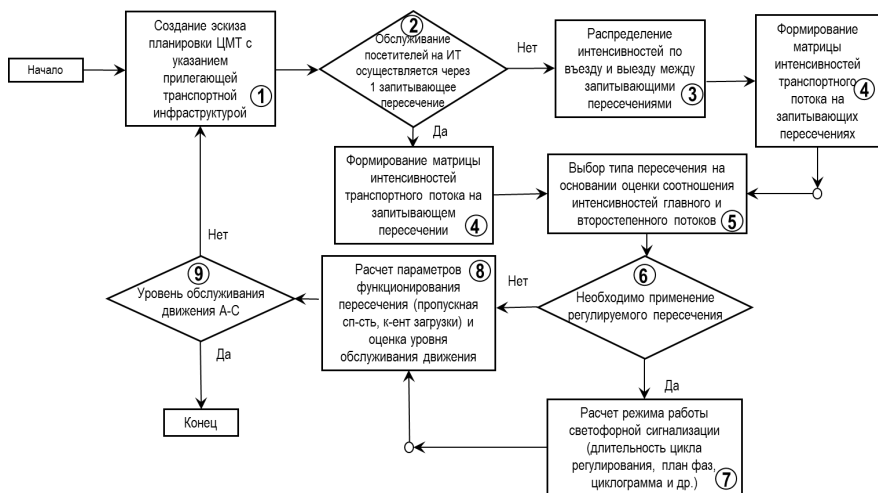


Рисунок 17 – Принципиальная схема методики ОДД на пересечениях, запрашиваемых ЦМТ

При оценке уровня обслуживания движения существующего ЦМТ следует учитывать все функционирующие пересечения. Исключение могут составлять пересечения для въезда/выезда служебного, грузового и прочего транспорта, пропуск которых осуществляется по особому режиму. При оценке уровня обслуживания движения, проектируемого ЦМТ на первой итерации, следует ограничиться одним запрашивающим пересечением и только при низком уровне обслуживания движения на второй и последующих итерациях (*шаг 9*) рассматривать дополнительные запрашивающие пересечения. В случае наличия двух и более пересечений, запрашивающих ЦМТ следует выполнить распределение интенсивности транспортного потока (посетителей на ИТ) между этими пересечениями *третий шаг* методики. В случае наличия двух запрашивающих пересечений следует рассмотреть возможность организации движения на каждом из этих двух пересечений только на въезд и, соответственно, только на выезд. Такая организация движения позволит канализировать транспортные потоки не только на запрашивающих пересечениях, но и на территории ЦМТ. Распределение интенсивности транспортного потока по прибытии (въезд на территорию ЦМТ) следует осуществлять пропорционально суммарной интенсивности транзитного потока, имеющего возможность, согласно существующей на запрашивающем пересечении ОДД, осуществить въезд на территорию данного ЦМТ. Распределение интенсивности транспортного потока по убытию (выезд с территории ЦМТ) следует осуществлять пропорционально пропускной способности подходов (групп полос), предназначенных для выезда с территории ЦМТ. На завершающем, *девятым шагом* методики учитывается уровень обслуживания движения, по

средствам которого принимается решение о возможности введения в эксплуатацию рассматриваемого ЦМТ (ОКС). Особенно следует подчеркнуть, что на уровень обслуживания влияет, прежде всего, тип ЦМТ и его параметры дислокации, схема ОДД запитывающего пересечения, а также интенсивность транспортных потоков в конфликтующих направлениях. Пример зависимости уровня обслуживания движения (коэффициента загрузки) от площади ЦМТ приведен на рисунке 18.

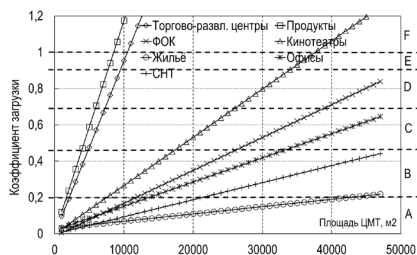


Рисунок 18 – Зависимость уровня обслуживания движения на Т-образном пересечении от площади ЦМТ по усредненным параметрам ОДД и транспортного спроса

Кроме этого, предлагаемая методика и реализующий её математический аппарат позволяют учитывать влияние не только типа и параметров ЦМТ, но и интенсивность транспортного потока на приоритетном направлении, а также особенности ОДД на запитывающем пересечении (рис. 19).

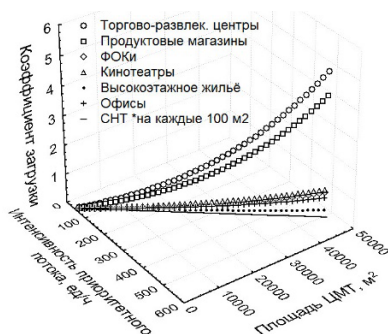


Рисунок 19 – Зависимость коэффициента загрузки от интенсивности приоритетного потока ТС и площади ЦМТ

7. Транспортный спрос к агрегированным ЦМТ с монофункциональной территорией может определяться с помощью экспресс-метода, основанного на типологии ЦМТ, коэффициенте использования территории и её генерирующей способности, что позволит существенно снизить трудоёмкость расчётов.

При оценке транспортного спроса к агрегированным ЦМТ (ёмкости ТРР), содержащих конгломерат ЦМТ, необходимо придерживаться определенных правил и процедур, пользоваться эмпирическими зависимостями, однако, в случае, когда в структуре ТРР находится один или несколько типов ЦМТ и при этом доминирует определенный тип ЦМТ (жилые микрорайоны (районы), промышленные объекты, складские зоны, кампусы, ТРЦ и т. п.), то оценку ёмкости ТРР целесообразно проводить на основе экспресс-метода. Его особенность заключается в установлении взаимосвязи между фактической площадью ТРР и средней или средневзвешенной способностью генерировать корреспонденции.

На первом этапе определяется преобладание типа ЦМТ в ТРР. Важно отметить, что почти любой ТРР, за исключением промышленных зон, будет сочетать в себе сопутствующие типы ЦМТ. Например, жилые районы будут совмещены с торговлей товарами первой необходимости, детскими садами, спортивными площадками, гаражами и т.п. Средневзвешенное значение этажности ТРР можно записать в виде:

$$L = \sum_{i=1}^{n=3} (l_i \cdot d_i) = (l_1 \cdot d_1) + (l_2 \cdot d_2) + (l_3 \cdot d_3), \quad (18)$$

где, l_i – этажность i -го типа ЦМТ, d_i – доля i -го ЦМТ в площади, занятой под застройку. Важно отметить, что доли ЦМТ определяются субъективно, поэтому их количество должно быть по возможности минимальным.

Второй этап связан с установлением зависимости между площадью ТРР и площадью застройки. В градостроительстве такая связь получила название «коэффициент использования территории» (КИТ). Чисто физически КИТ не может быть больше единицы и, следовательно, его легко интерпретировать:

$$K_{\text{ИТ}} = F_z / F_{\text{ТРР}}, \quad (17)$$

где F_z – площадь, занятая под застройку, м²; $F_{\text{ТРР}}$ – площадь территории в границах ТРР, м². КИТ является весьма распространенным показателем и широко изучен для основных территорий городского пространства.

На третьем этапе необходимо воспользоваться табличными данными удельной генерации корреспонденций к данному типу ЦМТ. Площадь ТРР, как правило, известна из технического задания на транспортное проектирование или может быть получена на основе геоинформационных систем (2GIS, GoogleEarth и др.). Таким образом, транспортный спрос агрегированного ЦМТ (ёмкость ТРР) может быть определен по выражению:

$$E = 100 \cdot L \cdot K_{\text{ИТ}} \cdot F_{\text{ТРР}} \cdot G, \quad (18)$$

где 100 – коэффициент размерности; G – средневзвешенная удельная генерация корреспонденций, чел/100 м². Следует отметить, что точность расчетов главным образом определяет КИТ, который, в свою очередь, в зависимости от расстояния от центра города может иметь весьма существенный вариационный размах (от 0,08 до 0,55). Связано это в большей степени с укладом использования городских земель, в результате которого интенсивность использования земельного фонда в центре города выше ввиду её большей престижности и стоимости. В качестве объектов анализа были отобраны ТРР, удовлетворяющие следующим условиям: ТРР должны располагаться на разном удалении от центра города; ТРР должны быть преимущественно жилыми или иметь смешанную застройку (жилье, торговля, деловые центры и общественные пространства); ТРР по возможности не должны содержать промышленных территорий, жилья с участком земли, СНТ, ДНТ, ИЖС. Итак, для практических расчетов можно использовать следующее выражение:

$$K_{\text{ИТ}} = 0,3664 - 0,02625 \cdot l_c, \quad (19)$$

где l_c – расстояние от центра города, км. Следует отметить, что полученная

эмпирическая зависимость предполагает наибольшее значение $K_{um} = 0,36$, что примерно соответствует данным Ю.А. Михалева ($K_{um} = 0,4$). Однако наименьшее значение, которое можно получить используя данное уравнение, составит 0,077 при удаленности ТРР от центра города на 11 км.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квалификация работы. В диссертационной работе на основе теоретико-методологических и научно-методических положений, разработанных методов и методик, реализованных в математических моделях и экспериментальных исследованиях решена важная научная проблема – разработана методология повышения качества организации движения при обслуживании центров массового тяготения с новыми научно обоснованными техническими и технологическими решениями, внедрение которых вносит значительный вклад в социально-экономическое развитие автотранспортной отрасли страны.

1. Разработана и научно обоснована типология городских ЦМТ на основе количественных характеристик функционирования, позволяющая дифференцировать оценку транспортного спроса с учетом факторов, характерных для каждого из рассматриваемого типа ЦМТ. Теоретически обосновано 4 из 6 укрупнённых типов ЦМТ, основанных на приведённой типологии.

2. Разработана методика проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов как базовая часть методологии организации движения, включающая 9 последовательных шагов, и на её основе выполнены экспериментальные исследования, позволившие выявить основные количественные характеристики функционирования ЦМТ:

- удельная генерация корреспонденций, позволяющая оценивать привлекательность территорий, варьирующаяся в диапазоне от 1,5 чел/Га до 8,5 чел/м². Наибольшими значениями обладают ЦМТ розничной торговли и офисы;
- средняя продолжительность паркирования, позволяющая выполнять расчеты потребного числа парковочных мест в дифференциации по типам ЦМТ. Наибольшей продолжительностью паркирования отличаются жильё и коммунально-складское хозяйство 195 и 206 мин, соответственно. В будние дни эта характеристика ниже на 5% по отношению к выходным, а летний период характеризуется снижением на 34% относительно зимнего периода. При увеличении площади ЦМТ на каждую 1000 м² продолжительность паркирования возрастает примерно на 2 мин;
- коэффициенты суточной неравномерности, показывающие долю загрузки ЦМТ, которая приходится на рассматриваемый час. Среднее значение составило 0,168. Наибольшими значениями обладают детские сады, офисы и жильё;
- распределение доли посещений на индивидуальном транспорте позволяет оценить потребность в парковочных местах и рассчитать нагрузку на при-

легающую УДС. Среднее значение данной характеристики по всем рассматриваемым ЦМТ составило 0,51. Вариационный размах 0,35–0,8. Наименьшее значение показателя наблюдается в офисах, а наибольшее – в жилье с участком земли;

- среднее наполнение ИТ позволяет осуществить переход от объема посетителей на ИТ к интенсивности ИТ. Значение этой характеристики по всем рассматриваемым ЦМТ составило 1,56. Вариационный размах 1,29–1,85. Наименьшее значение принадлежит коммунально-складскому хозяйству, а наибольшее – промышленности.

3. Получены закономерности высокой корреляционно-регрессионной связи, отражающие взаимосвязь между транспортным спросом, выраженным количеством корреспонденций и общедоступными исходными данными: площадь, тип и расположение ЦМТ, расстояние от центра города, позволяющие с минимальной трудоемкостью и высокой точностью (R^2 не менее 0,86) проводить оценку транспортного спроса.

4. Скорректированы нормативные зависимости, отражающие потребное число парковочных мест при транспортном обслуживании ЦМТ, и на их основе разработана методика потребного числа парковочных мест, позволяющая рассчитать диапазон эффективного транспортного обслуживания, при котором отсутствует дефицит парковочных мест. Выбор числа парковочных мест внутри рекомендованного диапазона оценивается показателями экономического характера. Наибольшим нормативным значением числа парковочных мест обладают ТРЦ, магазины строительных материалов и школы раннего развития детей (площади ЦМТ – от 6,86 до 10 машино-мест/100 м²), наименьшим – религиозные учреждения (0,0092 машино-мест/100 м²).

5. Выявлены закономерности высокой корреляционно-регрессионной связи, позволяющие оценивать транспортный спрос, возникающий на основе устойчивых агломерационных связей города и прилегающей к городу территории. 1 гектар субурбанизированных территорий генерирует от 7–15 человек в сутки. Границы транспортной доступности города и зоны его влияния (на примере Иркутска) оцениваются в 8 и 16 км на ОТ и ИТ, соответственно. Удельная генерация корреспонденций для жилых территорий, находящихся в зоне влияния города, снижается примерно на 0,52 чел/Га с удалением на каждый километр (справедливо для диапазона от 7,73 до 20,6 км от центра города).

6. Выполнено транспортное зонирование территории города (на примере Иркутска) с использованием геоинформационных систем (2 ГИС, Google Earth), позволяющее получить параметры их расположения с высокой точностью (5–7 метров). Установлено, что площадь агрегированных ЦМТ (ТРП) изменяется на 26 Га на каждый километр удаленности от центра города в диапазоне от 1 до 15 км.

7. Разработана методика прогнозирования интенсивности транспортных потоков на основе оценки транспортного спроса к ЦМТ, параметров расположения ЦМТ и полученных функциональных зависимостей. Методика содержит 18 последовательных шагов, позволяющих собрать исходные данные с учетом особенностей типологии ЦМТ и его позиционирования, выполнить

расчет суточного объема посетителей на основе функциональных зависимостей, а также выполнить расчёт прогнозных значений интенсивности транспортных потоков к ЦМТ и ТРП с учетом особенностей развития или перепрофилирования урбанизированных территорий.

8. Разработана методика организации движения, базирующаяся на методике прогнозирования интенсивности транспортных потоков, позволяющая оценить эффективность функционирования отдельных ЦМТ (ТРП) и необходимость реконструкции, прилегающей УДС в случае перепрофилирования или развития территории на перспективу. Установлено, что при изменении площади ЦМТ на каждые 1000 м² изменение коэффициента загрузки варьируется в диапазоне от 1,37 до 10,39 % в зависимости от типа ЦМТ.

9. Разработан экспресс-метод, позволяющий определить интенсивность транспортных потоков к агрегированным ЦМТ (ёмкость ТРП) на основе коэффициента использования территории, варьирующегося в диапазоне от 0,077 до 0,36. Данный экспресс-метод позволяет существенно снизить трудоемкость оценки ёмкости ТРП, обладающих преимущественно монофункциональным типом ЦМТ (жилье с участком земли, промышленная территория и т. п.).

10. Выполненная производственная проверка технико-экономической эффективности результатов исследований показывает, что предложенная методология эффективно работает на реальных ТРП и ЦМТ. При оценке транспортного спроса для промышленных ЦМТ в случае расширения производственной деятельности возможна экономия до 23 385 руб./Га в год. При оценке влияния отдельных ЦМТ на прилегающую УДС экономический эффект составит 149 руб. на тыс. жит. в год для городов РФ с численностью от 250 до 1000 тыс. жит., что затрагивает примерно 42% жителей РФ. Срок окупаемости результатов научных исследований составил 1,11 года.

11. Предложенная методология, основанная на частных методиках, позволяет оценить качество организации движения, отражаемое коэффициентом загрузки движения, который имеет тенденцию к снижению при увеличении числа полос как в приоритетном, так и второстепенном направлениях; в целом повысить качество транспортного обслуживания населения крупных городов при посещении ЦМТ. В частности, при изменении площади торгово-развлекательных центров на каждые 1000 м² коэффициент загрузки изменяется на 5,57% и становится критичным для площади торгово-развлекательных центров примерно в 17000 м².

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ:

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций:

1. Зедгенизов А. В. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности / А. В. Зедгенизов, А. Н. Зедгенизова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 1(19). – С. 32–38. г. Казань.

2. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Левашев А. Г. Оценка объема генерации корреспонденций к супермаркету в будние дни / А. В. Зедгенизов, А. Н. Зедгенизова,

А. Г. Левашев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 5(64). – С. 97–101.

3. Лагереv Р. Ю. Оценка организации дорожного движения в городах с применением спутниковой навигации / Р. Ю. Лагереv, А. В. Зедгенизов, А. Г. Левашев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 6(65). – С. 89–96.

4. Зедгенизов А. В. Оценка генерации поездок торгово-деловым центром, включающим различные объекты тяготения / А. В. Зедгенизов, А. Н. Зедгенизова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2012. – № 2(24). – С. 18–23 С.

5. Зедгенизова А. Н. Оценка объема генерации корреспонденций к крупному вузу на примере ИрГТУ / А. Н. Зедгенизова, А. В. Зедгенизов, А. С. Липницкий // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 9(68). – С. 128–134.

6. Бурков Д. Г. Оценка объема генерации корреспонденций к офисным зданиям в центральной части города / Д. Г. Бурков, А. В. Зедгенизов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 12(71). – С. 162–166.

7. Бурков Д. Г. Оценка объема генерации корреспонденций к оружейным магазинам в центральной части города / Д. Г. Бурков, А. В. Зедгенизов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 4(75). – С. 102–107.

8. Зедгенизов А. В. Оценка транспортного спроса к объектам культурно-бытового назначения на примере развлекательного центра «Звездный» г. Иркутск / А. В. Зедгенизов, Д. Г. Бурков, Д. В. Корчева // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. – № 11(82). – С. 201–205.

9. Догоюсова Л. П. Анализ числа корреспонденций к городской территории на примере нотариальной конторы / Л. П. Догоюсова, А. В. Зедгенизов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 3(98). – С. 178–183.

10. Зедгенизов А. В. Оценка транспортного спроса к садоводческим некоммерческим товариществам на основе количественных характеристик функционирования / А. В. Зедгенизов, Д. В. Корчева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 6(101). – С. 121–125.

11. Зедгенизов А. В. Оценка факторов, влияющих на продолжительность парковки возле территорий/центров массового тяготения разной функциональной направленности // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2016. – Вып. 1(44). – 100–105.

12. Зедгенизов А. В. Анализ факторов, влияющих на среднее наполнение индивидуального транспорта при посещении территорий / центров массового тяготения разной функциональной направленности // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 3(110). – С. 139–144.

13. Зедгенизов А. В. Генерация корреспонденций как основная количественная характеристика, определяющая привлекательность территории / центра массового тяготения // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 4(111). – С. 187–192.

14. Бурков Д. Г. Математическое описание транспортного спроса, создаваемого объектами культурно-бытовой направленности / Д. Г. Бурков, А. В. Зедгенизов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – Т. 20. – № 12. С. 193–202.

15. Улсаханова Е. С. Оценка транспортного спроса к объектам розничной торговли на примере супермаркета «Слата» / Е. С. Улсаханова, Д. Г. Бурков, А. В. Зедгенизов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21. – № 11. – С. 209–216.

16. Зедгенизов А. В. Оценка транспортного спроса по параметрам функционирования центров массового тяготения на урбанизированных территориях // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 91–97 с.

17. Зедгенизов А. В., Базан А. В. Методика оценки потребного числа мест для парковки возле центров массового тяготения на урбанизированных территориях / Зедгенизов А. В., Базан А. В. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17. – № 1. – С. 72–83. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-1-72-83>

18. Зедгенизов А. В. Экспресс-метод оценки ёмкости транспортных расчётных районов при организации дорожного движения на запитывающих пересечениях / Зедгенизов А. В., Селянгин К. В. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)» | Выпуск 3 (62), сентябрь 2020.

Монографии:

19. Зедгенизов А. В., Куприянова А. Б., Лагереv Р. Ю., Левашев А. Г., Михайлов А. Ю., Шаров М. И. Управление доступом к улично-дорожной сети. – Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2009. – 71 с. Библиогр.: 33 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 24.12.2009 г. № 822 – В2009.

20. Зедгенизов А. В., Лагереv Р. Ю., Левашев А. Г., Липницкий А. С., Михайлов А. Ю., Шаров М. И. Современные кольцевые пересечения. – Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2009. – 103 с. – Библиогр.: 61 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 24.12.2009 г. № 823 – В2009.

21. Зедгенизов А. В. Оценка качества организации дорожного движения на основе транспортного спроса: монография. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2019. – 196 с.

Статьи в журналах, индексируемых международной системой цитирования Scopus и Web of Science:

22. Zedgenizov A. V., Burkov D. G. Edited by U. Brannolte, P. Pribyl, V. Silyanov. Methods for the Traffic Demand Assessment Based on the Quantitative Characteristics of Urban Areas Functioning // Organization and Traffic Safety Management in large cities: 12th International Conference (SPbOTSIC-2016) (St. Petersburg, 28–30 September 2016). – St. Petersburg, 2016. – P. 724–730.

23. Zedgenizov A. Location-based transport demand forecasting methods for suburbanized areas // Aviaemechanical engineering and transport: Proceedings of the International Conference. – 2018. – Vol. 158. – P. 458–461. <https://doi.org/10.2991/avent-18.2018.88>

24. Zedgenizov A. The methodology of estimation of transport demand by the parameters of location of the mass gravitation centers in the urbanized territories // Investment, Construction, Real Estate: New Technologies and Special-Purpose Development Priorities: MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 212. <https://doi.org/10.1051/matec-conf/201821205002>

25. Zedgenizov A., Burkov D. Estimation of transport demand for residential areas according to their location in urbanized areas // Transportation Research Procedia. – 2018. – Vol. 36. – P. 833–840. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.069>

26. Zedgenizov A. V., Bulanov N. S. Methodology of assessing traffic service level at intersections of feeding focal points // International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering: Materials Science and Engineering. IOP Conference Series. – 2019. – Vol. 632. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/632/1/012004>

27. Zedgenizov A. V., Nalyotov I. N. Estimated probability of distributing the proportion of private transport users visiting the urban focal points // Proceedings of the International

Conference on AviaMechanical Engineering and Transport (AviaENT 2019). – 2019. <https://doi.org/10.2991/aviaent-19.2019.71>

28. Zedgenizov A. V. Assessment of the impact of capital construction on the adjacent street-road network with traffic at unregulated intersections // International Scientific and Technical Conference INTERSTROYMEH – 2019: IOP Conference Series (Kazan, 12–13 September 2019). – Kazan: Kazan State University of Architecture and Engineering, 2019.

29. Zedgenizov A. V., Strizhakov E. Classification of urban focal points based on cluster analysis // Investments, Construction, Real Estate: New Technologies and Special-Purpose Development Priorities: Materials Science and Engineering. IOP Conference Series. – 2019. – Vol. 667. – No. 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012109>

30. Zedgenizov A. V., Solodkiy A. I., Seliangin K. V. Mathematical model of assessing urban planning decisions based on capital construction facilities location under the city plan // Investments. Construction. Real estate: new technologies and targeted development priorities-2020: Materials Science and Engineering. IOP Conference Series. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012072>

31. Zedgenizov A. V., Solodkiy A. I., Efremenko I. Assessment of suburbanized areas transport demand: case study of the Irkutsk Agglomeration // Investments. Construction. Real estate: new technologies and targeted development priorities-2020: Materials Science and Engineering. IOP Conference Series. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012075>

В других изданиях:

32. Бурков Д. Г. Оценка ёмкости по прибытию жилого района средней этажности / Бурков Д. Г., Муковкина В. Е., Зедгенизов А. В. // Молодежный Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 2.

33. Ильиных Ю. А., Макарова Е. С., Зедгенизов А. В. Анализ использования се-литёбной территории микрорайона «Рабочее» г. Иркутск // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей II Всеросс. науч.-практ. конф., приуроченной ко дню космонавтики (Иркутск, 11–13 апреля, 2012 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – С. 227–232.

34. Зедгенизова А. Н., Зедгенизов А. В., Левашев А. Г. Оценка объема генерации поездов к детским дошкольным учреждениям // Дни науки – 2012: матер. VIII Междуна-р. науч.-практ. конф. Часть 90. Технические науки. – Прага: ИД «Образование и наука», 2012. – С. 22–27.

35. Зедгенизов А. В., Бурков Д. Г. Зедгенизова А. Н. Оценка объема генерации поездов к гаражным кооперативам индивидуального пользования // Научное простран-ство Европы – 2012: матер. VIII Междуна-р. науч.-практ. конф. Часть 38. Технические науки. – Пшемьсль: ИД «Образование и наука», 2012. – С. 3–7.

36. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Лагереv Р. Ю. К вопросу о генерации корреспонденций // Проблемы и перспективы развития Евразийских транспортных систем: матер. VI Междуна-р. науч.-практ. конф. / под ред. О. Н. Ларина, Ю. В. Рожде-ственного. – Челябинск: Изд. центр «ЮУрГУ», 2012. – 350 с.

37. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Михайлов А. Ю. Опыт применения США данных по генерации корреспонденций // Проблемы и перспективы развития Евразийских транспортных систем: матер. VI Междуна-р. науч.-практ. конф. / под ред. О. Н. Ла-рина, Ю. В. Рождественского. – Челябинск: Изд. центр «ЮУрГУ», 2012. – 350 с.

38. Левашев А. Г., Зедгенизов А. В., Иванченко Е. С., Маркова Ю. А. К вопросу об оценке транспортного спроса в зоне крупных центров тяготения // Социально-эко-номические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния / Материалы XVIII Междуна-р. XXI Екатеринбургской науч.-практ.

конф. / науч. ред. С.А. Ваксман. (г. Екатеринбург, 16–17 июня 2012 г.). – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2012. – С. 90–97.

39. Михайлов А. Ю., Шаров М. И., Зедгенизов А. В., Гребенников В. В., Мушин Д. А. Термин транспортная доступность в Российской и зарубежной специальной литературе // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сб. науч. тр., посвященный ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 24–28 октября 2011 г.). – Минск: Изд-во БНТУ, 2012. – С. 367–373.

40. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Михайлов А. Ю. Основные направления развития транспортного планирования на первой ступени (TripGeneration) // Совершенствование образования в области городского транспортного планирования: матер. Рос.-Герм. конф. по транспортно-градостроительному планированию (г. Иркутск 25–26 июня 2012 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – 138 с.

41. Зедгенизов А. В., Бурков Д. Г., Зедгенизова А. Н. Оценка объема генерации к гаражным кооперативам индивидуального пользования на примере кооператива № 4 г. Иркутск // Передовые научные разработки – 2012: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Часть 13. Технические науки. – Прага: ИД «Образование и наука», 2012. – С. 44–51.

42. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Михайлов А. Ю. Городские транспортные системы: вектор развития науки проектирования // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. Инновации: ресурс и возможности: сб. докл. X Междунар. конф. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2012. С. 130–135.

43. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н. Методика оценки генерации корреспонденций к физкультурно-оздоровительным центрам // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. Инновации: ресурс и возможности: сб. докл. X Междунар. конф. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2012. С. 220–227.

44. Зедгенизова А. Н., Широколобова Л. В., Зедгенизов А. В. Оценка числа генерируемых корреспонденций на общественном транспорте микрорайона «Байкальский» г. Иркутск // Авиамашиностроение и транспорт Сибири – 2012: сб. науч. тр. студентов и преподавателей Института авиамашиностроения и транспорта эл. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – С. 119–125.

45. Зедгенизов А. В., Лагеров Р. Ю., Муковкина В. М. К вопросу о генерации корреспонденций к крупному торговому центру на примере «Мебель сити» г. Иркутск // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей III Всерос. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 11–12 апреля 2013 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – С. 228–235.

46. Зедгенизов А. В., Лагеров Р. Ю. Оценка генерации корреспонденций к жилому микрорайону на периферии крупного города // Проблемы развития транспортных систем и логистики г. Евпатория: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. (14–16 мая 2013 г.). – Луганск: СНУ им. В. Даля, 2013. С. 180–181.

47. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Лагеров Р. Ю. Классификация использования типов городских территорий на примере г. Иркутск // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сб. науч. тр. – Минск: Изд-во БНТУ, 2013. – С. 298–204.

48. Зедгенизов А. В., Зедгенизова А. Н., Михайлов А. Ю. Особенности формирования структуры расчетных транспортных районов города (транспортное зонирование городов) // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сб. науч. тр. – Минск: Изд-во БНТУ, 2013. – С. 307–314 с.

49. Корчева Д. В., Бурков Д. Г., Зедгенизов А. В. Анализ вариантов расстановки автомобилей на парковке // Авиамашиностроение и транспорт Сибири – 2013: сб. науч.

тр. студентов и преподавателей Института авиационного строительства и транспорта. – Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2013. – С. 89–92.

50. Корчева Д. В., Хахураев П. В., Зедгенизов А. В. Анализ функционирования парковки торгового центра «Город мастеров» в г. Иркутск // Авиационное строительство и транспорт Сибири – 2013: сб. науч. тр. студентов и преподавателей Института авиационного строительства и транспорта. – Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2013. – С. 92–98.

51. Корчева Д. В., Догуюсова Л. П., Зедгенизов А. В. Методика проведения натуральных исследований в зоне крупных торговых центров // Авиационное строительство и транспорт Сибири – 2013: сб. науч. тр. студентов и преподавателей Института авиационного строительства и транспорта. – Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2013. – С. 98–104.

52. Муковкина В. Е., Корчева Д. В., Зедгенизов А. В. Оценка продолжительности парковки транспортных средств возле торгового центра «Город мастеров» // Авиационное строительство и транспорт Сибири – 2013: сб. науч. тр. студентов и преподавателей Института авиационного строительства и транспорта. – Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2013. – С. 104–110.

53. Корчева Д. В., Зедгенизов А. В. Оценка генерации корреспонденций к объектам медицинского обслуживания на примере детской поликлиники № 6 г. Иркутск // Эффективные инструменты современных наук – 2014: матер. X Междунар. науч.- практ. конф. Часть 32. Технические науки. – Прага: ИД «Образование и наука». – С. 28–34.

54. Павлов Б. А., Зедгенизов А. В. Оценка транспортного спроса к дачным кооперативам на примере садоводства «Бирюсинка» в выходной день г. Иркутск // Ключевые вопросы современной науки – 2014: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. Т. 36. Технологии. – София: ИД «БелГрад», 2014. – С. 70–77.

55. Зедгенизов А. В., Лагереv Р. Ю. Оценка емкости транспортных расчетных районов на основе емкости используемой территории // Организация и безопасность движения в крупных городах: сб. тр. участников XI Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2014. – С. 270–277.

56. Зедгенизов А. В., Чан О. С. Анализ использования территории центральной части г. Иркутск // Наука и инновации – 2014: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. Т. 11. Технические науки. – Пшемысль: Изд-во «Наука и исследования», 2014. – С. 46–50.

57. Zedgenizov A. V. The estimation of correspondence generation to the residential district of city center // Nauka i studia. – 2014. – № 16(126). – С. 76–83.

58. Корчева Д. В., Зедгенизов А. В. Оценка транспортного спроса к объектам массового тяготения на примере РЦ «Мегаполис» г. Иркутск // Научная индустрия европейского континента – 2014: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. Т. 20. Технические науки. – Прага: Изд-во «Образование и наука», 2014. – С. 34–40.

59. Зедгенизов А. В. Экспресс метод оценки транспортного спроса транспортных расчетных районов // Авиационное строительство и транспорт Сибири: сб. статей VII Всерос. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 13–16 апреля 2016 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2016. – С. 108–112.

60. Зедгенизов А. В. Факторы, влияющие на формирование транспортных расчетных районов, на примере развития территории г. Иркутск в период с 2005 по 2015 годы // Известия вузов. Инженерия. Строительство. Недвижимость. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2016. – № 2(17). – С. 221–228.

61. Зедгенизов А. В. Бурков Д. Г. Методы оценки транспортного спроса на основе количественных характеристик функционирования урбанизированных территорий // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. тр. (электронная версия) участников XX Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – С. 235–242.

62. Зедгенизов А. В. Субурбанизация города Иркутска: масштаб и последствия // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. – № 1(16). – С. 159–165.

63. Зедгенизов А. В. Методы оценки транспортного спроса на основе количественных характеристик урбанизированных территорий // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: матер. ХСІХ Междунар. науч.-техн. конф. (г. Иркутск, 20–22 апреля 2017 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2017.

64. Зедгенизов А. В. Выявление и учет факторов территориального позиционирования при оценке транспортного спроса на основе количественных характеристик урбанизированных территорий // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 12–15 апреля 2017 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2017. – 523 с.

65. Зедгенизов А. В. Прогнозирование транспортного спроса к субурбанизированным территориям по параметрам их расположения // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей X Междунар. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 21–26 мая 2018 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. – С. 310–316.

66. Зедгенизов А. В. Методика организации дорожного движения на основе оценки транспортного спроса к центрам массового тяготения по параметрам их расположения на урбанизированных территориях // Информационные технологии и инновации на транспорте: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. / под общей ред. д-ра техн. наук, профессора А. Н. Новикова. (г. Орёл, 22–23 мая 2019 г.). – Орёл: Изд-во ОГУ им. И. С. Тургенева, 2020. – С. 47–52.

Компьютерная верстка В. С. Весниной

Подписано к печати 24.05.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 2,5. Тираж 120 экз. Заказ 46.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

