

На правах рукописи



ШЭН ЦЗИНСЯН

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
И ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В МАЛЫХ И СРЕДНИХ
ГОРОДАХ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел -2026

Работа выполнена в федеральном государственном образовательном учреждении высшего образования «Донской государственный технический университет»

Научный руководитель: **Зырянов Владимир Васильевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Зедгенизов Антон Викторович**
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор кафедры нефтегазового дела

Шевцова Анастасия Геннадьевна
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», директор института дополнительного образования и профессионального обучения «Высшая технологическая школа БГТУ им. В.Г. Шухова»

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Защита состоится «26» марта 2026г. в 14.00 на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.032.03 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: г. Орёл, ул. Московская, д.77, ауд. 426.

С диссертацией можно ознакомиться на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и в фундаментальной библиотеке по адресу: 302028, г. Орёл, пл. Каменская, д.1.

Автореферат разослан «____» 2026 г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и на официальном сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (<https://vak.gisnauka.ru/adverts-list/advert>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, в двух экземплярах просим направлять в диссертационной совет по адресу: 302030, г. Орёл, ул. Московская, д.77, тел. +79606476660, email: srmostu@mail.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. техн. наук, доцент

Васильева В.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

С ростом автомобилизации и увеличением численности городского населения решение проблем мобильности становится все более сложным. Трудности, связанные с транспортным обеспечением, такие как транспортные заторы и длительное время в пути, не только влияют на качество жизни, но и являются источником значительных экономических потерь.

Комплексное исследование транспортных систем, существующих методов транспортного планирования и организации дорожного движения может дать полное и достоверное представление о пространственных и временных изменениях в состоянии транспортной системы. Это в свою очередь является ключевым условием разработки эффективных мероприятий и обеспечении обратной связи между реализуемыми мерами и фактическими изменениями в транспортной системе. В связи с этим в Китайской Народной Республике на государственном уровне уделяется значительное влияние как научному обеспечению транспортного планирования, так и практическому внедрению.

В 2019 году Госсовет КНР принял "План развития цифрового транспорта" в котором поставлены задачи создания удобной и бесперебойной городской транспортной системы на основе соблюдения закономерностей городского развития, целостности, системности в развитии цифровизации применительно к транспортному планированию и организации дорожного движения. В марте 2021 года в китайском документе «Схема планирования национальной комплексной транспортной сети» определены целевые параметры построения к 2035 году национальной комплексной сети, которая будет надежной и безопасной, экономически эффективной, экологичной, интеллектуальной, удобной и комфортной. Научное обоснование решения этих задач является основой достижения поставленных целей.

Малые и средние города являются важной частью городской системы Китая. Исследования в области транспортного планирования и управления движением в малых и средних городах обеспечивают поддержку и гарантию экономического и социального развития городов и улучшения жизни населения. Тем более, что в Китае в настоящее время существует определенный разрыв в уровне решения задач функционирования транспортных систем между большими и средними городами. Особо актуальным это является для создания условий для интеграции городского планирования, организации дорожного движения, экономики транспорта, экологической среды, инновационных технологий.

Степень разработанности темы исследования.

Научные основы организации дорожного движения и транспортного планирования, практического применения этой области знаний, заложены в научных трудах ведущих российских, китайских ученых, а также ученых многих других стран: Агуреева И.Е., Бабкова В.Ф., Власова В. М. , Горева А.Э., Донченко В.В., Дорохина С.В., Евтукова С.А., Еремина С.В., Жанказиева С.В., Зедгенизова А.В., Зырянова В. В., Клинковштейна Г.И., Клявина В.Э.,

Коноплянко В.И., Ли Жуйминь, Лу Хуапу, Михайлова А.Ю., Надер.Р., Новикова А.Н., Новикова И.А., Сильянова В.В., Стигсона Г., Тилгрена П., Трофименко Ю.В., Хаддора В., Шевцовой А.Г., Элвика Р., Якимова М.Р. и других.

Анализ исследуемой проблемы показал, что, несмотря на значимые научные результаты, в настоящее время как в науке, так и на практике существует разрыв между задачами транспортного планирования, организации дорожного движения и исследования в этой области являются актуальными.

В работе по транспортному планированию других малых и средних городов исследования необходимо сочетать с местными условиями для формулирования местных планов и разработки улучшенного транспортного планирования и интеллектуальной транспортной системы. Также необходимо найти подходы, который позволит выбрать лучшие решения при реализации различных мер по устранению причин дорожных заторов в малых и средних городах Китая.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности функционирования дорожной сети городов на основе методов интеграции транспортного планирования и организации дорожного движения.

Задачи исследования:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ подходов к транспортному планированию и организации дорожного движения, выявить основные интеграционные процессы при комплексном решении развития транспортных систем городов, используя опыт Китайской Народной Республики;

- осуществить сбор экспериментальных данных о транспортной системе и параметрах дорожного движения г. Цзясан с применением современных методов исследования;

- изучить свойства различных моделей транспортного планирования с выявлением подходов, обеспечивающих взаимосвязь задач транспортного и территориального планирования, организации дорожного движения;

- сформулировать принципы и способы улучшения транспортного планирования и организации дорожного движения в малых и средних городах, разработать структуру системы поддержки принятия решений, включающую функции интеллектуальных транспортных систем, применить результаты исследований для решения реальных задач организации дорожного движения на улично-дорожной сети г. Цзясан (КНР).

Объект исследования: процессы транспортного планирования и организации дорожного движения в малых и средних городах.

Предмет исследования: параметры дорожного движения на улично-дорожной сети городов.

Рабочая гипотеза заключается в предположении, что применение разработанных моделей и методов повысит уровень транспортного планирования и организации дорожного движения.

Научная новизна работы

- предложена классификация моделей транспортного планирования с учетом требований по интеграции транспортного и территориального развития по функциональным признакам, особенностей формализации, уровню детализации для макро и микроуровней, возможностям анализа процессов развития в динамике;

- получена модель, описывающая изменения не только параметров транспортного потока интенсивности, плотности и скорости, но учитывающая также среднее время поездки, что позволяет использовать модель для оценки условий движения на сетевом уровне;

- разработана методика оценки условий движения, включающая авторский вариант определения уровней обслуживания по предложенной модели и вариант модернизации принятых в КНР уровней обслуживания;

- разработана структура системы поддержки принятия решений по организации дорожного движения и транспортному планированию в средних и малых городах КНР, с учетом интероперабельности процессов в этих направлениях деятельности.

Теоретическая значимость работы определяется логически связанными моделью оценки условий дорожного движения, методикой применения предложенных уровней обслуживания и структурой системы принятия решений, объединяющих транспортное планирование и организацию дорожного движения.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения нового метода планирования дорожного движения для улучшения управления дорожным движением и повышения эффективности дорожного движения.

Методы исследования.

В диссертационной работе использовались следующие методы исследования:

- литературные источники и научные публикации в области транспортного планирования и организации дорожного движения, моделирования транспортных потоков;

- экспериментальные исследования с использованием совокупности различных методов – дроны, данные навигационных систем Бэйдоу/GPS, транспортные детекторы;

- статистический анализ данных с использованием математических методов.

Положения, выносимые на защиту:

- классификация моделей транспортного планирования в соответствии с современными требованиями интеграции задач транспортного планирования, организации дорожного движения, интеллектуальных транспортных систем;

- модель, описывающая зависимости между интенсивностью, плотностью, скоростью с учетом длины поездки с возможностью использования для оценки условий движения на сетевом уровне;

- методика оценки условий дорожного движения на основе разработанной модели, а также на основе скорректированных граничных значений параметров транспортного потока для уровней обслуживания;

- архитектура и процессы платформы системы поддержки принятия решений для управления дорожным движением и транспортного планирования в малых и средних городах Китайской Народной Республики.

Степень достоверности и апробация результатов.

Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы подтверждается применением современных технических средств при экспериментальных исследованиях, математических методов, апробацией результатов на научных конференциях.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на ряде научно-практических конференций: IX международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (Орел, 2023 г.), IV международной конференции «Устойчивое и инновационное развитие в цифровом глобальном пространстве» (Ростов-на-Дону, 2024 г.), X международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (Орел, 2024 г.). Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные транспортные системы в дорожном комплексе» (Ростов-на-Дону, 2024).

Результаты диссертационной работы используются Институтом планирования и проектирования г. Цзинин и Шаньдунским научно-исследовательским институтом дорожной техники Чжэнцю что подтверждено актами внедрения.

Личный вклад автора. Все исследовательские работы и приведенные в диссертации результаты получены автором самостоятельно.

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности.

Выполненные исследования отвечают формуле паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта: пункт 5. Организация и управление грузовыми и пассажирскими автомобильными перевозками, автотранспортными потоками, транспортное планирование и моделирование.

Публикации

Основные положения диссертации опубликованы в 9 статьях, в том числе 3 в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 1 в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных Scopus и Web of Science, 5 в изданиях, индексируемых РИНЦ.

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 117 наименований и трех приложений. Текст диссертации изложен на 156 страницах, включает 22 таблицы, 15 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыты научная новизна, практическая ценность и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Текущая ситуация с транспортным планированием и организацией дорожного движения в Китае» выполнен анализ структуры транспортного планирования и организации дорожного движения в Китае с описанием изменений в подходах к процессу транспортного планирования, стандартов, методических и технических документов по транспортному планированию и организации дорожного движения, проведен сравнительный анализ китайских и зарубежных методов транспортного планирования.

В результате научных исследований на начальном этапе применения транспортного планирования в Китае в качестве стратегических был позиционирован подход, который можно выразить сочетанием цифр 5-4-8: пять принципов, четыре группы требований и восемь направлений. Пять принципов включают перемещение людей и грузов, но не автомобилей; развитие транспортной инфраструктуры; учет полных социальных затрат в транспортных проектах; ответственность государства за развитие транспортной системы; участие частного сектора в транспортном сервисе. Нормативы предполагают экономическое обоснование; финансовое обеспечение; социальный эффект; экологическая устойчивость. Реализация по восьми направлениям: городской транспорт; дорожное движение; окружающая среда; транспортным спрос; общественный транспорт; экономическая поддержка транспортной отрасли; наука и образование по транспортному планированию.

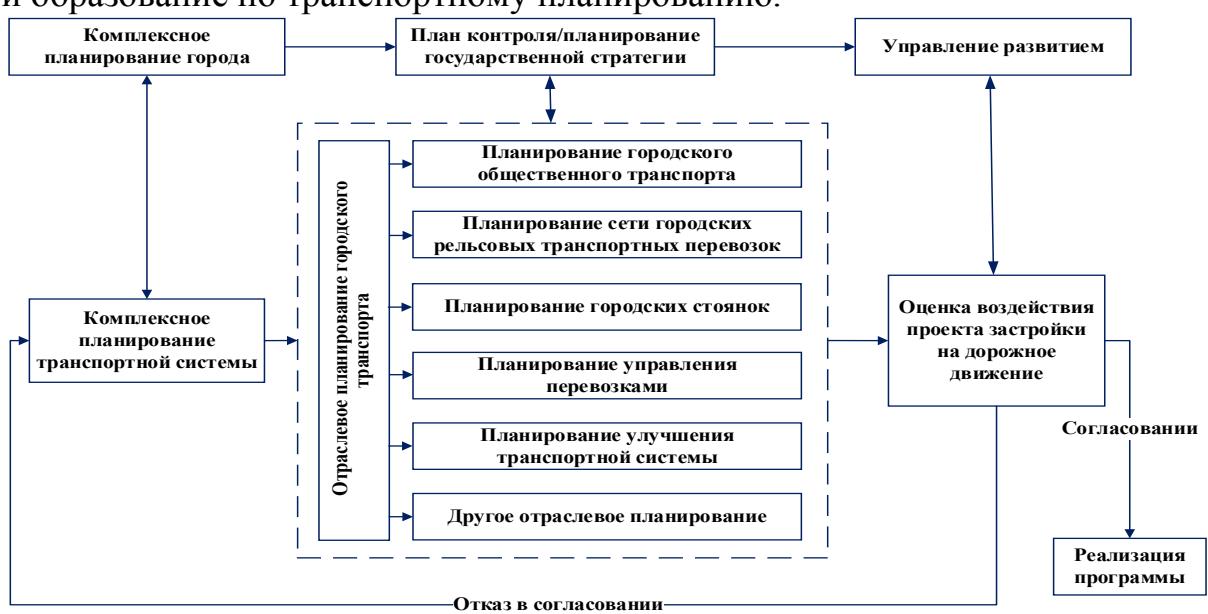


Рис. 1- Система планирования и подготовки городского транспорта

Некоторым недостатком в поддержке транспортного планирования является акцент в нормативных документах на деятельность по организации дорожного движения. Действующая в КНР национальная система стандартов

включает «Закон о безопасности дорожного движения Китайской Народной Республики», государственные стандарты «Планирование и проектные спецификации городского дорожного движения», «Технические требования к планировке перекрестков в городах», «Технические параметры планирования сети городского общественного транспорта». Наиболее близко к транспортному планированию относится «Технический стандарт для оценки воздействия дорожного движения на строительные проекты».

Такое положение привело к тому, что на муниципальном уровне, прежде всего в крупнейших городах, стали разрабатываться соответствующие методические и технические документы, включающие транспортное планирование и организацию дорожного движения. К ним относятся стандарты и принципы управления городским планированием Гуаньчжоу, комплексное планирование городского транспорта Цзянсу, стандарты и руководящие принципы планирования Хуэйчжоу и другие. Это способствовало обеспечению координации транспортного планирования с общим городским планированием и оптимизации распределения ресурсов городской транспортной системы.

Однако для малых и средних городов ситуация несколько иная. Следует отметить, что по классификации КНР средними городами являются города с населением от 0,5 до 1 млн жителей, а малыми – менее 0,5. В текущей практике Китая выделяются следующие системные проблемы транспортного планирования и организации дорожного движения для малых и средних городов: отсутствие прогнозного моделирования и адаптивной гибкости; недостаточная межмодальная координация и региональные диспропорции; ведомственная раздробленность и низкая эффективность межведомственного взаимодействия; ограниченный потенциал систем сбора и аналитики больших данных; уязвимость кризисного управления транспортными потоками; отсутствие резервирования в инфраструктурном проектировании.

Во второй главе «Анализ модели транспортного планирования в малых и средних городах Китая» обобщены и проанализированы существующие и основные транспортные проблемы в малых и средних китайских городах, где проблемы организации движения имеют свою специфику. Хотя часть вызовов аналогична проблемам мегаполисов (таких как перегруженность улично-дорожной сети и дефицит парковочных мест), многие трудности носят уникальный характер. К ним относятся слабое развитие общественного транспорта, отсутствие мультимодальных решений, несовершенство систем управления движением и нерациональная структура транспортных режимов. Рост автомобилизации привёл к серьёзному дисбалансу между пропускной способностью дорог и транспортной нагрузкой. Перспективным направлением решения этих проблем представляется транспортное планирование, однако в малых городах этот процесс пока находится на начальной стадии.

Рассмотрены свойства различных моделей, используемых в транспортном планировании. Практически для всех подходов базовой является классическая четырехшаговая модель определения транспортного спроса на заданной территории. Ограничения модели включают необходимость в точных

демографических, землепользовательских и социально-экономических данных, а также в точных определениях транспортных средств, барьеров для поездок и параметров модели. В частности, учитываются спрос на поездки, но не деятельность, оценка числа поездок на жителя, пространственно-временное и демографическое усреднение, отсутствие возможности учитывать индуцированные поездки, вызванные изменением транспортной инфраструктуры и поведением пользователей.

Основной предпосылкой для развития моделей транспортного планирования является то, что расчетные данные можно получить в статике как дискретный результат для разных периодов времени с достаточно большим шагом, однако невозможно представить ситуацию в динамике, при изменении условий и характеристик городской территории.

В качестве вывода из анализа требований следует, что основным направлением можно считать движение к моделям, которые описывают взаимное влияние развития транспортного и территориального развития, выходя за рамки допущений, когда факторы, характеризующие территорию, выступают в качестве внешних. Для поддержки таких свойств совокупность моделей должна включать модели транспортного планирования, территориального развития, организации перевозок и дорожного движения.

В связи с этими недостатками соискателем был выполнен анализ подходов к моделям транспортного планирования и была разработана следующая классификация (рис.2). Рассмотрены следующие типы моделей:

- **тиpичные четырехшаговые** модели транспортного планирования;
- **макроскопические модели** транспортного планирования – состоят из совокупности транспортных макромоделей, моделей территориального планирования и имеют контур обратной связи между использованием территорий и показателями развития транспортной инфраструктуры. Эти модели по природе являются статическими и не обеспечивают моделирование с высоким уровнем детализации;
- **микроскопические модели** транспортного планирования – состоят из совокупности мультиагентских моделей микроуровня, моделей территориального планирования, также могут включать модели организации дорожного движения и перевозок. Агентские модели позволяют осуществлять расчеты с определенными персонифицированными данными и это обеспечивает высокий уровень детализации. Микроподход также придает моделям динамические свойства и возможность прогнозирования;
- **геоинформационные модели** на основе больших данных – использование больших данных для оценки мобильности, структуры передвижений, центров активности на данной территории в совокупности с данными по транспортной инфраструктуре и социально-экономическому развитию. Эти модели не образуют в явном виде цикл обратной связи между использованием территорий и транспортом. Преимуществами являются оперативность получения данных и их объем. Это направление геомоделирования является достаточно перспективным. Недостатки заключаются в том, что этот подход основан на эвристических допущениях и

имеет слабое теоретическое обоснование. Для получения корректных результатов необходимо использовать методы фильтрации данных, выявления ошибок, пополнения пропущенных данных и все это в большой степени зависит от опыта специалистов.

Уровень принятия решений

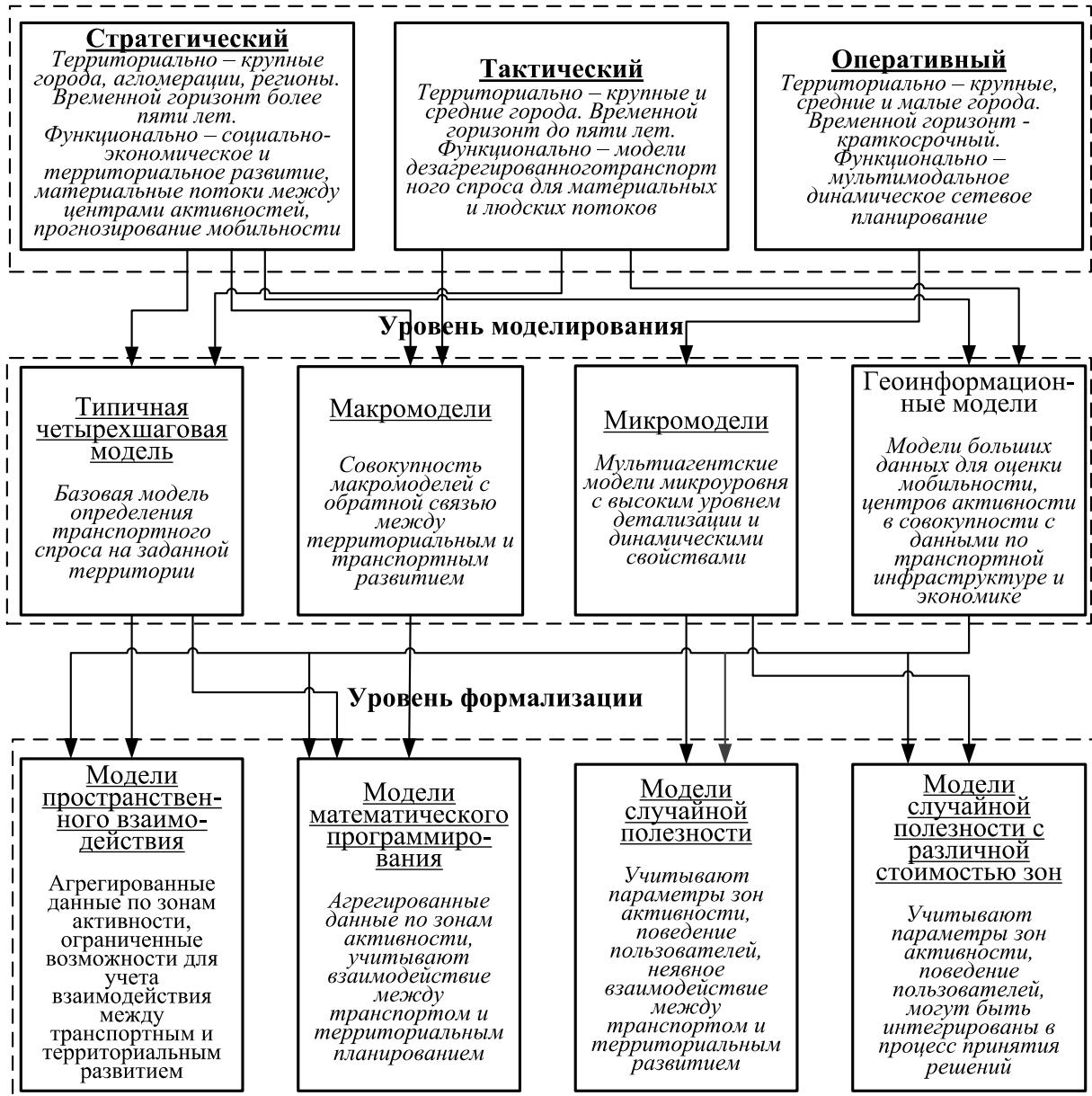


Рис. 2 – классификация моделей транспортного планирования

Автором были рассмотрены и обобщены недостатки моделей пространственного взаимодействия, моделей математического программирования и моделей случайной полезности. При формализации были применены модели случайной полезности, которые объясняют связь между местоположением объекта притяжения и транспортным поведением населения с допущением случайного выбора. Важными аспектами при этом являются выбор

функции полезности и вероятности выбора. Функция полезности имеет следующий вид:

$$U_{ij} = \sum_{r=1}^R \beta_{jr} X_{ir} + \sum_{s=1}^S \gamma_{is} W_{js} + \varepsilon_{ij} = Z_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$$Z_{ij} = \sum_{r=1}^R \beta_{jr} X_{ir} + \sum_{s=1}^S \gamma_{is} W_{js} \quad (2)$$

где U_{ij} – функция полезности;

j - вариант выбора из M вариантов ($j = 1, 2, \dots, M$);

X_{ir} - характеристики i -го пользователя с r атрибутами ($r = 1, 2, \dots, R$);

W_{js} – ценность j -го атрибута ($s = 1, 2, \dots, S$);

β, γ – коэффициенты;

ε - случайная составляющая функции полезности.

Вероятность выбора описывается уравнением:

$$P(Y_i = m) = \frac{\exp(Z_{im})}{1 + \sum_{j=1}^M \exp(Z_{ij})} \quad (3)$$

В третьей главе «Исследование организации дорожного движения и транспортного планирования в городе Цзясян» на примере планирования дорожного движения в городе Цзясян представлена схема дорожной сети и распределение функциональных зон в городе Цзясян. Население Цзясяна составляет 916 800 человек. Торговые районы расположены в центре и в западной части города, жилые районы расположены в основном в центре, на западе и на севере города, промышленные зоны расположены в основном вокруг городских районов, преимущественно на востоке и юго-западе.

Для сбора экспериментальных данных соискатель в течение года работал в Городском управлении дорожной полиции г. Цзясян. При исследовании был применён комплексный подход с использованием следующих источников информации:

- аэросъёмка дорог беспилотным летательным аппаратом с обработкой данных при помощи специального программного обеспечения для получения параметров транспортных потоков – интенсивности, плотности, скорости, распределения автомобилей по направлениям в зоне пересечения;

- использование данных видеодетекторов с регистрацией параметров транспортных потоков в сечении дороги;

- получение данных через систему спутникового позиционирования BeiDou с такси и автобусов;

- дополнительные данные, полученные лично соискателем.

На основе собранных данных было получено распределение зон активностей, распределение транспортных потоков и первичные данные для определения зависимостей между параметрами транспортных потоков (рис. 3, 4, 5).

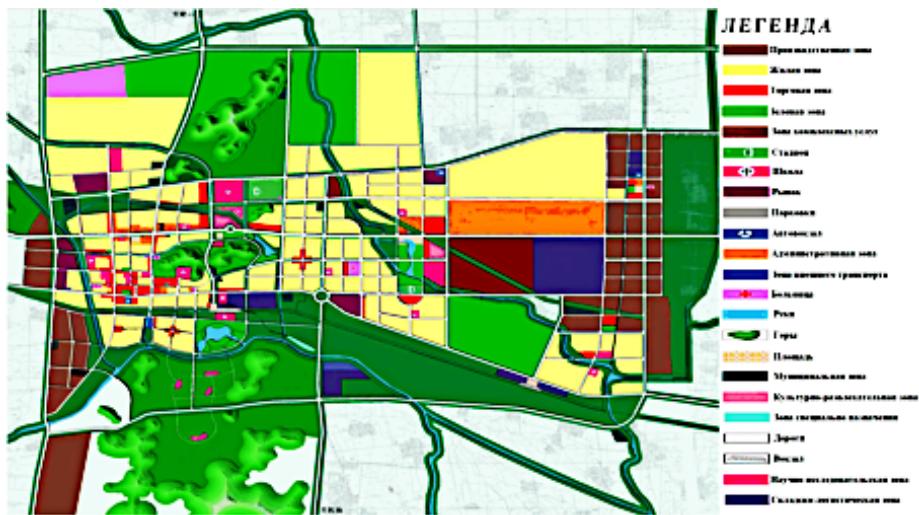


Рис. 3 – Зоны активностей в г. Чзясян

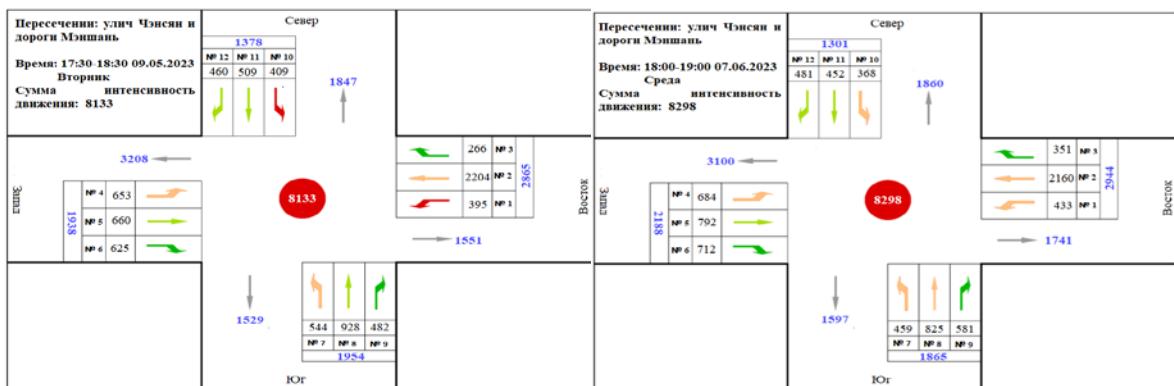


Рис. 4- Схема организации дорожного движения и распределение транспортной нагрузки на пересечениях



Рис. 5 – Распределение передвижений по видам

Полученные данные по распределению поездок показывают, что основным средством мобильности является автомобиль, 56% поездок выполняются на автомобилях (рис. 4). К видам общественного транспорта относятся маршрутные автобусы, такси и байкшеринг. В Цзясяне имеется 58 автобусных маршрутов на которых осуществляют перевозки 1280 автобусов. Маршрутная сеть включает 1078 остановочных пунктов. В городе также работают 3 000 такси и 40 000 единиц байкшеринга. Такое распределение поездок является типичным для малых и средних городов Китая и основным недостатком является недостаточная доля перевозок общественным транспортом.

В диссертационной работе рассмотрены функции системы «Центр управления ИТС» (известной в Китае как «городской транспортный мозг») и ее применение в городе Цзясян, а также оценка ее эффективности в улучшении управления дорожным движением и уменьшении заторов, а также оценивается вклад транспортного планирования, управления дорожным движением и снижение заторов.

В четвертой главе «Совершенствование организации дорожного движения на основе транспортного планирования» приведены результаты изменения в организации дорожного движения, новые предложения по оценке условий движения и структура системы поддержки принятия решений по организации дорожного движения.

Одним из важных направлений организации дорожного движения в малых и средних городах КНР является недостаточное внимание к оценке условий движения, поэтому в работе получены новые методы оценки условий движения. Первый метод заключается в формировании индексов условий движения. В результате обработки экспериментальных данных и применения моделей теории транспортных потоков получена следующая модель для оценки условий дорожного движения по индексу обслуживания:

$$C_{LOS} = \exp \left(6 - 0,0485v + 0,000853 \left(\frac{l}{v} - \frac{l}{v_f} \right) - 0,01k - 0,0002q \right), \quad (4)$$

где C_{LOS} – индекс обслуживания;

v – скорость, км/ч;

k – плотность, авт/км на полосу;

q – интенсивность, авт/ч на полосу;

l – средняя длина поездки, км;

v_f – скорость свободного движения, км/ч.

При переходе к нормированным значениям параметров транспортного потока для удобства использования имеем следующий вид:

$$C_{LOS} = \exp(4,74762 - 2,32089c + 0,00514dt - 0,21352\rho + 0,00745z), \quad (5)$$

где c – коэффициент скорости равный v/v_f ;

ρ – коэффициент насыщения равный k/k_j ;

z – коэффициент загрузки равный q/q_{max} ;

dt – коэффициент задержки;
 k_j – максимальная плотность;
 q_{max} – пропускная способность.

Матрица зависимостей между параметрами модели приведена на рис. 6.

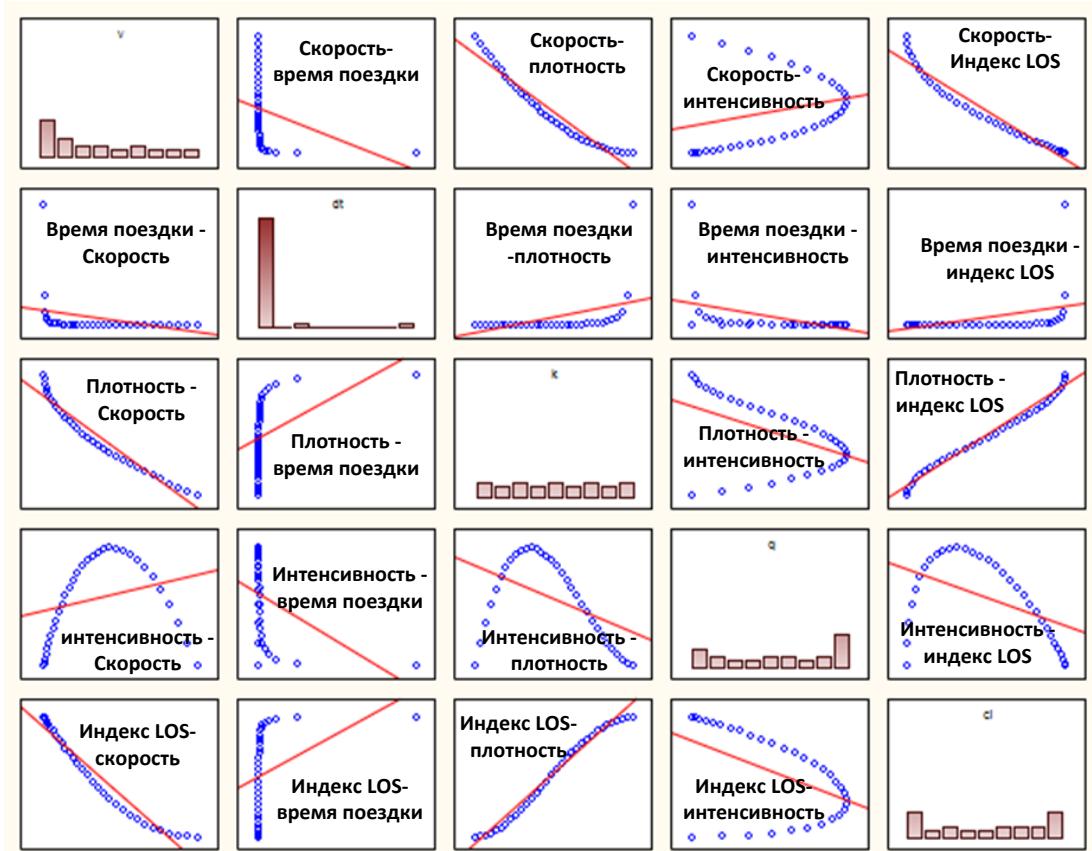


Рис. 6 - Матрица зависимостей между параметрами модели

Использование средней длины поездки позволяет учесть два фактора, влияющие на условия движения. С одной стороны включение средней длины поездки позволяет применять эту модель на сетевом уровне, с другой выражение $(l/v - l/v_f)$ отображает задержку в движении – увеличение времени поездки в фактических условиях по отношению к поездке в свободных условиях.

Использовать эту модель для оценки условий движения можно использовать в двух вариантах:

- первый вариант применяется при оценке реальных ситуаций по фактическим данным об интенсивности, плотности, скорости, длине поездки;
- второй вариант применяется при анализе возможных ситуаций по теоретическим значениям параметров, входящих в модель (4, 5). Для этого варианта можно использовать как данные микромоделирования, так и результаты, полученные по макромоделям следующего типа:

$$v = v_f \left[1 - \left(\frac{k}{k_j} \right)^m \right]^n, \quad (6)$$

где m и n – параметры модели.

Полученная по индексам уровня обслуживания классификация условий движения приведена в таблице 1.

Табл. 1- характеристика состояния потока в соответствии со значениями C_{LOS}

Значение уровня обслуживания C_{LOS}	Скорость, км/ч	Интенсивность, авт/ч на полосу	Плотность, авт/км	Задержка, час/км
Менее 20	Более 50	Не более 1200	Менее 25	Менее 0,06
20-40	50-30	1200-1800	25-55	0,06-0,21
40-60	30-17	1800-1400	55-80	0,21-0,47
60-80	17-10	1400-700	80-110	0,47-1,45
Более 80	Менее 10	Менее 700	Более 110	Более 1,45

Также рекомендовано улучшение применяемого в г. Цзясан метода оценки условий движения с разделением состояния транспортного потока на четыре группы (I-IV) на более детальную классификацию из шести состояний с корректировкой значений параметров транспортных потоков. Результаты классификации по уровням обслуживания приведены в табл. 2 и рис. 6.

Табл. 2- Разработанные в диссертации разделения уровня обслуживания

Уровень обслуживания	A	B	C	D	E	F
Коэффициент загрузки, ζ	$\leq 0,25$	$0,25 \sim 0,5$	$0,5 \sim 0,7$	$0,7 \sim 0,85$	$0,85 \sim 0,95$	$\geq 0,95$

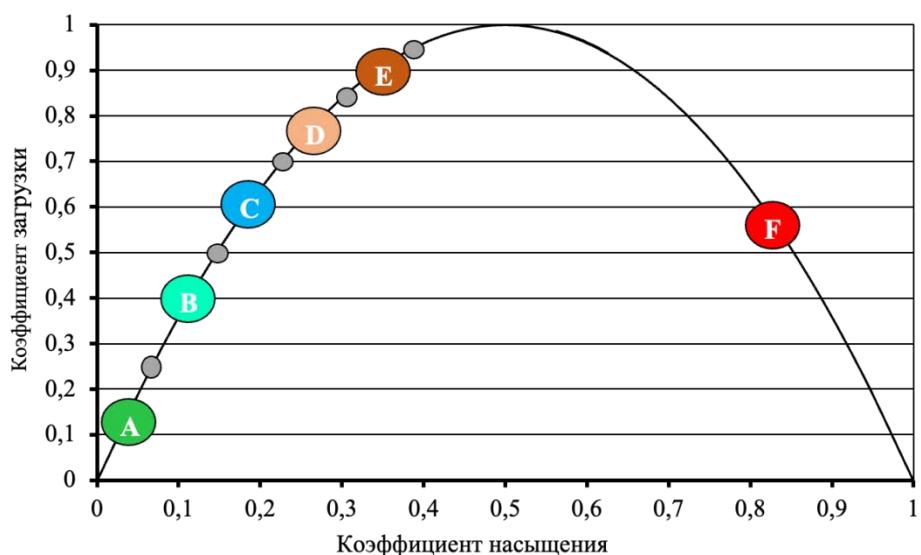


Рис. 6 - Графическое отображение разработанных уровней обслуживания

На основе транспортного планирования, оценки условий движения и выявления узких мест разработаны мероприятия по организации дорожного движения, включающие как оперативные, так и долгосрочные мероприятия. В частности, во время работы соискателя в Городском управлении дорожной полиции г. Цзясян разработаны и внедрены схемы организации дорожного движения на ключевых пересечениях, обеспечившие повышение пропускной способности и улучшение условий движения (рис. 7, 8).

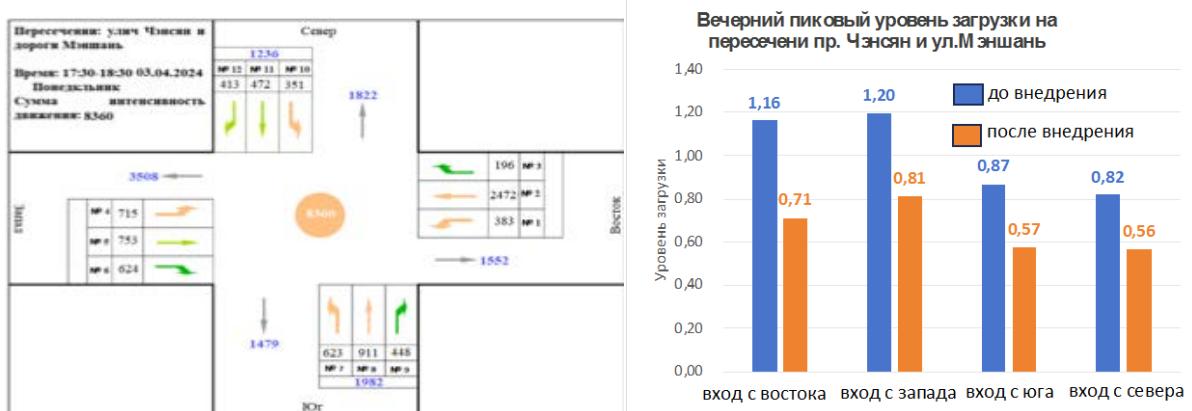


Рис. 7 – пример одного из результатов внедрения исследований



Рис. 8 – результаты совершенствования организации дорожного движения на одном из наиболее сложных пересечений

Приоритетным направлением в транспортном планировании и организации дорожного движения в Китае является интеграция этих направлений деятельности с Интеллектуальными транспортными системами. Для средних и малых городов это во многом это особенно актуально. Прежде всего ИТС облегчает сбор информации для транспортного планирования и

организации дорожного движения. Приложения ИТС должны быть в составе транспортных проектов и систем поддержки принятия решений. Может быть использована следующая структура системы поддержки принятия решений, включающая приложения ИТС (рис. 9).

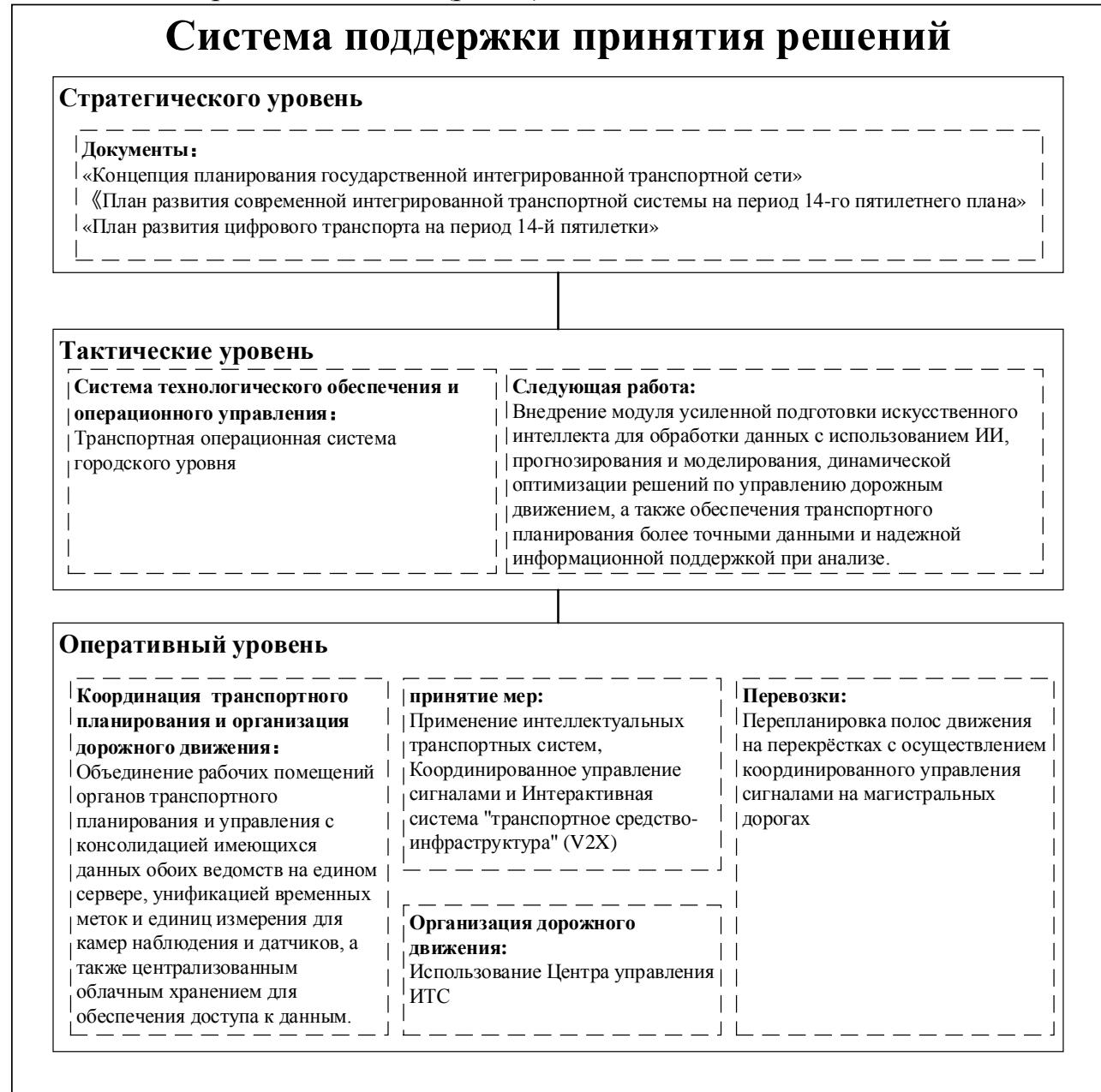


Рис. 9- Схема структуры системы с поддержки принятия решения

Предложенная структура может использоваться при интеграции транспортного планирования, организации дорожного движения и интеллектуальных транспортных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты диссертационной работы предоставляют новые теоретические и методические решения актуальной проблемы развития транспортных систем на основе интеграции транспортного планирования и организации дорожного движения включая модели транспортного планирования

и оценки условий дорожного движения, использования ресурсов интеллектуальной транспортной системы в структуре системы поддержки принятия решений по транспортному планированию и организации дорожного движения.

2. Применение разработанной классификации моделей транспортного планирования с характеристикой по методам формализации, степени детализации описания транспортной системы, учету особенностей территориального развития, интеграции с задачами организации дорожного движения обеспечивает выбор рациональных моделей в соответствии с масштабами, функциональными требованиями и временными рамками горизонтов планирования.

3. Модель для прогнозирования и оценки условий движения, рекомендованная к применению в двух вариантах, как для физических значений параметров транспортных потоков, так и для нормированных параметров - коэффициента загрузки, коэффициента насыщения и коэффициента скорости также включает длину поездки и задержки, что позволяет использовать ее в городах на сетевом уровне. Исследования подтвердили область применения модели для городских условий при скорости свободного движения до 75 км/ч и длине поездки до 11 км.

4. Разработанная методика оценки условий дорожного движения с определением введенных автором уровней обслуживания на основе рассчитанных по модели значений C_{Los} расширяет возможности типовых оценок уровней обслуживания поскольку исключается влияние возможных несоответствий между значениями параметрами транспортных потоков и их нормированных значений.

5. Практическое использование результатов диссертационной работы в части предложений по структуре платформы системы поддержки принятия решений для управления дорожным движением и транспортного планирования, реализации мероприятий по организации дорожного движения при непосредственном участии автора обеспечили достаточно значимые результаты – снижение уровня загрузки в наиболее сложных узлах с 1-1,22 до 0,71-0,81 и скорости до 25%. Результаты диссертационной работы использованы в Бюро общественной безопасности Дорожной полиции г. Цзинин (КНР), Институте планирования и проектирования г. Цзинин, Шаньдунском научно-исследовательском институте дорожной техники Чжэнцю что подтверждено актами внедрения.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов для опубликования основных научных результатов диссертаций (ВАК)

1. Шэн, Ц. Исследование транспортного планирования и проектирования малых и средних городов на основе интеллектуальных транспортных систем / Ц. Шэн // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 1-2(84). – С. 58-64. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-1-2(84)-58-64.

2. Шэн, Ц. Некоторые проблемы организации дорожного движения в малых и средних городах Китая / Ц. Шэн // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 2-1(85). – С. 38-44. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-2-1(85)-38-44.

3. Шэн, Ц. Метод анализа базовых данных при планировании дорожного движения в Китае / Ц. Шэн // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 3-1(90). – С. 11-18. – DOI 10.33979/2073-7432-2025-3-1(90)-11-18.

Публикации в изданиях, включённых в международную базу цитирования Scopus / Wos

4. Sheng Jingxiang. Application achievements of intelligent transportation systems in small and medium-size cities in China // 6-th International Scientific and Practical Conference “Sustainable Development of Territories” (SDT-2024). Doi.org/10.1063/5.0262432

Публикации в прочих изданиях, индексируемых в РИНЦ

5. Шэн Цзинсян. Будущая интеллектуальная тенденция развития транспорта // Образование и наука в России и за рубежом – 2019. № 14(Vol.62). – С. 197–199.

6. Шэн Цзинсян. Проектирование оптимизации городских дорог на основе организации дорожного движения // Образование и наука в России и за рубежом – 2019. № 1 (Vol.77). – С. 141–147.

7. Шэн Цзинсян. Обзор 20-летнего развития интеллектуального управления и контроля городского движения в Китае // Образование и наука в России и за рубежом – 2021. № 11 (Vol.87). – С. 134–139.

8. Шэн Цзинсян. Проблемы 20-летнего развития интеллектуального управления городским движением // Образование и наука в России и за рубежом – 2021. № 12(Vol.88). – С. 49–54.

9. Шэн Цзинсян. Обзор 20-летнего развития интеллектуального управления и контроля городского движения в Китае // Наука и инновации – современные концепции (г. Москва, 28 декабря 2023 г.). Том 1 / Отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: издательство Инфинити, 2023. – С. 125–130.

Шэн Цзинсян

Методы транспортного планирования в малых и средних городах
Китайской Народной Республики

усл. печ. л. 1,0

Тираж 100

Формат 60 · 84/16

Отпечатано в Донском государственном технологическом университете

334003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.