

05.22.01
1251

Контрольный
экземпляр

На правах рукописи

Оле

ЛАРИН ОЛЕГ НИКОЛАЕВИЧ

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
РАЗВИТИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА АВТОТРАНСПОРТНЫХ
СИСТЕМ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Специальность 05.22.01 – «Транспортные и транспортно-технологические
системы страны, её регионов и городов,
организация производства на транспорте»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2008

Работа выполнена в Московском автомобильно-дорожном институте
(государственном техническом университете).

Научный консультант – заслуженный деятель науки РФ
доктор технических наук, профессор
Миротин Леонид Борисович.

Официальные оппоненты: заслуженный деятель науки и техники РФ
доктор технических наук, профессор
Резер Семен Моисеевич;

доктор технических наук, профессор
Николашин Владимир Михайлович;

доктор технических наук, профессор
Лукинский Валерий Сергеевич.

Ведущая организация – ОАО «Научно-исследовательский институт
автомобильного транспорта».

Защита состоится 12 марта 2009 года, в 10 часов, на заседании
диссертационного совета ДМ 212.126.06 ВАК РФ при Московском
автомобильно-дорожном институте (государственном техническом университете)
по адресу: 125319, г. Москва, Ленинградский пр., 64, аудитория 42.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
автомобильно-дорожного института (государственного технического
университета).

Автореферат разослан «_____» 2008 года.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной
печатью организации, просим направлять в адрес диссертационного совета.

Телефон для справок (499) 155-93-24

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ефименко Д.Б.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Автотранспортные системы регионов России выполняют большой объем работы по перевозке грузов и пассажиров. Они участвуют в процессе местного воспроизводства, обеспечивая доставку сырья и готовой продукции внутри региона и за его пределы, с участием элементов региональной автотранспортной системы обслуживаются транзитные международные и межрегиональные потоки грузов.

Правительство России ставит задачи увеличения объемов международных транзитных перевозок по России, которые, благодаря выгодному транспортно-географическому положению страны, способны обеспечить отправителям грузов экономию времени и денег, а для России дополнительные доходы от экспорта транспортных услуг. Принимая во внимание достаточно стабильное состояние отечественной экономической системы на фоне мирового экономического кризиса, транзит по России имеет хорошие перспективы роста.

Не менее актуальной для России является задача повышения эффективности межрегиональных транзитных сообщений. Принимая во внимание размеры территории страны, расположение ресурсных и перерабатывающих баз, характер хозяйственных связей и расселения населения, становится очевидным, что дальнейшее социально-экономическое развитие России в значительной мере будет зависеть от скорости и экономичности межрегиональных сообщений, выполняемых, в том числе по автотранспортным системам транзитных регионов. Повышение эффективности межрегиональных сообщений способно качественно изменить характер размещения и взаимодействия производительных сил, позволит создать новые экономические центры, расширить площадь территорий Российской Федерации, вовлеченных в активный экономический оборот, увеличить объем внутреннего рынка и расширить рынки сбыта отечественной продукции за пределами страны.

В связи с активным участием России в интеграционных процессах с зарубежными странами заметно возрастают объемы международных автомобильных перевозок грузов внешней торговли транзитом по автотранспортным системам приграничных регионов. Задача реализации внешнеэкономического потенциала страны обуславливает необходимость повышения эффективности внешнеэкономического транзита.

Развитие транзитного потенциала автотранспортных систем регионов имеет огромное социально-экономическое и geopolитическое значение. Однако современное состояние автотранспортных систем многих транзитных регионов страны не позволяет в полной мере обеспечить высокую эффективность транзитных перевозок. В то же время отечественными учеными не уделяется достаточного внимания вопросам развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов России. В этой связи представляется актуальным исследование факторов, определяющих потенциал

автотранспортных систем регионов страны по эффективному обслуживанию транзитных потоков, и разработка рекомендаций по его развитию.

Цель работы состоит в совершенствовании теоретико-методологических основ организации и функционирования автотранспортных систем регионов и разработке принципов их развития в условиях роста транзитных сообщений.

Задачи исследования:

1) разработка методических основ оценки транзитных провозных возможностей автотранспортных систем регионов;

2) исследование факторов, определяющих транзитную нагрузку на транспортные системы регионов и влияющих на эффективность обслуживания транзитных потоков;

3) разработка концептуальных основ развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов;

4) исследование теоретических аспектов типологии транспортных систем и обоснование таксономических принципов их систематики; построение интегрированной модели автотранспортной системы региона и ее функциональная характеристика;

5) разработка методологических основ структурного построения автотранспортных систем регионов и исследование системологических принципов их функционирования и развития;

6) разработка моделей и методов оптимизации региональных автотранспортных сетей, обеспечивающих высокую эффективность транзитных сообщений.

Объектом исследования являются автотранспортные системы регионов страны, а конкретным объектом наблюдения – автотранспортная система Челябинской области.

Предметом исследования являются теория и методология организации и функционирования автотранспортных систем регионов, методы оценки эффективности транзитных сообщений, модели и методы развития автотранспортных сетей.

Теоретико-методологические основы исследования. Диссертационное исследование выполнено на основе трудов ведущих отечественных и зарубежных учетных в области проектирования и развития транспортных систем, мультимодальных и интермодальных перевозок, моделирования транспортных потоков и оптимизации транспортных сетей. Теоретико-методологической основой исследования явились системный подход, системный анализ, технология терминалных перевозок, теория иерархических многоуровневых систем, транспортная логистика.

Информационная база исследования. Законодательные и нормативные правовые акты, Транспортная стратегия России, Федеральные и региональные целевые программы развития транспортных систем, материалы федеральных и региональных органов власти и управления, статистические данные

Челябинской таможни и Управлений государственного автодорожного надзора по Челябинской и Курганской областям и другие материалы.

Научная новизна диссертационной работы. В диссертации обосновано использование функционального подхода к организации автотранспортных систем регионов, что явилось предпосылкой получения следующих новых научных результатов:

1. Разработаны методические рекомендации по оценке транзитных провозных возможностей автотранспортной системы региона, обоснованы подходы и используемые характеристики, предложены аналитические выражения для оценки транзитного потенциала, исследованы факторы, определяющие уровень транзитной нагрузки и влияющие на эффективность транзитных сообщений.

2. Сформулирована концепция развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов, определены стратегические цели обслуживания транзитных сообщений, приоритеты развития объектов транспортно-технологической инфраструктуры, принципы реконфигурации и оптимизации параметров автодорожной сети, размещения транспортных узлов в региональных автотранспортных системах, обеспечивающие высокую эффективность транзитных сообщений и повышающие степень использования транзитных провозных возможностей автотранспортной системы.

3. Разработаны теоретические положения типовой модели интегрированной автотранспортной системы, которая включает иерархию функциональных таксонов, обоснование и характеристику интеграционной и транзитной функций, исследованы особенности функционирования автотранспортной системы региона, выявлено образование межсистемных связей при обслуживании транзитных сообщений.

4. Исследованы методологические принципы структурного построения автотранспортных систем регионов, разработана стратифицированная модель структуры компонентов, которая позволяет отобразить сложный и неоднородный по своей природе состав частей автотранспортной системы и особенности их взаимодействия, объяснить механизмы образования системных эффектов, и обосновать распределение полномочий по развитию автотранспортной системы региона.

5. На основе исследования системных закономерностей функционирования и развития автотранспортных систем разработано теоретическое обоснование механизмов взаимодействия и межсистемной интеграции в многоуровневых транспортных системах и разработаны методологические принципы их согласованного функционирования.

6. Теоретически обоснована модель фазовых состояний транспортных потоков, исследован механизм фазовых переходов в состояниях транспортных потоков, определены основные индикаторы агрегатных состояний и обоснован диапазон из возможных изменений, разработаны рекомендации по

использованию модели фазовых состояний для целей развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов.

7. Разработаны методы размещения сетевых узлов в автотранспортных системах регионов, обеспечивающие интеграцию внутрирегиональных и транзитных грузопотоков, разработана модель оптимизации параметров обходных путей населенных пунктов, используемых для движения транзитного транспорта.

Практическая значимость. Результаты исследования имеют прикладной характер и могут быть использованы федеральными и региональными органами власти и управления при разработке комплексных программ развития автотранспортных систем страны и регионов. Разработанные в диссертации подходы, модели и методы ориентированы на практическое применение и расширяют возможности по оценке результатов функционирования автотранспортной сети региона и обоснованию проектов ее реконструкции и развития в целях повышения эффективности транзитных сообщений. Внедрение результатов исследования позволяет более рационально решать задачи комплексного развития автотранспортной системы региона за счет повышения качества результатов анализа транзитообразующих факторов и обоснованности оценок потребностей в перспективных транзитных провозных возможностях, конкретизации требований к состоянию объектов транспортно-логистической инфраструктуры регионов и формирования сбалансированных программ по их развитию.

Реализация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования применяются на практике Федеральным государственным учреждением «Управление федеральных автомобильных дорог «Южный Урал» при оценке эффективности функционирования сети федеральных автомобильных дорог, проходящих по территории Челябинской области, и при обосновании проектов их реконструкции и развития.

Разработанные в диссертации теоретико-методологические принципы развития транзитного потенциала автотранспортной системы региона используются Министерством экономического развития Челябинской области в программах модернизации транспортно-логистической инфраструктуры Челябинской области, направленных на реализацию транспортно-географических преимуществ региона. Модели и методы развития транзитных ресурсов региона применяются при обосновании проектных мероприятий по реконструкции и строительству объектов автотранспортной сети Челябинской области и обеспечивают достижение положительного социального эффекта в виде улучшения транспортной инфраструктуры региона и развития транзитного потенциала его автотранспортной системы. Содержащиеся в диссертационном исследовании конкретные рекомендации по развитию сети автомобильных дорог регионального значения и формированию сети логистических комплексов на территории региона учтены в Стратегии социально-экономического развития Челябинской области до 2020 года.

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе в Московском автомобильно-дорожном институте (государственном техническом университете) и Южно-Уральском государственном университете.

Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы по проблемам организации и функционирования транспортных систем по заданию Федерального агентства по образованию РФ (рег. номер 01.20.0 803054).

Квалификация работы. Диссертационное исследование квалифицируется как теоретическое обобщение, направленное на решение крупной научной проблемы повышения эффективности транзитных сообщений по автотранспортным системам регионов, имеющей важное хозяйственное значение для развития автомобильного транспорта страны и повышения конкурентоспособности отечественной транспортной системы.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Методические рекомендации по оценке транзитных провозных возможностей автотранспортных систем регионов.

2. Концептуальные основы развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов.

3. Интегрированная модель автотранспортной системы региона, ее функциональная характеристика.

4. Методология структурного построения автотранспортных систем регионов, разработанная на основе теории многоуровневых иерархических систем.

5. Механизмы межсистемной интеграции в многоуровневых транспортных системах, методологические принципы их согласованного функционирования.

6. Модель фазовых состояний транспортных потоков и рекомендации по ее использованию для целей развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов.

7. Методы размещения сетевых узлов в автотранспортных системах регионов, модель оптимизации параметров обходных путей населенных пунктов.

Апробация работы. Основные теоретико-концептуальные положения, рекомендации и результаты исследования доложены и одобрены на международных, региональных и отраслевых конференциях в Челябинске (2002–2008 гг.), Тюмени (2005–2008 гг.), Москве (2002, 2004, 2007 гг.), Екатеринбурге (2007–2008 г.), Самаре (2008 г.), Перми (2008 г.), Санкт-Петербурге (2008 г.), Ереване (2008 г.).

Публикации. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 26 работах, в том числе – 1 монография. В рекомендованных ВАК РФ изданиях опубликовано 10 работ. В опубликованных работах автору принадлежат основные идеи, теоретический и экспериментальный материал, выводы.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной текст размещен на 429 страницах, включает 45 таблиц, 88 рисунков. Список литературы включает 218 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В ведении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, а также приведены основные научные результаты диссертационной работы.

В первой главе разрабатываются концептуальные основы развития транзитного потенциала автотранспортной системы региона. Исследуется содержательная характеристика транзитного потенциала автотранспортных систем как научной категории. В основе дефинитивной конструкции транзитного потенциала автотранспортной системы лежит потенциальная составляющая. Для характеристики потенциальных возможностей автотранспортных систем использованы прагматический и системный подходы. Транзитная составляющая характеризуется через технологический и территориальный аспекты. В табл. 1 сведены основные характеристики и подходы к оценкам транзитного потенциала автотранспортных систем.

Таблица 1
Содержание транзитного потенциала автотранспортных систем

Оценка потенциальной составляющей			Характеристика транзитной составляющей	
Области оценок	Подходы к оценкам		Технологический аспект	Территориальный аспект
	Прагматический	Системный		
Используемые ресурсы	Инструментально-аналитические характеристики	Характеристики внутренней среды	Отсутствие перегрузочных операций в промежуточных пунктах	Пункты отправления и назначения находятся за территориальными границами транспортной системы
Результаты и цели деятельности	Экономические характеристики	Характеристики внешнего окружения		

Транзитный потенциал автотранспортной системы является важнейшей характеристикой ее состояния, отражающей соответствие уровня развития автотранспортной системы текущим и перспективным потребностям в транзитных сообщениях, осуществляемых между отправителями и получателями груза, расположенными за границами транзитной территории. Достигнутый уровень реализации транзитных возможностей автотранспортной системы оценивается показателями выполнения транзитных перевозок, а цели

развития транзитного потенциала разрабатываются на основе критериев эффективности обслуживания транзитного потока. Для оценки эффективности транзитных сообщений по автотранспортным системам регионов использован затратный критерий. Показатель транзитных провозных возможностей автотранспортных систем оценивает степень использования грузовых характеристик подвижного состава при существующем уровне транспортно-эксплуатационных показателей (скорости движения, времени выполнения погрузочно-разгрузочных работ, использовании пробега и др.).

Основной причиной неполного использования транзитных провозных возможностей автотранспортных систем является неравномерность транзитного грузопотока по направлениям перевозок, что, как следствие, приводит к ценовой дискриминации в отношении клиентов в зависимости от направления грузовых перевозок. Уровень потенциальной недозагрузки подвижного состава, следующего по направлению с наименьшим объемом транзитного грузопотока, оценивается коэффициентом неравномерности грузопотока по направлениям η_i для i -го региона ($i \in I$), который рассчитывается через отношение разности между объемом грузопотока Q_{ii} в направлении «вывоз» и объемом грузопотока \bar{Q}_{ii} в обратном направлении, ввозимого в i -й регион назначения по направлению «ввоз», к максимальному объему грузопотока по одному из этих направлений:

$$\eta_i = \frac{\Delta Q_{ii}}{\arg \max(Q_{ii}, \bar{Q}_{ii})} = \frac{Q_{ii} - \bar{Q}_{ii}}{\arg \max(Q_{ii}, \bar{Q}_{ii})}.$$

Для совокупных объемов транзитного грузопотока между множеством i -х регионов ($i \in I$) по направлениям «вывоза» Q_i и «ввоза» \bar{Q}_i рассчитывается коэффициент неравномерности транзитного грузопотока по направлениям:

$$\eta_i = \frac{\Delta Q_i}{\arg \max(Q_i, \bar{Q}_i)} = \frac{Q_i - \bar{Q}_i}{\arg \max(Q_i, \bar{Q}_i)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n Q_{ii} - \sum_{i=1}^n \bar{Q}_{ii} \right)}{\arg \max\left(\sum_{i=1}^n Q_{ii}, \sum_{i=1}^n \bar{Q}_{ii} \right)},$$

где $i = 1, \dots, n$ – количество регионов отправления (назначения).

Фактический уровень использования транзитного потенциала автотранспортной системы $W_{t\phi}$ (т/сут.) оценивается по формуле:

$$W_{t\phi} = \frac{N'_t q_{tcp} \delta_t - \frac{N'_t q_{tcp} \delta_t}{2} \eta_t}{l_t} v T_t, \quad (1)$$

где N'_t – максимальная часовая интенсивность движения транзитного транспорта, авт./ч; q_{tcp} – средний объем загрузки единицы подвижного состава, т/авт.; l_t – протяженность транзитного пути по региону, км; δ_t – показатель доли груженого транспорта в составе транзитного потока; v – средняя скорость

движения транзитного транспорта, км/ч; T_t – продолжительность движения транзитного транспорта в течение суток по автодорожной сети региона, ч.

Развитие транзитного потенциала автотранспортной системы предполагает ликвидацию «разрыва эффективности» ее функционирования за счет увеличения средней скорости и ликвидации непроизводительных пробегов транзитного транспорта. Потенциальный уровень развития транзитных провозных возможностей автотранспортной системы W_{tp} определяется по формуле:

$$W_{tp} = \frac{N_t q_{tcp} - \frac{N_t q_{tcp}}{2} \eta_t}{l_t} v_t T_t, \quad (2)$$

где v_t – скорость движения транзитного потока в условиях, когда отсутствует загрузка федеральных дорог внутрирегиональными сообщениями.

Абсолютный (максимальный, предельно возможный) уровень развития транзитного потенциала автотранспортной системы W_{ta} определяется по формуле:

$$W_{ta} = \frac{N_t q_{tcp} v_t T_t}{l_t}. \quad (3)$$

Региональные автотранспортные системы обслуживают четыре вида транспортных сообщений: ввоз (начинаются за пределами региона, в нем заканчиваются), вывоз (начинаются в регионе, заканчиваются за его пределами), местные (начинаются и заканчиваются внутри региона) и транзит (начинаются и заканчиваются за пределами региона). Сообщения ввоза, вывоза и местные обусловлены потребностями населения и отраслей экономики региона и рассматриваются как региональные сообщения. Сообщения ввоза и вывоза являются внешними сообщениями, местные являются внутрирегиональными сообщениями. Транзитные сообщения разделены три вида: международный транзит, межрегиональный транзит, внешнеторговый (внешнеэкономический) транзит. Межрегиональный и внешнеторговый транзит является внутренним транзитом.

Распределение транзитных сообщений по автотранспортным сетям происходит с учетом возможных способов осуществления сообщений (наличие связующих путей) и критериев их оценки (расстояние, скорость движения, ограничения на движение и др.). В первом случае речь идет о модальном выборе, во втором – о критериальном выборе. Проведенные исследования выявили неравномерное распределение транзитной нагрузки как по отдельным регионам, так и по автотранспортной сети регионов. Наибольшая концентрация транзитных потоков отмечается на магистральных дорогах, связывающих промышленные центры страны и обеспечивающих выходы к пограничным переходам по направлениям международных торговых связей.

Рост транзитных международных потоков напрямую связан с развитием мировой экономики по глобальной модели. В настоящее время темпы роста

международной торговли в физическом выражении превосходят темпы роста международного производства. Поэтому товарообмен между отдельными странами и континентами стремительно возрастает. Геополитическая и геоэкономическая сущность международного транзита заключается в том, чтобы сопредельные государства не препятствовали прохождению товаров по их территории. Российская Федерация заинтересована в увеличении международного транзитного потока по национальной транспортной системе. Реализация инновационно-активного сценария социально-экономического развития страны предполагает постепенный переход отечественной экономики от экспорта сырья к экспорту готовой продукции и услуг. При этом экспорт транспортных услуг рассматривается в качестве самостоятельной точки роста национальной экономики.

Сложившаяся система специализации отечественных промышленных объектов на добывающие, перерабатывающие и производственные, и их привязка к местам расположения используемых ресурсов (сырьевых, энергетических, интеллектуальных и пр.), обуславливают территориальную удаленность этих объектов друг от друга и необходимость осуществления транспортных сообщений между ними. Анализ распределения транспортных сообщений по экономическим районам страны показывает, что примерно третья часть объемов перевозок осуществляется без образования транзита; объем межрегиональной транзитной нагрузки на транспортные системы регионов составляет в среднем не менее 40% от общего объема перевозок, выполняемых по транспортной системе региона; транзитная нагрузка концентрируется на транспортных сетях регионов, связывающих промышленные центры.

Наибольший объем внешнеэкономической транзитной нагрузки приходится на приграничные регионы страны, через которые проходят магистральные пути федерального значения, используемые для межрегиональных и международных сообщений. С учетом геоэкономического положения России образуется пять основных направлений международных автомобильных перевозок: Северо-Западное, проходит через границы с Норвегией и Финляндией; Западное – через границы с Белоруссией, Латвией, Литвой, Польшей, Украиной, Эстонией; Юго-Западное – через границы с Азербайджаном и Грузией; Южное – через российско-казахстанскую границу; Юго-Восточное – через пропускные пункты на границах с Китаем и Монгoliей. Южное направление в последнее время приобретает важное стратегическое значение для национальных интересов России, так как через российско-казахстанскую границу осуществляются международные автоперевозки не только собственно с Казахстаном, но и со странами Центральной Азии и Китаем, а также перевозки транзитных грузов между этими странами и странами европейского континента. В последние годы отмечается существенный рост внешнеэкономических перевозок через автомобильные пункты пропуска на Российской-казахстанской границе, что

обусловлено высокими темпами роста внешней торговли России с азиатскими странами.

Особенности загрузки автотранспортной системы Челябинской области транзитными потоками обусловлены радиальной конфигурацией четырех автомобильных дорог федерального значения, каждая из которых обслуживает конкретное геоэкономическое направление с различной мощностью транзитных сообщений. Основную транзитную нагрузку на автотранспортную систему Челябинской области создают межрегиональные грузопотоки широтного направления (табл. 2).

Таблица 2
Распределение транзитных сообщений по направлениям сети
федеральных автодорог, %

Наименование автомобильных дорог	M-5 «Урал»	«Подъезд автодороги М-5 к г. Екатеринбургу»	M-51 «Байкал»	M-36 «Челябинск – Троицк»
М-5 «Урал»	—	65	23	12
«Подъезд автодороги М-5 к г. Екатеринбургу»	67	—	12	21
M-51 «Байкал»	78	12	—	10
M-36 «Челябинск – Троицк»	56	35	9	—

Для всех видов транзитных сообщений, проходящих по Челябинской области, характерна высокая неравномерность грузопотока по направлениям. Через автомобильные пункты пропуска, расположенные в Челябинской и соседних областях, в международном транзитном сообщении из Европы в Азию перевозится в среднем в семь раз больше транзитных грузов, чем в обратном направлении. Из российских регионов также почти в семь раз больше вывозится экспортных грузов, чем поступает по импорту. В межрегиональном транзите аналогично преобладает восточное направление. Среднее значение коэффициента неравномерности грузопотока η , по всем транзитным сообщениям составляет 0,82. Соответственно свыше 80% транзитного грузового транспорта по наименее загруженному направлению следует в порожнем состоянии. Для повышения уровня использования транзитных провозных возможностей автотранспортных систем регионов необходимо создание транзитных узловых центров, обеспечивающих интеграцию транзитных грузопотоков с учетом их неравномерности по направлениям и регионам назначения.

Проведенные обследования вывили достаточно высокий уровень загрузки федеральных автодорог в границах Челябинской области внутрирегиональными сообщениями (табл. 3), что негативно отражается на условиях движения транзитного транспорта. Полученные данные показывают характерное снижение средней скорости движения на участках федеральных

автодорог с большим числом примыканий дорог местного и регионального значения.

Таблица 3
Распределение транспортных сообщений по видам в структуре потока
по федеральным автодорогам, %

Наименование автомобильных дорог	Транзитные сообщения	Внешние сообщения	Внутрирегиональные сообщения
М-5 «Урал»	55	20	25
«Подъезд автодороги М-5 к г. Екатеринбургу»	60	30	10
М-51 «Байкал»	70	10	20
М-36 «Челябинск – Троицк»	10	15	75

Загрузка федеральных автодорог внутрирегиональными сообщениями обусловлена особенностями конфигурации сети автодорог федерального, регионального и местного значения. Особенно интенсивно федеральные дороги используются для внутрирегиональных сообщений на подходах к крупным населенным пунктам. В структуре транспортного потока на подходах федеральных автодорог к г. Челябинску почти 80% приходится на внутрирегиональные сообщения, в том числе около 50% сообщений выполняется с пригородным сектором. На соответствующих участках федеральных дорог отмечается характерное изменение интенсивности движения и состава потока. На фоне монотонного снижения интенсивности движения и аналогичного уменьшения доли легковых автомобилей в составе транспортного потока по мере удаленности от региональной столицы отмечается возрастание средней скорости движения. Данная динамика объясняется характером сообщений на подходах к городским агломерациям. Крупные населенные пункты являются центрами «поля активных сообщений», в котором реализуются регулярные (ежедневные) социально-экономические связи населения и предприятий отраслей экономики. Основным признаком «активности» является возвратность сообщений, под которой в данном аспекте понимается возможность осуществления транспортных сообщений в оба конца пути с продолжительностью выполнения не более чем в течение рабочего времени суток. Для «активных» сообщений с учетом ограничения временного фактора в основном используются легковые автомобили. По эмпирическим данным динамики состава потока и интенсивности движения с учетом расположения объектов транспортных связей вокруг г. Челябинска определены границы «поля активных сообщений» по всем направлениям федеральных дорог.

Результаты исследования динамики скорости потока в «поле активных сообщений» имеют большое практическое значение и могут быть использованы для определения параметров обходных дорог населенных

пунктов. Чтобы исключить потери времени при движении с низкой скоростью в «поле активных сообщений» обходная дорога должна соединять федеральные дороги за границами этого поля. Однако при увеличении радиуса обходного пути возрастает протяженность обхода, на преодоление которого, возможно, потребуется больше времени, чем потенциальные потери времени, связанные с движением в границах «поля активных сообщений».

Для обоснования уровня развития транзитных провозных возможностей автотранспортной системы Челябинской области выполнен прогноз всех видов сообщений на период до 2025 г. Для прогноза внутрирегиональных сообщений использовалась гравитационная модель, учитывающая влияние численности жителей населенных пунктов региона, уровня их автомобилизации, расстояние и условия движения между ними. Для прогноза внутреннего транзита использовались трендовые модели, основанные на динамике ВВП и ВРП, объемов внешней торговли. Для прогноза международных транзитных перевозок использовалась логистическая функция с S-образной (сигмовидной) формой графика. Эта кривая имеет две точки перегиба и характеризуется переходом от ускоряющегося роста к равномерному (вогнутость) и от равномерного роста к замедляющемуся (выпуклость). В табл. 4 приведены результаты расчетов фактического W_{tf} , возможного W_p и абсолютного (максимального) W_{ta} транзитного потенциала автотранспортной системы Челябинской области по формулам (1), (2) и (3) соответственно и прогноза потребностей в транзитных ресурсах.

Таблица 4
Оценка и прогноз транзитного потенциала
автотранспортной системы Челябинской области

Направление транзитного сообщения (маршрут)	2007 г. (оценка)		2025 г. (прогноз)	
	W_{tf} , т/сут.	W_p , т/сут.	W_{ta} , т/сут.	W^o_{tf} , т/сут.
М-5 «Урал» – М-36	535	900	1 495	860
М-5 «Урал» – М-51 «Байкал»	1 103	1 969	3 148	1 670
М-5 «Урал» – «Подъезд дороги М-5 к Екатеринбургу»	1 241	2 297	3 660	1 925
М-36 – «Подъезд дороги М-5 к Екатеринбургу»	594	1 084	1 741	950
М-51 «Байкал» – «Подъезд дороги М-5 к Екатеринбургу»	2 021	3 941	6 286	3 100
М-36 – М-51 «Байкал»	947	1 642	2 594	1 470
Всего	6 441	11 833	18 924	9 975

Для всех транзитных направлений характерен невысокий уровень использования транзитных провозных возможностей автотранспортной системы Челябинской области (около 35% абсолютного уровня W_{ta} и около

55% потенциального уровня W_{tp}). Дефицит транзитных провозных возможностей к 2025 г. составит 3534 т/сут. В то же время у автотранспортной системы Челябинской области имеется необходимый потенциал для обслуживания существующих и перспективных объемов транзитных грузопотоков ($W_{tp} > W^o_{tp}$), однако фактический уровень его использования W_{tp} должен быть увеличен на величину $\Delta W_{tp} = W^o_{tp} - W_{tp}$.

В рамках федеральной целевой программы по развитию транспортной системы России предусматривается реконструкция федеральных автодорог М-5 «Урал», М-36 «Челябинск – Троицк» и «Подъезд автодороги М-5 «Урал» к г. Екатеринбургу» в первую техническую категорию. Выполненные расчеты показывают, что данные мероприятия способны увеличить транзитный потенциал региона на 589 т/сут. до 7030 т/сут., чего недостаточно для полного удовлетворения потребностей в транзитных провозных возможностях с учетом прогноза. Решение данной проблемы требует комплексного развития объектов автотранспортной системы региона.

Концептуальная модель развития транзитного потенциала автотранспортной системы региона ориентирована на снижение затрат на выполнение транзитных сообщений по транспортным системам регионов за счет увеличения средней скорости транзитных сообщений и повышения степени обратной загрузки транзитного автотранспорта. Для этой цели могут использоваться следующее основные средства: реконфигурация сетей региональных и местных автодорог, обеспечивающая концентрацию внутрирегиональных сообщений и снижение их нагрузки на федеральные дороги; организация обходов федеральными автодорогами населенных пунктов с учетом влияния внутрирегиональных сообщений на условия движения транзитного транспорта на подходах федеральных дорог к населенным пунктам; создание транспортных узлов, выполняющих функции по интеграции транзитных потоков с учетом их неравномерности по направлениям, и обеспечивающих высокую степень загрузки транзитного транспорта. Реконфигурация сети дорог предполагает обоснование рациональных мест соединения дорог регионального и местного значения между собой и с дорогами федерального значения с учетом взаимного расположения населенных пунктов региона и объемов внутрирегиональных и внешних сообщений.

Во второй главе исследуются теоретические вопросы типологии автотранспортных систем. Проанализированы известные типовые модели транспортных систем (модель транспортной системы как совокупности различных видов транспорта, модель транспортной системы как участника социально-экономической деятельности, класс многоуровневых моделей транспортной системы, включая административно-территориальную модель и др.). Отмечается ограниченность использования известных моделей для целей развития транзитного потенциала автотранспортных систем, так как они не учитывают технологические и организационные особенности транзитных

перевозок. Обосновывается необходимость разработки новой типовой модели, основанной на функциональном подходе к построению многоуровневых транспортных систем, что позволит отразить особенности участия объектов транспортной инфраструктуры различных функциональных уровней в обслуживании транзитного потока.

Теоретико-методологической основой формирования многоуровневых транспортных систем на основе функционального подхода является топология транспортных связей и методология транспортного районирования. Функциональный уровень автотранспортный системы в теоретико-множественной трактовке образуется на основе структурирования транспортных связей между некоторыми объектами h по признаку k :

$$A^s = \{ h^k \}, \quad A^s \in T, \quad h^k \in H;$$

$$T = \bigcup_{s=1}^n A^s,$$

где s – ранг (функциональный уровень) системы T множества транспортных районов A , ($s = 1, \dots, n$).

Для реализации межрайонных транспортных связей X_s между корреспондирующими транспортными районами A^m и A^n организуются межрайонные сообщения $g^{mn} \in G^{mn}$, которые осуществляются межрайонной транспортной системой N^y с использованием межрайонной транспортной сети R^y , включающей пути сообщения r^y и сетевые узлы. Сетевые узлы являются местом соединения межрайонной и местной транспортных сетей. Выделяется два типа сетевых узлов: дорожный узел b^y – место соединения межрайонных и местных транспортных путей сообщения (перекресток дорог); транспортный узел (терминал) B^y – место, где происходит смена вида транспорта или подвижного состава. Узлы B^y могут выполнять функции дорожных узлов b^y .

Межрайонные транспортные сообщения g^{mn} ($g^{mn} \in G^{mn}$) могут быть представлены в виде цепочки сообщений: $g^{mn} = \{g_y^m, g_{mn}^y, g_y^n\}$. Сообщения g_y^m ($g_y^m \in G_y^m$) и g_y^n ($g_y^n \in G_y^n$) выполняются соответственно по местным сетям R^m и R^n , а сообщения G_{mn}^y – по межрайонной сети R^y . Сообщения G_y^m и G_y^n концентрируются в так называемых предельных точках ϕ_i^y ($i = 1, \dots, z$; $z \geq s$) транспортных районов, в которых соединяются местные R^m , R^n и межрайонная R^y сети. Предельные точки ϕ_i^y размещаются в сетевых узлах b^y и B^y .

В отличие от узла b^y , при прохождении которого параметры транспортных сообщений не изменяются, в узле B^y параметры транспортных сообщений преобразуются: $g_y^m \times B^y \rightarrow g_{mn}^y$ и т.д. При преобразовании транспортных сообщений в узлах B^y выполняются, как правило, следующие условия: $g_y^m > g_{mn}^y; g_{mn}^y < g_y^n$.

Функциональное назначение межрайонной сети R^y состоит в интеграции транспортных сообщений G^{mn} между районами A^m и A^n множества T .

Интеграционную функцию межрайонной транспортной сети $J(R^y)$ в теоретико-множественной трактовке можно определить как отображение:

$$J(R^y): \{G_m^y, G_y^n\} \times R^y \rightarrow G_{mn}^y.$$

На рис. 1 показан пример образования двух транспортных районов A^m и A^n с разделением транспортных связей на внутрирайонные χ_s и межрайонные X_s , для реализации которых организуются соответственно множества транспортных сообщений G^s и G^{mn} . Сообщение g_{mn}^y (рис. 2), входящее в состав G^{mn} , осуществляется с использованием межрайонной транспортной сети (размещена в плоскости, обозначенной двойной линией).

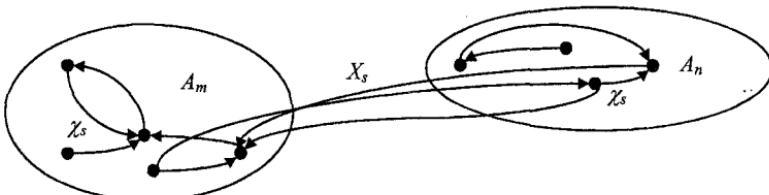


Рис. 1. Пример образования транспортных районов

Для формирования функциональных уровней в автотранспортных системах могут быть использованы различные методы транспортного районирования: процедура клеточного разбиения, треугольный, векторный, формирование агрегатов, оптимизация автотранспортных связей. Аналитические способы образования транспортных районов должны дополняться эвристическими принципами транспортного районирования, определяющими правила структурирования транспортных связей.

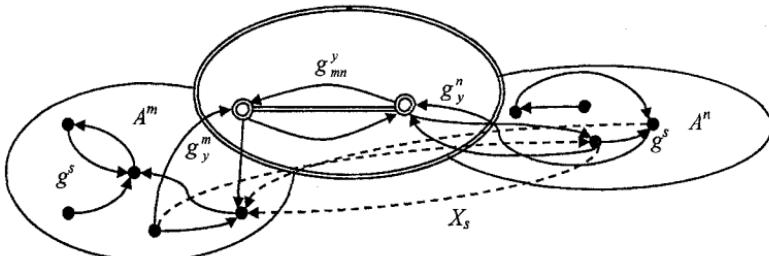


Рис. 2. Пример организации межрайонных автотранспортных сообщений

Структурирование транспортных связей, формирование транспортных районов и организация межрайонных сетей приводят к образованию новых функциональных уровней в автотранспортной системе (транспортных подсистем), функциональное назначение которых состоит в интеграции

межрайонных транспортных сообщений. Основными средствами интеграции являются элементы транспортной сети (пути сообщений и сетевые узлы).

Процедура формирования интегрированной модели автотранспортной системы включает три основных этапа:

1. Структурирование транспортных связей (построение аналитической модели).

2. Формирование транспортных районов (образование топологического пространства).

3. Интегрирование межрайонных транспортных сообщений (создание функциональных уровней транспортной системы и формирование конфигурации транспортной сети).

Понятие «функциональный уровень транспортной системы» принадлежит к разряду таксономической категории. В зависимости от выполняемых функций транспортными подсистемами можно выделить следующие таксономические категории: транспортные подсистемы, обслуживающие внутрирайонные сообщения (выполняют функцию реализации транспортных связей внутри транспортных районов); транспортные подсистемы, обслуживающие межрайонные сообщения (выполняют функцию межсистемной интеграции). К первой разновидности таксономических категорий относятся местные транспортные системы, ко второй – федеральные и региональные транспортные системы.

Интегрированная модель автотранспортной системы региона определена через функциональную характеристику элементов территориальной модели транспортной системы, расположенных в границах региона. Основное функциональное назначение автотранспортной системы региона состоит в интеграции транспортных систем расположенных на его территории муниципальных образований и промышленных центров в единый транспортно-технологический комплекс, взаимосвязано участвующих в обслуживании транспортных связей данного регионального образования и транзитных потоков.

Интеграционная функция обеспечивает формирование транспортной системы как единого (целостного) системного образования. На степень интеграции транспортных сообщений влияет конфигурация путей сообщения и расположение сетевых узлов. Выполнение региональной автотранспортной системой N^p интеграционной функции оценивается коэффициентом интеграции $I(G_p^*)$, который рассчитывается как отношение общего количества сетевых узлов b^p и B^p региональной сети R^p , в которых концентрируются сообщения G_p^* , к общему количеству сетевых узлов $b(\phi)$ и $B(\phi)$, являющихся предельными точками ϕ для местных транспортных систем N^* :

$$I(G_p^*) = \frac{b^p + B^p}{b(\phi) + B(\phi)}.$$

В состав сетевых узлов $b(\phi)$ и $B(\phi)$ включаются предельные точки, через которые местные транспортные сети соединяются, как с региональной, так и с федеральной автотранспортными сетями.

Коэффициент $I(G)$ принимает значения от 0...1. При $I(G) = 1$ внутрирегиональные сообщения полностью интегрированы транспортной системой региона. При коэффициенте $I(G) = (0, 1)$ для внутрирегиональных сообщений используются федеральные автодороги. Коэффициент интеграции может быть использован для оценки возможного снижения средней скорости движения транзитного транспорта по федеральным автодорогам по причине их загрузки внутрирегиональными сообщениями.

Сущность транзитной функции состоит в стыковании транспортных систем при существующих «разрывах» в автотранспортной сети любого функционального уровня. Выполнение транзитной функции в общем случае рассматривается как нерациональное использование ресурсов автотранспортных систем, что, как правило, снижает эффективность выполняемой ими интеграционной функции.

На практике интегрированная модель автотранспортной системы может применяться для обоснования рациональной структуры и параметров транспортных сетей. На ее основе осуществляется идентификация интеграционных и транзитных функций, что позволяет выявлять недостающие звенья в автотранспортных сетях, отсутствие которых ухудшает условия движения по транзитным автомобильным дорогам. Интегрированная модель рассматривается в качестве теоретической основы новой парадигмы формирования функционально-структурированной транспортной сети, структура и конфигурация которой должны обеспечивать выполнение автотранспортными системами интеграционной функции.

В третьей главе исследуются вопросы структурного построения автотранспортных систем регионов. Традиционно в составе транспортных систем выделяется четыре основных компонента: транспортная сеть, подвижные транспортные средства, трудовые ресурсы и система управления. Однако данная модель структуры не отражает особенности взаимодействия структурных компонентов в многоуровневых транспортных системах, обеспечивающего образование системных эффектов в типовых моделях транспортных систем.

Каждый вид транспорта является сложным системным образованием и выступает как совокупность взаимосвязанных технических и социальных компонентов. Причем социальные компоненты представляют интерес в качестве организаторов процесса взаимодействия технических компонентов. Эффективное функционирование автотранспортных систем регионов основывается, в первую очередь, на механизмах координации процессов использования объектов федеральной, региональной и местной транспортной инфраструктуры. Поэтому в составе структуры автотранспортных систем предлагается выделять технологические компоненты.

Для отображения структуры компонентов и их системных связей в многоуровневых автотранспортных системах использована стратифицированная иерархическая многоуровневая модель М. Месаровича. Каждая страта рассматривается как обособленная область, иерархически не связанная с другими стратами, но совместно с ними реализующая целевую функцию автотранспортной системы. В составе автотранспортной системы выделены три страты, каждая из которых объединяет характерные компоненты определенной «природы»: технические компоненты; технологические компоненты; организационные компоненты (рис. 3).



Рис. 3. Стратифицированная модель автотранспортной системы

В рамках стратифицированной модели автотранспортной системы предложено уточнение существующей нормативной классификации автодорог. Обосновано разделение транспортных пунктов на три типа: транспортный узел, перегрузочный пункт, грузовой терминал. Рассмотрены функциональные различия между трансформационными и редукционными транспортными пунктами. Трансформационная функция по своей природе является логистической и в широком смысле направлена на изменение параметров материального потока посредством выполнения накопительно-распределительных логистических операций. Сущность редукционной функции состоит в создании многозвенной системы транспортировки, в

которой каждое звено специализируется на выполнении перевозок определенного вида, что позволяет повысить эффективность транспортного сообщения в целом. В редукционном пункте осуществляется перегрузка грузовых партий с одного вида транспорта на другой, переформирование транспортных составов, смена прицепного состава.

Обосновано выделение двух типов технологий в автотранспортных системах: технологии взаимодействия технических компонентов и технологии межсистемной интеграции. Технологии межсистемной интеграции рассматриваются в качестве источника дополнительного (системного) эффекта, который образуется в результате взаимодействия автомобильного транспорта с другими видами транспорта либо в результате взаимодействия автотранспортных подсистем различных функциональных уровней.

Организационные компоненты обеспечивают координацию деятельности и развития автотранспортных систем различных функциональных уровней как единого системного образования. В связи с различиями полномочий по управлению транспортными системами предлагается выделение в структуре управления двух эшелонов: административного и корпоративного.

Отсутствие механизмов согласования проектов развития инфраструктурных объектов транспортных подсистем всех функциональных уровней не обеспечивает формирования транспортных систем, функционально ориентированных на интеграцию транспортных сообщений, что снижает эффективность межсистемной интеграции. Главной целью координации развития объектов транспортной инфраструктуры, находящихся на территории региона, является обеспечение согласованного функционирования транспортных систем федерального, регионального и местного уровней.

Для обеспечения интеграции автотранспортных сообщений и исключения транзитных функций за региональным уровнем административного эшелона предлагается закрепить следующие полномочия по согласованию проектов развития инфраструктурных объектов автотранспортных систем, расположенных на территории соответствующего региона: согласование параметров обходных путей и мест примыкания дорог несмежных функциональных уровней; согласование мест размещения терминальных комплексов и транспортных узлов.

В четвертой главе рассматриваются вопросы системологии автотранспортных систем регионов. Системологические аспекты исследования автотранспортных систем направлены на выявление их функциональных особенностей, свойств и механизмов взаимодействия между подсистемными образованиями и элементами с учётом влияния внешней среды, которые необходимо учитывать при обосновании целей развития транзитного потенциала автотранспортных систем. Наиболее важными с точки зрения развития транзитного потенциала автотранспортных систем закономерностями являются приспособленность, самоорганизация, надежность, потенциальная эффективность, эквицональность и целостность.

Закономерность приспособленности автотранспортных систем является характеристикой их гомеостаза, устойчивости, проявляется в сохранении номинальных характеристик системы, что обеспечивается за счет ее способности «сопротивляться» изменяющимся условиям эксплуатации. Закономерность самоорганизации автотранспортных систем заключается в проявлении у них негэнтропийных тенденций, препятствующих разрушению системы. Состояние автотранспортной системы полностью определяется состоянием ее компонентов, которые являются системными образованиями различной природы с резервами или без. Соответственно надежность функционирования автотранспортной системы определяется с учетом надежности входящих в ее состав частей и рассчитывается через произведение показателей их надежности. С позиций системного подхода потенциальная эффективность автотранспортной системы отражает уровень ее потенциальных провозных возможностей, который увеличивается по мере «накопления опыта» функционирования системы. Для расчета показателей накопления опыта разработаны аналитические выражения. Существующий уровень потенциальной эффективности определяется по формуле (2). Закономерность эквифинальности характеризует предельный (максимальный) уровень развития провозных возможностей автотранспортной системы в конкретных условиях ее функционирования. Для оценки эквифинального уровня развития автотранспортной системы региона может использоваться выражение (3).

Целостность автотранспортной системы, с учетом сложного видового и многоуровневого состава ее структурных компонентов, обеспечивается как за счет организации взаимодействия с другими видами транспорта, так и за счет согласованного функционирования автотранспортных подсистемных образований различных функциональных уровней (рис. 4).

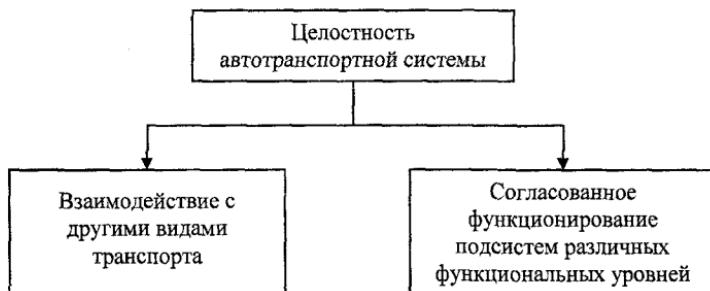


Рис. 4. Способы формирования целостности автотранспортной системы

Взаимодействие видов транспорта – это «механизм», посредством которого отдельные виды транспорта объединяются в систему для повышения общей эффективности транспортной деятельности за счет рационального

использования их преимуществ. Исследованы методологические аспекты взаимодействия видов транспорта: формы, уровни и параметры (рис. 5).

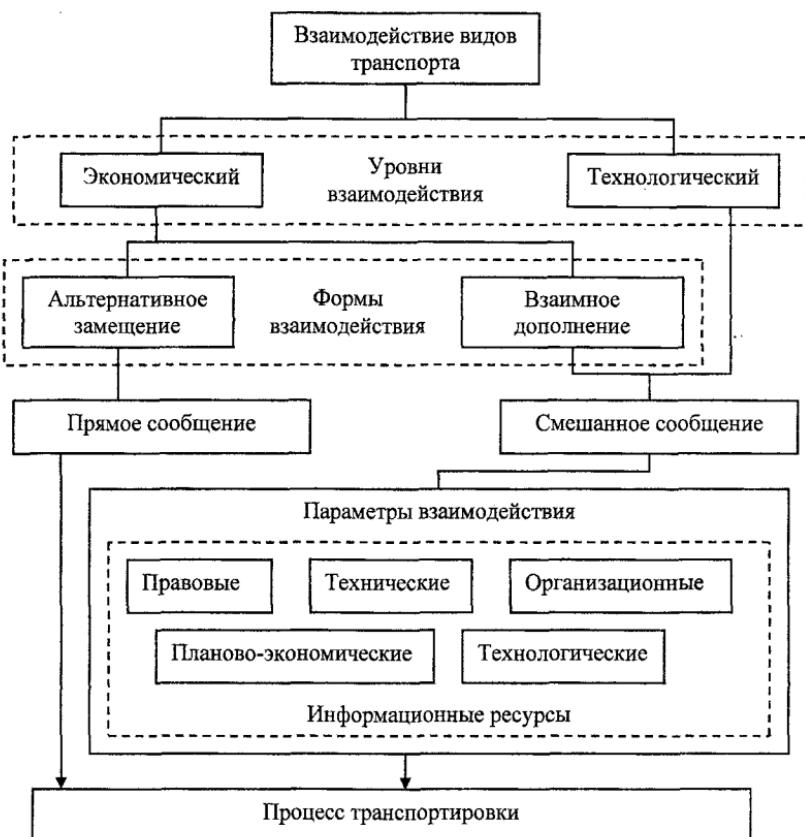


Рис. 5. Схема взаимодействия различных видов транспорта

Взаимодействие на экономическом уровне реализуется в двух формах: альтернативного замещения и взаимного дополнения. Сущность взаимодействия на технологическом уровне состоит в координации работы различных видов транспорта.

Целостность автотранспортной системы возрастает при четком разграничении и согласованном выполнении интеграционных функций автотранспортными подсистемами федерального, регионального и местного уровней. Это позволяет говорить о научной концепции согласованного функционирования автотранспортных систем различных функциональных уровней. Основу концепции составляют следующие методологические

принципы: функциональная структура автотранспортных систем должна быть ориентирована на обслуживание транспортных связей; объекты автотранспортных подсистем различных функциональных уровней должны быть функционально обособлены и интегрированы; ресурсы автотранспортных систем должны использоваться в соответствии с их функциональным назначением; конфигурация автотранспортных сетей не должна приводить к образованию транзитных функций.

В пятой главе разрабатываются модели и методы развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов. Комплексное отображение зависимости характеристик транзитного потока от условий движения осуществляется посредством совокупности состояний транспортного потока, которым приписывается определенный уровень эффективности процесса транспортировки.

Традиционно рассматривают два основных состояния потока: плотное и неплотное движение. В аналогичном смысле используются термины принудительного и свободного движения, устойчивого и неустойчивого режимов и т.п. Критерием оценки этих состояний является плотность и скорость потока. При достижении плотностью потока определенного значения скорость движения автомобиля определяется не стратегией водителя, что характерно для неплотного движения, а общими для всех участвующих в движении автомобилей условиями – плотное движение. Исследованы количественные и качественные характеристики моделей оценки состояний транспортных потоков, разработаны критерии их классификации. Пример классификации рассмотренных моделей приведен на рис. 6.

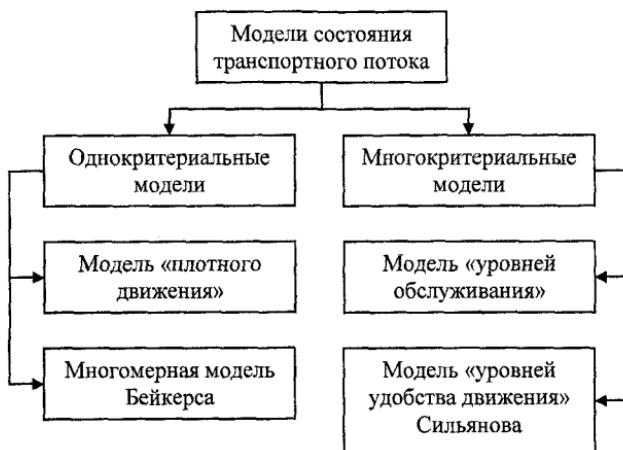


Рис. 6. Классификация моделей оценки состояния транспортного потока

Результаты сравнительного анализа показывают, что большинство моделей основано на фазовом представлении процесса изменения качественных состояний транспортного потока. Предлагается использовать концепцию фазовых переходов для оценки состояний транспортных потоков. Фазовые состояния характерны для гомогенного (однородного) и для гетерогенного потока. Смена фазовых состояний транспортного потока происходит в связи с изменением экстенсиональных характеристик (например, скорости, интенсивности движения и др.) при достижении интенсиональными параметрами (например, плотности потока) точки фазового перехода. Фазовый переход в зависимости от степени изменения состояния объекта разделяется на два типа: первого и второго рода. Фазовый переход первого рода предполагает изменение агрегатного состояния системы. В этом случае скачкообразно изменяются наиболее существенные характеристики системы либо изменяются принципы ее функционирования.

Рассмотрены два агрегатных состояния транспортного потока: свободное движение и плотное движение. Каждое состояние может быть охарактеризовано через возможность выбора скорости движения. В условиях свободного движения у водителя имеется возможность выбирать удобную для него скорость «свободного движения» v_e . При свободном движении эта скорость приближается к максимально возможной скорости ($v_e \rightarrow v_{\max}$) при данных условиях движения. При плотном движении скорость v_e ограничивается потоковыми факторами, вследствие чего водитель едет со средней скоростью потока ($v_e \approx v'_e$), которая может быть значительно ниже возможной скорости v_{\max} . Считается, что фазовые переходы второго рода для «невооружённого глаза» незаметны, они осуществляются в границах агрегатных состояний. Скачок могут испытывать, в частности, первые производные экстенсиональных характеристик, например, первая производная скорости движения – ускорение разгона или замедления. Фазовые переходы второго рода могут быть обнаружены в состояниях транспортного потока свободного и плотного движения.

Фазовые переходы между состояниями потока обусловлены механизмом формирования скорости автомобиля как функции плотности потока $v_e = v_e(\rho)$. Фактическая дистанция между автомобилями не может быть больше дистанции по условиям плотности потока ($d_e < d_p$), а безопасная дистанция не должна превышать фактическую дистанцию ($d_b \leq d_e$):

$$d_b \leq d_e < d_p \quad (4)$$

Для любого значения v_{\max} существует безопасная дистанция $d_b(v_{\max})$. Условие $d_b(v_{\max}) > d_p$, означает, что необходимая по максимальной скорости дистанция $d_b(v_{\max})$ не может быть обеспечена по условиям плотности потока. Поэтому максимальное значение безопасной дистанции d_b будет определяться не скоростью, а плотностью потока: $d_b \rightarrow d_p$. Тогда возможная скорость v_e

будет ограничена значением v_p , которое отвечает требованиям безопасности при d_p .

Механизм ограничения скорости потока v_e проиллюстрирован на рис. 7, где приведены графики монотонных функций: $d_b(v)$ – возрастающая по скорости; $d_e(\rho)$ – убывающая по плотности. Максимальная плотность ρ_{\max} определяется из условия: $\rho = \rho(d_p) = \rho(0)$.

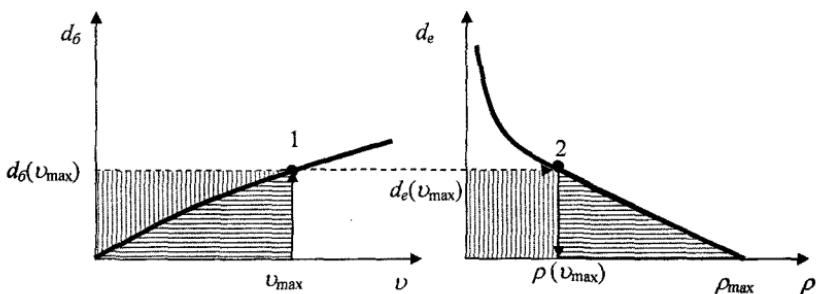


Рис. 7. Механизм формирования характеристик и состояний транспортных потоков

Если дорожные условия допускают скорость потока на уровне v_{\max} , то для безопасного сообщения при такой скорости необходимо выдерживать дистанцию $d_b(v_{\max})$ – точка 1 (см. рис. 7). Дистанция $d_b(v_{\max})$ может быть обеспечена при соответствующей плотности потока $\rho(v_{\max})$ когда: $d_b(v_{\max}) = d_e(v_{\max})$ – точка 2 (см. рис. 7). Из условия (4) данная дистанция не может быть более обеспеченной плотностью потока дистанции $-d_e(\rho_e)$:

$$d_b(v_{\max}) \leq d_e(\rho_e), \\ \text{при } 0 < \rho_e \leq \rho(v_{\max})$$

Заштрихованные вертикально области на графиках $d_b(v)$ и $d_e(\rho)$ показывают наличие резервов повышения скорости движения до уровня v_{\max} при фактической плотности потока ρ_e при соблюдении безопасной дистанции d_b . В соответствующем диапазоне плотности потока $\rho = (0, \rho(v_{\max}))$ состояние потока характеризуется как свободное движение.

Повышение плотности потока в интервале $\rho = (\rho(v_{\max}), \rho_{\max})$ – заштрихованная горизонтально область, – потребует снижения максимально возможной скорости движения v_{\max} . Соответствующее состояние потока характеризуется как плотное движение. На рис. 8 показана фазовая диаграмма состояний транспортного потока. За основной интенсиональный показатель принята дистанция движения d_e . За экстенсиональный показатель принятая скорость потока v_e .

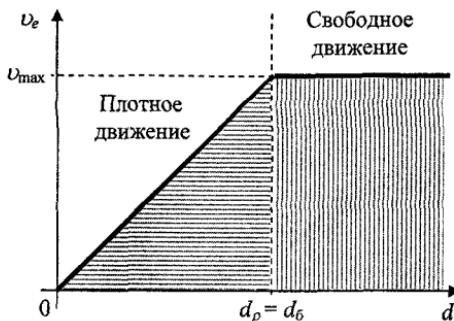


Рис. 8. Фазовая диаграмма состояний транспортного потока

Индикаторами агрегатных состояний транспортного потока являются:
 1) максимально возможная скорость движения v_{max} , является ограничением скорости потока v_e , определяется с учетом дорожных факторов, состава потока, уровня загрузки дороги и т.п.; 2) плотность потока ρ , определяется экспериментальным или расчетным путем; 3) безопасная дистанция d_b рассчитывается для конкретной скорости потока; 4) дистанция по условиям плотности потока d_ρ рассчитывается для конкретной плотности потока ρ ; 5) скорость потока v_ρ рассчитывается с учетом располагаемой дистанции d_ρ .

Транспортный поток находится в состоянии свободного движения, если автомобили могут двигаться с максимально возможной скоростью v_{max} . Это условие соблюдается для определенного значения плотности потока ρ , при котором справедливо неравенство $d_e(\rho) \geq d_b(v_{max})$. Возрастание плотности ρ приводит к снижению d_e . Как только соотношение дистанций изменится: $d_e(\rho) < d_b(v_{max})$, то скорость движения v_e будет ограничиваться потоковыми факторами при возможном значении, равном v_ρ . Соответственно состояние потока изменится со свободного движения на плотное движение.

Модель фазовых состояний транспортного потока основана на следующих положениях. В состоянии свободного движения скорость потока v_e приближается к «желательной» скорости v_{max} , в состоянии плотного движения скорость v_e устанавливается на уровне v_ρ , при котором обеспечиваются безопасные условия движения для ограниченной плотностью потока дистанции d_ρ :

$$v_e = \begin{cases} v_{max}, & \text{если } d_b \leq d_\rho; \\ v_\rho, & \text{если } d_b > d_\rho. \end{cases}$$

В условиях «плотного» движения провозные возможности автотранспортной системы используются не полностью, а соответствующие потери транзитных провозных возможностей ΔW зависят от величины

«разрыва» между возможной скоростью движения v_{\max} и скоростью движения v_ρ для плотного потока:

$$\Delta v(\rho) = v_{\max} - v_\rho \quad (5)$$

Модель фазовых агрегатных состояний транспортного потока использована при выборе вариантов развития автодорожной сети. При плотном движении по федеральным дорогам развитие сети дорог регионального и местного значения способно уменьшить плотность потока и, как следствие, увеличить скорость движения транзитного транспорта. Если текущее или перспективное состояние потока на федеральных дорогах характеризуется как «свободное движение», то использование этих дорог для внутрирегиональных сообщений не оказывает негативного воздействия на скорость движения транзитного транспорта. Соответственно реконфигурация региональной сети автодорог и выведение внутрирегиональных сообщений с федеральных дорог не обеспечат прироста средней скорости транзитного транспорта. В данном случае для повышения скорости транзитных сообщений могут быть рассмотрены проекты по реконструкции дорог.

Степень негативного влияния внутрирегиональных сообщений на скорость движения по федеральным дорогам и, как следствие, на степень использования транзитных провозных возможностей автотранспортной системы, может быть оценена по выражению (5) с учетом соотношения скоростей v_e и v_ρ :

$$\Delta v = \begin{cases} v_{\max} - v_e, & \text{при } v_e \leq v_\rho; \\ v_{\max} - v_\rho, & \text{при } v_e > v_\rho. \end{cases} \quad (6)$$

Для случая, когда $v_e < v_\rho$ следует исследовать причины, почему фактическая скорость потока v_e ниже, чем возможная скорость по условиям плотности потока – v_ρ . Величина Δv по формуле (6) при $v_e > v_\rho$ характеризует величину возможного увеличения средней скорости транзитного потока за счет развития сети региональных и местных дорог.

При высоком уровне нагрузки внутрирегиональных сообщений на федеральную дорогу решается вопрос о создании внутрирегионального дорожного узла b^s автотранспортной системы регионального уровня (рис. 9), используемого для интеграции внутрирегиональных сообщений по региональным дорогам r^s между объектами транспортных связей h^s , входящими в состав транспортного района A^s , а также межрегионального дорожного узла b^y автотранспортной системы федерального уровня (рис. 10), используемого для интеграции межрегиональных сообщений, осуществляемых по федеральной дороге r^f .

Координаты внутрирегионального дорожного узла b^s как «центра тяжести» внутрирегиональных сообщений g_{ij}^s рассчитываются по формулам:

$$b_x^s = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n g_{ij}^s x_i^s}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n g_{ij}^s}, \quad b_y^s = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n g_{ij}^s y_i^s}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n g_{ij}^s}.$$

Местоположение межрегионального дорожного узла b_s^y как «центра тяжести» межрегиональных сообщений g_s^f определяется координатами:

$$b_{sx}^y = \frac{\sum_{i=1}^p g_{si}^f x_{si} + \sum_{j=1}^q g_{sj}^f x_{yj}}{G_s^f}, \quad b_{sy}^y = \frac{\sum_{i=1}^p g_{si}^f y_{si} + \sum_{j=1}^q g_{sj}^f y_{yj}}{G_s^f}.$$

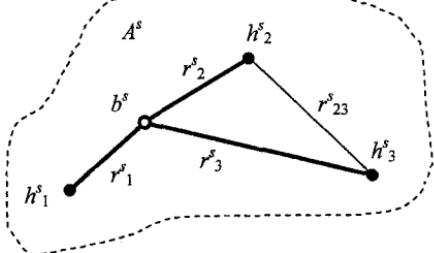


Рис. 9. Схема расположения внутрирегионального дорожного узла b^s

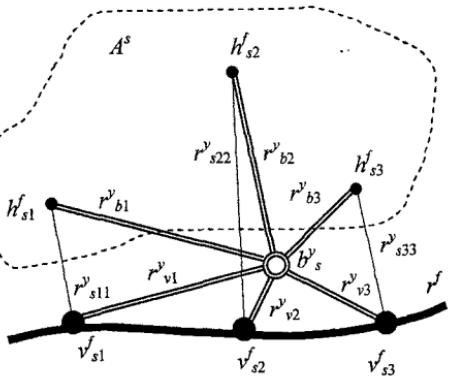


Рис. 10. Схема расположения межрегионального дорожного узла b_s^y

При выборе места расположения транзитного терминала учитывается расположение i -х отправителей ($i \in I$) и j -х получателей ($j \in J$), расстояние между ними l_{ij} и объемы перевозимых грузов Q_{ij} от i -го отправителя j -му получателю. Координаты транзитного терминала B_x и B_y находят как «центр тяжести» физической системы «отправители–получатели» по формулам:

$$B_x = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i x_i + \sum_{j=1}^m Q_j x_j}{\sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{j=1}^m Q_j}, \quad B_y = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i y_i + \sum_{j=1}^m Q_j y_j}{\sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{j=1}^m Q_j},$$

при $i \in I$, $i=1, \dots, n$, $j \in J$, $j=1, \dots, m$,

где B_x – координата по оси Ox места расположения транзитного терминала; B_y – координата по оси Oy места расположения транзитного терминала; x_i и y_i – координаты места расположения i -го отправителя; x_j и y_j – координаты места

расположения j -го получателя; Q_i и Q_j – соответственно объемы отправления i -го отправителя и объемы получения j -го получателя.

Размещение терминала в точке с координатами (B_x, B_y) обеспечивает своеобразный баланс объемов транспортной работы P , выполняемой при доставке грузов от всех пунктов отправления к транзитному терминалу и от транзитного терминала ко всем пунктам назначения: $\sum_i P_i = \sum_j P_j$.

Для системы «один отправитель – несколько получателей» координаты местоположения транзитного терминала, выполняющего распределительные функции, рассчитываются по формулам:

$$B_x^t = \frac{\sum_{j=1}^m Q_j x_j}{\sum_{j=1}^m Q_j}, \quad B_y^t = \frac{\sum_{j=1}^m Q_j y_j}{\sum_{j=1}^m Q_j},$$

при $j \in J, j=1, \dots, m$.

Для системы «несколько отправителей – один получатель» координаты местоположения транзитного терминала, выполняющего накопительные функции, рассчитывается по формулам:

$$B_{0x}^t = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i x_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad B_{0y}^t = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

при $i \in I, i=1, \dots, n$.

Полученные решения по методу «центра тяжести» рассматриваются в качестве рабочего варианта размещения сетевых узлов, который может быть скорректирован с учетом существующих ограничений (геологических, экологических и пр.).

Основными параметрами обходных дорог населенных пунктов являются расстояние удаленности дорожных узлов b_i^ϕ и b_j^ϕ от населенного пункта и протяженность обходного сегмента l_{obij}^ϕ между ними. Эти параметры задаются «радиусами» обхода ω_i и ω_j , отмеряемым от условного геометрического центра населенного пункта. При этом в расчетах реальные размеры населенного пункта можно не учитывать, а длина радиуса следует отсчитывать от его границы. Для каждой пары (ω_i, ω_j) в зависимости от ограничений на местности (назначение земель, расположение объектов недвижимости и т.п.) может быть сформировано некоторое множество обходных путей $R_{ob}^\phi = \{r_{obij}^\phi\}$. Из возможных вариантов, как правило, выбирается трасса с наименьшей протяженностью.

На длину обходного сегмента l_{obij}^ϕ , кроме радиусов ω_i и ω_j влияет конфигурация магистральных дорог, основной характеристикой которой выступает угол α между ними относительно населенного пункта (рис. 11).

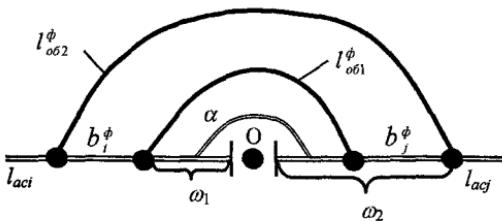


Рис. 11. Варианты обходов населенного пункта между федеральными дорогами

При обосновании параметров обходного пути между существующими магистралями угол α считается известным ($\alpha = \text{const}$) и не рассматривается в качестве экзогенной переменной в оптимизационной модели. В этом случае длина обходного сегмента l_{ob}^ϕ рассматривается как функция радиусов ω_i и ω_j удаленности дорожных узлов:

$$l_{obij}^\phi = f(\omega_i, \omega_j), \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}), \\ \omega_i \in \Omega_m, \quad \omega_j \in \Omega_n,$$

где Ω_m и Ω_n – множество возможных радиусов ω_i и ω_j соответственно.

Множество значений протяженности полного обходного пути запишем в виде кортежа:

$$L_{ob} = \langle L_{aci}, L_{obi}^\phi, L_{acj} \rangle,$$

где L_{aci} , L_{acj} , L_{obi}^ϕ – соответственно множества протяженностей участков полного обходного пути на подходах к дорожным узлам b_i^ϕ и b_j^ϕ и между ними.

Тогда выходную функцию по выбору параметров полного обходного пути U_{ob} в теоретико-множественные трактовке можно определить как отображение:

$$U_{ob} : \Omega_m \times \Omega_n \rightarrow L_{ob}. \quad (7) \\ \text{при } l_{obi}^\phi(\omega) \rightarrow \min, \alpha = \text{const.}$$

Так как величина транзитного потока G_i^ϕ при обходе населенного пункта не меняется, то скорость движения по обходу любой длины l_{obi}^ϕ будем считать постоянной: $v_{obi}^\phi = \text{const}$, а время движения по нему t_{obi}^ϕ будет прямо пропорционально его протяженности l_{obi}^ϕ .

За границами «поля активных сообщений» скорость транзитного потока равна средней скорости по федеральной дороге \bar{v}_ϕ , а на «входе» в населенный пункт скорость транзитного потока устанавливается на уровне скорости по

населенному пункту v_{ij}^* . Чем ближе обход к населенному пункту ($\omega \rightarrow 0$, $l_{ac} \rightarrow \max$), тем ниже скорость транзитного потока на участке l_{ac} федеральной дороги в границах «поля активных сообщений». По эмпирическим данным с учетом конкретных условий движения может быть разработана регрессионная модель скорости v_{ac} , которая монотонно возрастает в диапазоне: $v_{ij}^* \leq v_{ac} \leq \bar{v}_\phi$, при $0 \leq \omega \leq \omega_{ac}$.

Множество значений скорости движения транзитного транспорта по полному обходному пути V_{ob} запишем в виде кортежа:

$$V_{ob} = < \bar{V}_{aci}, V_{obj}^\phi, \bar{V}_{acf} >,$$

где \bar{V}_{aci} , \bar{V}_{acf} , V_{obj}^ϕ , – соответственно множества скорости движения по участкам полного обходного пути L_{ob} на подходах к дорожным узлам b_i^ϕ и b_j^ϕ и между ними.

Оптимальными являются параметры обхода, при которых увеличение продолжительности проезда по обходному пути t_{ob}^ϕ , обусловленное увеличением его протяженности l_{ob}^ϕ , компенсируется за счет уменьшения продолжительности проезда t_{ac} в границах «поля активных сообщений» в связи с увеличением средней скорости движения транзитного транспорта \bar{v}_{ac} в границах «поля активных сообщений» при росте ω . Если данное условие выполняется, то общие затраты времени транзитного транспорта t_{ob} на обход населенного пункта будут минимальными. Показатель продолжительности времени прохождения полного обходного пути t_{ob} выступает в качестве критерия оптимальности параметров полного обхода r_{ob} . Тогда функцию оценки параметров обхода с учетом выбранного критерия оптимальности можно определить как отображение:

$$F_{ob}: U_{ob} \times V_{ob} \rightarrow T_{ob}.$$

Запишем в общем виде модель формирования оптимальных параметров обхода с учетом выражения (7):

$$\begin{aligned} u_{ob}(t_{ob}) &= \{ \omega_i, \omega_j \} \rightarrow Opt, \\ \text{при } l_{obj}^\phi &\rightarrow \min, \quad \alpha = const, \\ \omega_i &\in \Omega_m, i = 1, 2, \dots, n, \quad \omega_i > \omega_{\min}, \\ \omega_j &\in \Omega_n, j = 1, 2, \dots, m, \quad \omega_j > \omega_{\min}, \end{aligned}$$

где $u_{ob}(t_{ob})$ – вектор оптимальных параметров обхода, обеспечивающих минимальные затраты времени t_{ob} .

Задача оптимизации параметров обходного пути формулируется следующим образом: необходимо найти такой вектор u^* из множества параметров обхода U , чтобы величина общей продолжительности движения по нему $t_{ob}^* = F(u^*, T_{ob}(u^*))$, была меньше, чем $t_{ob} = F(u, T_{ob}(u))$ для любого другого $u \in U$:

$$t_{ob}^* = F(u^*, T_{ob}(u^*)) \rightarrow \min.$$

Составляющие критерия оптимальности t_{ob} являются функциями радиусов обхода: $t_{ob}^\phi(\omega_i, \omega_j)$ – возрастающая функция, а $t_{aci}(\omega_i)$ и $t_{acj}(\omega_j)$ – убывающие функции. Соответственно функция $t_{ob}(\omega_i, \omega_j)$ имеет экстремум при оптимальных параметрах ω^* . Математическая модель оптимизации параметров обхода записывается следующим образом:

$$t_{ob} = t_{aci}(\omega_i) + t_{ob}^\phi(\omega_i, \omega_j) + t_{acj}(\omega_j) \rightarrow \min, \quad (8)$$

при $\omega_{\min} \leq \omega_i \leq \omega_{aci}$, $\omega_{\min} \leq \omega_j \leq \omega_{acj}$,
 $\omega_i \in \Omega_m$, $\omega_j \in \Omega_n$, $l_{obj}^\phi \rightarrow \min$.

Задача (8) является типичной задачей на поиск экстремального значения выпуклой функции и может быть решена известными математическими методами.

С использованием рассмотренных моделей и методов разработаны рекомендации по развитию транзитного потенциала автотранспортной системы Челябинской области, которые включают организацию регионального автодорожного коридора для внутрирегиональных сообщений на участке г. Миасс – г. Челябинск, создание обхода г. Южноуральска и транзитного терминала возле п. Полетаево. Перечисленные мероприятия способны обеспечить увеличение транзитных провозных возможностей на 3307,1 т/сут. С учетом мероприятий по реконструкции федеральных автодорог совокупный транзитный потенциал автотранспортной системы Челябинской области составит $W_{tp} = 10\ 337,1$ т/сут., что на 362,1 т/сут. превышает прогнозные потребности в транзитных ресурсах. Разработанные рекомендации обеспечивают положительный социально-экономический эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены новые научные данные о закономерностях организации и функционирования автотранспортных систем регионов страны, разработаны методологические принципы и модели развития их транзитного потенциала.

В диссертационном исследовании получены следующие основные результаты, совокупность которых свидетельствует о достижении поставленных целей и решении сформулированных задач исследования:

1. Исследованы современные теоретико-концептуальные основы оценки состояния и развития транзитного потенциала автотранспортных систем. На транзитные провозные возможности автотранспортных систем регионов страны влияют геоэкономическое положение региона, конфигурация магистральных автодорог, тенденции развития мировой экономики, социально-экономические связи регионов страны и их экспортно-импортный потенциал. Разработаны методические основы оценки используемых и потенциальных транзитных провозных возможностей автотранспортных систем регионов с

учетом неравномерности грузопотока по направлениям, степени обратной загрузки и средней скорости движения транзитного транспорта.

2. По результатам исследования эффективности обслуживания транзитного транспорта обоснованы концептуальные основы развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов страны: реконфигурация сети региональных и местных автодорог, обеспечивающая снижение нагрузки внутрирегиональных сообщений на федеральные дороги; обоснование параметров обходных дорог с учетом влияния внутрирегиональных сообщений на условия движения транзитного транспорта на подходах федеральных дорог к населенным пунктам; создание транзитных транспортных узлов, выполняющих функции по интеграции транзитных грузопотоков с учетом их неравномерности по направлениям, и обеспечивающих высокую степень загрузки транзитного транспорта.

3. На основе разработанных положений функционального подхода к организации транспортных систем обоснована методология формирования интегрированной модели автотранспортной системы, состоящей из многоуровневой структуры функциональных таксонов. Теоретико-методологической основой формирования многоуровневых транспортных систем является топология транспортных связей и методология транспортного районирования. Процедура формирования интегрированной модели автотранспортной системы включает три основных этапа: 1) структурирование транспортных связей (построение аналитической модели); 2) формирование транспортных районов (образование топологического пространства); 3) интегрирование межрайонных транспортных сообщений (создание функциональных уровней транспортной системы и формирование конфигурации транспортной сети). Разработанные теоретические положения осуществления интеграционной и транзитной функций автотранспортной системой региона использованы при обосновании мероприятий по развитию ее транзитного потенциала.

4. Разработана стратифицированная модель структуры компонентов транспортной системы, которая позволяет отразить сложный и неоднородный по своей природе состав компонентов транспортных систем (технических средств, технологических процессов, организационных образований), иерархию, механизмы взаимоотношений и характер полномочий органов власти и транспортных организаций, распределение задач между звеньями системы управления транспортной организацией и процедуры принятия решений по управлению процессом транспортировки. В рамках стратифицированной модели предложено уточнение существующей нормативной классификации автодорог, обоснована целесообразность выполнения редукционной функции в грузовых терминалах для международных и внешнеэкономических транзитных потоков, рекомендовано наделение органов власти субъектов РФ полномочиями по координации и

согласованию проектов развития объектов транспортной инфраструктуры, используемых для обслуживания транзитных потоков.

5. По результатам теоретических исследований системологических аспектов организации и развития автотранспортных систем и механизмов образования системных эффектов в процессе их функционирования разработаны концептуальные положения согласованного функционирования федеральной, региональной и местной автотранспортных систем, включающие согласование конфигурации и пропускной способности сетей автомобильных дорог, мест расположения транспортных узлов и маршрутов прохождения транзитных потоков.

6. Обосновано использование моделей состояний автотранспортного потока для оценки эффективности движения транзитного транспорта. Исследованы количественные и качественные характеристики моделей оценки состояния автотранспортных потоков, разработаны критерии их классификации. Предложено использование концепции фазовых переходов для оценки состояний автотранспортных потоков, исследован механизм фазовых переходов между состояниями автотранспортного потока, разработаны модели агрегатных состояний транспортного потока (свободного и плотного движения), определены основные индикаторы агрегатных состояний и обоснован диапазон из возможных изменений. Модель фазовых состояний транспортного потока рекомендована к использованию при выборе вариантов развития автодорожной сети региона и для оценки влияния внутрирегиональных сообщений на условия движения транзитного транспорта по федеральным дорогам.

7. Разработана совокупность моделей и методов оптимизации автотранспортных сетей регионов: методы расположения транзитных терминалов, обеспечивающих интеграцию транзитных грузопотоков с учетом топологии размещения объектов транзитных транспортных связей, объемов и расстояний транзитных перевозок по критерию минимального грузооборота; методы размещения внутрирайонных и межрайонных дорожных узлов на автодорожной сети региона, обеспечивающие снижение нагрузки внутрирегиональных сообщений на федеральные дороги при минимальной протяженности сети региональных дорог; модель обоснования оптимальных параметров обходных дорог населенных пунктов, при которых обеспечиваются минимальная продолжительность движения транзитного транспорта по обходу.

8. С использованием оптимизационных моделей и методов разработаны рекомендации по развитию транзитного потенциала автотранспортной системы Челябинской области, включающие мероприятия по развитию сети региональных дорог, организации обходов и созданию транзитного терминала. Их реализация в комплексе с мероприятиями, предусмотренными в федеральной целевой программе по развитию транспортной системы страны, обеспечит развитие транзитного потенциала автотранспортной системы Челябинской области до 10 337,1 т/сут., что превышает прогнозные

потребности в транзитных ресурсах в 9975 т/сут. Предложенные рекомендации характеризуются положительным социально-экономическим эффектом.

9. Разработанные в диссертационном исследовании теоретические и методологические положения носят универсальный характер и могут быть использованы для целей развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов страны, по которым осуществляются международные, межрегиональные и внешнеэкономические транзитные сообщения. Комплексное развитие транзитного потенциала автотранспортных систем регионов страны обеспечит высокую эффективность транзитных сообщений, что в современных условиях имеет важное значение для народного хозяйства страны и повышения конкурентоспособности отечественной транспортной системы.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Научные статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Ларин, О.Н. Глобальные задачи развития и интеграции транспортных систем / О.Н. Ларин, Л.Б. Миротин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2007. – № 5 – С. 20–21.
2. Ларин, О.Н. Концептуально-методологические основы согласованного функционирования транспортных систем различных уровней / О.Н. Ларин // Транспорт Урала – 2007. – № 4 (15). – С. 2–8.
3. Ларин, О.Н. Интегрированная модель транспортной системы регионов Российской Федерации / О.Н. Ларин, Л.Б. Миротин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 1. – С. 25–27.
4. Ларин, О.Н. Концептуальные основы развития транзитного потенциала автотранспортной системы региона / Л.Б. Миротин, О.Н. Ларин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 3. – С. 5–6.
5. Ларин, О.Н. Моделирование обходных путей населенных пунктов для пропуска транзитных потоков / О.Н. Ларин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 5. – С. 37–40.
6. Ларин, О.Н. Использование концепции фазовых переходов для оценки состояний автотранспортного потока / О.Н. Ларин // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). – 2008. – № 2 (13). – С. 96–101.
7. Ларин, О.Н. Теоретические аспекты развития транзитного потенциала транспортных систем / О.Н. Ларин // Транспорт Урала – 2008. – № 2 (17). – С. 10–15.
8. Ларин, О.Н. Стратифицированная модель межсистемной интеграции / О.Н. Ларин // Мир транспорта – 2008. – № 2. – С. 20–26.
9. Ларин, О.Н. Некоторые особенности оценки провозных возможностей автотранспортных систем регионов при обслуживании международных

грузопотоков / О.Н. Ларин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 9. – С. 24–27.

10. Ларин, О.Н. Методы размещения сетевых узлов в автотранспортных системах регионов / О.Н. Ларин // Транспорт Урала. – 2008. – № 3 (18). – С. 5–9.

Монография:

11. Ларин, О.Н. Методологические основы организации и функционирования транспортной системы региона: монография / О.Н. Ларин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 207 с.

Научные статьи, опубликованные в других изданиях:

12. Ларин, О.Н. Развитие транзитного потенциала Челябинской области / Автотранспортное предприятие. – 2007. – №2. – С. 16–20.

13. Ларин, О.Н. Транзитный потенциал Челябинской области: проблемы и перспективы / О.Н. Ларин // Вестник ЮУрГУ. – 2006. – Вып. 12 (67). – С. 244–247.

14. Ларин, О.Н. Проблемы транспортного обслуживания мегаполисов / О.Н. Ларин // Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин: межвузовский сб. науч. тр.; отв. ред. Н.С. Захаров. – Тюмень: Издатель Пашкин, 2005. – Вып. 2. – С. 91–92.

15. Ларин, О.Н. Регулирование параметров логистической концепции «точно в срок» / О.Н. Ларин // Транспортные потоки: Еженедельная информационно-аналитическая газета. – 2001. – № 4.

16. Ларин, О.Н. Концепция транзитного потенциала транспортной системы / О.Н. Ларин // Известия Челябинского научного центра. – 2006. – Вып. 4 (34). – С. 125–127.

17. Ларин, О.Н. Математическая модель согласования интересов участников доставки сырья в логистической системе / О.Н. Ларин // Сервис, техническая эксплуатация транспортных и технологических машин: межвуз. сб. науч. тр. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – С. 148–156.

18. Ларин, О.Н. Международный и региональный транзит: приоритет или паритет / О.Н. Ларин // Прикладная логистика. – 2006. – № 11. – С. 9–10.

19. Ларин, О.Н. «Транзитный перекресток» Челябинской области / О.Н. Ларин, А.З. Луцет, Л.Б. Миротин // Прикладная логистика. – 2008. – № 2. – С. 11–15.

20. Ларин, О.Н. Методологические аспекты интеграции различных видов транспорта в единую систему / О.Н. Ларин // Вестник транспорта. – 2007. – № 7 – С. 10–13.

Доклады на конференциях

21. Ларин, О.Н. Интеграционный аспект организации эффективного управления технологически связанными предприятиями / О.Н. Ларин // Логистика–98: сборник материалов второй межотраслевой научно-

методической и научно-практической конференции «Логистика и бизнес»; под общей редакцией Л.Б. Миротина. – М.: Брандес, 1998. – С. 178–180.

22. Ларин, О.Н. Разработка системы управления доставки сырья для предприятий кондитерской промышленности / О.Н. Ларин // Реформы в России и проблемы управления–98: материалы научной конференции молодых ученых и студентов. Вып. I – М.: ГАУ, 1998. – С. 52–55.

23. Ларин, О.Н. Совершенствование системы доставки грузов в северные регионы Тюменской области / О.Н. Ларин // Актуальные проблемы реформирования экономики и законодательства России и стран СНГ: материалы международной научно-практической конференции: в 3 ч.; отв. ред. В.А. Киселева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – Ч. I. – С. 79–83.

24. Ларин, О.Н. Обоснование развития транспортно-распределительной сети в Челябинской области / О.Н. Ларин, Е.А. Мохирев // Экономика. Информатика. Безопасность: сборник научных трудов региональной научно-практической конференции; науч. редакторы В.А. Киселева и Л.В. Астахова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – С. 22–25.

25. Ларин, О.Н. Методологические аспекты развития региональной транспортной сети / О.Н. Ларин // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: материалы международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. Ч. 2. – С. 13–16.

26. Ларин, О.Н. Вопросы загрузки транспортных сетей Челябинской области транзитными потоками / О.Н. Ларин // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: материалы IV международной научно-практической конференции. – Самара: Изд-во СамГУПС, 2008. – С. 7–9.

27. Ларин, О.Н. Особенности движения на подходах федеральных дорог к населенным пунктам / О.Н. Ларин // Проблемы эксплуатации обслуживания транспортно-технологических машин: материалы международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – С. 120–122.

28. Ларин, О.Н. Вопросы классификации автомобильных дорог по функциональному критерию / О.Н. Ларин // Современное состояние и инновации транспортного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. – в 2-х т. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – Т.1. – С. 84–87.

29. Ларин, О.Н. Развитие транспортно-логистической инфраструктуры приграничных регионов / О.Н. Ларин // Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития: материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – С. 102–103.

30. Ларин, О.Н. Теоретические аспекты взаимодействия видов транспорта в логистических системах / О.Н. Ларин // Логистика: современные тенденции развития: материалы VII Международной научно-практической конференции; отв. ред.: В.С. Лукинский, С.А. Уваров, Е.А. Королева. – СПб.: СПбГИЭУ, 2008. – С. 138–140.

31. Ларин, О.Н. Перспективы развития транзитных сообщений по автодорожной сети Челябинской области / О.Н. Ларин, А.В. Пеньковский // Наука ЮУрГУ: материалы 60-й юбилейной научной конференции. Секция технических наук. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – Т. 1. – С. 7–9.

Издательство Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 19.11.2008. Формат 60×84 1/16. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2. Тираж 120 экз. Заказ 429/491.

Отпечатано в типографии Издательства ЮУрГУ. 454080, г. Челябинск,
пр. им. В.И. Ленина, 76.