

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

На правах рукописи

(подпись)

ТРУБАНЕНКО ЕКАТЕРИНА ГЕОРГИЕВНА

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА
ВЫЕЗДАХ ИЗ Г. ПЕНЗЫ**

Том 1

**Выпускной квалификационной работы по
направлению 07.04.01 – Архитектура**

**Научный руководитель:
кандидат технических наук, профессор
Круглов Ю.В.**

Пенза 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Архитектурный факультет
Кафедра «Градостроительство»

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента по выполнению задач
Государственной итоговой аттестации

Трубаненко Екатерины Георгиевны

Фамилия, имя, отчество студента

тема выпускной квалификационной работы: Определение перспективных
транспортных потоков на выездах из г. Пензы

квалификация (бакалавр, магистр, специалист) магистр

нужное указать

направление подготовки: 07.04.01 – Архитектура

Исходные данные к работе: Нормативная документация по градостроительству, учебники, научные журналы и статьи, справочные данные сети Internet.

Задача: Разработать метод, основанный на принципах комплексности и системности, для определения перспективных транспортных потоков на выездах из города.

Диссертация представляется к защите «_20_» июня _____ 2017 г.

Научный руководитель диссертации _____ к.т.н., проф. Круглов Ю.В.

(уч. степень, уч. звание, фамилия, и., о.)

Задание принял к исполнению Трубаненко Е.Г. _____ Ф.И.О. магистранта)
(подпись)

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную работу студента по выполнению задач
Государственной итоговой аттестации

Трубаненко Екатерины Георгиевны

Фамилия, имя, отчество студента

тема выпускной квалификационной работы: Определение перспективных
транспортных потоков на выездах из г. Пензы

квалификация (бакалавр, магистр, специалист) магистр

нужное указать

направление подготовки: 07.04.01 – Архитектура

Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)
(представлена в Приложении А к отзыву научного руководителя)

Объём заимствований из общедоступных источников **считать**
допустимым/недопустимым (указать)

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям¹

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить «соответствует», «соответствует не в полной мере», или «не соответствует»)
1. Актуальность темы	соответствует
2. Соответствие содержания теме	соответствует
3. Полнота, глубина, обоснованность решения поставленных вопросов	соответствует
4. Новизна	соответствует
5. Правильность расчетных материалов	соответствует
6. Возможности внедрения и опубликования работы	соответствует
7. Практическая значимость	соответствует
8. Оценка личного вклада автора	соответствует

Недостатки работы: не выявлено

Общее заключение о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям:
ВКР установленным в ООП требованиям соответствует / частично соответствует/не соответствует
(нужное подчеркнуть)

¹ Список требований к выпускным квалификационным работам, их содержательные характеристики и критерии оценки соответствия устанавливаются методическими комиссиями факультетов (институтов) и приводятся в Основных образовательных программах.

Обобщенная оценка содержательной части
выпускной квалификационной работы (*письменно*):

отлично

Научный руководитель: проф. каф. «Градостроительство» ФГБОУ ВО «ПГУАС», к.т.н., проф.

Круглов Ю.В.

Полное наименование должности и основного места
работы, ученая степень, ученое звание

Подпись

Расшифровка подписи

«20» _____ июня 2017 г.

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)**

Задания	Компетенция	Обобщенная оценка сформированности компетенций ²
1. Составление программы-задания к выбранной теме ВКР	ОК-4, ОК-9	отлично
2. Сбор и анализ материала по теме ВКР	ОПК-1, ОПК-4	отлично
3. Разработка опытно-экспериментальных мероприятий (теоретическая часть)	ОПК-4, ОПК-3, ПК-4	отлично
4. Разработка графической части ВКР	ОК-8, ОПК-4, ПК-4	отлично
5. Разработка текстовой части ВКР	ОК-8, ОПК-4	отлично
6. Защита проекта	ПК-6	отлично

² Интегральная оценка сформированности компетенции определяется с учетом полноты знаний, наличия умений (навыков), владения опытом, проявления личностной готовности к проф.самосовершенствованию.

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу

Трубаненко Екатерины Георгиевны

Фамилия, имя, отчество студента

тема выпускной квалификационной работы: Определение перспективных
транспортных потоков на выездах из г. Пензы

квалификация (магистр, специалист) магистр
нужное указать

направление подготовки: 07.04.01 – Архитектура

Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)
(представлена в Приложении Б к отзыву рецензента)

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить «соответствует», «соответствует не в полной мере» или «не соответствует»). Обосновать.
1. Актуальность темы	соответствует
2. Соответствие содержания работы заявленной теме	соответствует
3. Полнота проработки вопросов	соответствует
4. Новизна	соответствует
5. Наличие оригинальных разработок	соответствует
6. Качество анализа	соответствует
7. Практическая значимость и применимость результатов на практике	соответствует

Достоинства содержательной части выпускной квалификационной работы:

Выбранная проблематика раскрыта полностью и всесторонне, выработанные
рекомендации и предложения имеют большую практическую значимость. Работа
написана на высоком научном уровне и отличается логикой построения. Исследование
демонстрирует самостоятельность в подходах к изучению материала, хороший уровень
теоретической подготовки.

Ошибки и недостатки содержательной части выпускной квалификационной работы:

Не выявлено

Общее заключение о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям:

ВКР установленным в ООП требованиям соответствует / частично
соответствует/не соответствует (*нужное подчеркнуть*)

Обобщенная оценка содержательной части
выпускной квалификационной работы (*письменно*): отлично

_____ Зиятдинов З.З.
Полное наименование должности и основного места работы, ученая степень, ученое звание *Подпись* Расшифровка подписи

«_20_» _____ июня _____ 2017 г

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)**

Задания	Компетенция	Обобщенная оценка сформированности компетенции ¹
1. Составление программы-задания к выбранной теме ВКР	ОК-4, ОК-9	отлично
2. Сбор и анализ материала по теме ВКР	ОПК-1, ОПК-4	отлично
3. Разработка опытно-экспериментальных мероприятий (теоретическая часть)	ОПК-4, ОПК-3, ПК-4	отлично
4. Разработка графической части ВКР	ОК-8, ОПК-4, ПК-4	отлично
5. Разработка текстовой части ВКР	ОК-8, ОПК-4	отлично
6. Защита проекта	ПК-6	отлично

¹ Интегральная оценка сформированности компетенции определяется с учетом полноты знаний, наличия умений (навыков), владения опытом, проявления личностной готовности к проф.самосовершенствованию.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**Пензенский государственный
университет архитектуры и
строительства**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Заведующего кафедрой «Градостроительство»
Херувимовой Ирины Александровны**

Рассмотрев ВКР студента группы №

_____ АРХ-21м _____
_____ Трубаненко Екатерины Георгиевны _____
_____ фамилия, имя, отчество студента

выполненную на тему _____ Определение перспективных транспортных
_____ потоков на выездах из г. Пензы _____

_____ по реальному заказу _____
_____ указать заказчика, если имеется

тема раздела НИРм

Глава 1. Теоретические основы изучения проектирования въездов в город и обзор методов прогнозирования транспортного потока.

Глава 2. Метод комплексного подхода к определению перспективных транспортных потоков на выездах из города.

с использованием ЭВМ _____
_____ название задачи, если имеется

в объеме __ 1,5х4,5 м _____ листов чертежей и ____ 96 ____ листов
текстовой части ВКР, отмечается, что проект выполнен в соответствии с
установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой _____ (подпись)

“ 20 ” _____ июня _____ 2017г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3-6
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЪЕЗДОВ В ГОРОД И ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА.....	7
1.1. Транспортный каркас города. Понятийный аппарат, постановка проблемы.....	7 – 11
1.2. Обзор направлений исследования. Уровни изучения проблемы организации городских въездов.....	12 – 16
1.3. Обзор принципов проектирования въездных магистралей.....	17 – 23
1.4. Обзор существующих методов прогнозирования транспортных потоков.....	24 – 28
Выводы по главе 1.....	29 – 31
ГЛАВА 2. МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ВЫЕЗДАХ ИЗ ГОРОДА.....	32
2.1. Въезды в город как отдельные элементы в структуре поясного зонирования.....	32 – 35
2.2. Обзор историко-генетических сведений о формировании основных въездных направлений в г. Пензу. Современные въезды в город, их классификация.....	36 – 40
2.3. Построение графиков насыщения транспортной сети г. Пенза.....	41 – 44
2.4. Семантико-эстетический анализ существующих въездов в г. Пензу.....	45 – 48
2.5. Анализ факторов, влияющих на загруженность въездов.....	49 – 52
2.6. Рекомендации по внесению изменений в существующие нормативы и реконструкции УДС.....	53 – 56
Выводы по главе 2.....	57 – 58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	60 – 63

ПРИЛОЖЕНИЯ	64
Приложение А. Параметры УДС и статистические данные по автомобилизации.....	65 – 68
Приложение Б. Анализ въездных пространств и обзор принципов проектирования въездных магистралей.....	69 – 72
Приложение В. Обзор методов прогнозирования транспортных потоков.	73 – 83
Приложение Г. Территориальное зонирование транспортного каркаса.....	84 – 87
Приложение Д. Историко-генетический анализ формирования основных въездных направлений в г. Пензу.....	88 – 90
Приложение Е. Графический материал экспериментальной части исследования.....	91 – 96

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная инфраструктура является одной из основных структуроформирующих систем города, обеспечивающей взаимосвязь его функциональных элементов и организацию межселенных связей.

Объем городских, междугородных и межрегиональных автоперевозок в XXI веке непрерывно растёт, обгоняя дорожное строительство. Резерв пропускной способности магистралей и транспортных узлов значительно сократился, а на некоторых участках уже давно себя исчерпал. Такая ситуация ведет к увеличению плотности транспортного потока, провоцирует возникновение заторов на дорогах, снижение безопасности и удобства движения, повышение шумового загрязнения, увеличение загазованности воздушного бассейна. В этих условиях необходимо обеспечить требуемую пропускную способность пересечений дорог, транспортных развязок и их соединительных ответвлений.

Большое влияние на рост интенсивности движения на дорожно-уличной сети оказывают транспортные связи между городом и пригородной зоной. Одна из транспортных проблем крупного города связана с въездом в пределы городской черты. Особенно усиленной транспортной нагрузке подвергаются пересечения и примыкания автомобильных дорог на въезде в город, где интенсивность движения сравнима с наиболее загруженными магистралями центральной зоны города. Исследования транспортных потоков улично-дорожной сети г. Пензы на данный момент показали, что в «часы пик» происходит насыщение некоторых магистралей до верхнего предела границы пропускной способности, а на отдельных участках наблюдается перенасыщение. Пиковое насыщение происходит на узлах пересечений, где пропускная способность изжила себя, что влечет за собой множество негативных факторов.

Внегородские дороги должны обеспечивать удобный ввод в город и вывод из него потока автомобилей и пропуск транзита без особых помех для населения и уличного движения. Необходимо создать условия для

нормальной, эффективной работы транспортных узлов на городской периферии путем решения конкретных задач. Причины перенасыщений и заторов на выезде из города связаны с увеличением транзитного потока, которое в свою очередь, связано с ростом маятниковой миграции, активной застройкой городских пригородов, неоднородностью транспортного потока.

В сложившейся на сегодняшний день ситуации наиболее актуальным является не только местное вмешательство, но предупреждение проблемных мест в транспортной системе города. Для этого необходимо применение комплексного подхода, основанного на изучении методов и принципов проектирования улично-дорожной сети города и отдельных элементов ее структуры. Требуются новые градостроительные приемы и методы для проектирования и реконструкции УДС. В данной работе одной из исследуемых количественных характеристик будет являться величина транспортного потока в узлах пересечений на въезде в город.

Исследования, направленные на разработку методов проектирования въездов в город актуальны на текущий момент. Такие исследования должны базироваться на объективных данных, полученных в результате натурных обследований. Эти данные могут лечь в основу своевременной реконструкции улично-дорожной сети, а также расчета емкости транспортно-пересадочных узлов. Имея статистические данные по величине транзитных потоков, можно дать прогноз на его будущее развитие, используя метод линейной экстраполяции.

Исследования, направленные на определение перспективных въездов в город, в первую очередь, направлены на определение ключевых точек приоритетного развития, и, как следствие, обеспечение рационального и экономичного проектирования, в чем состоит **актуальность** данной тематики.

При грамотном прогнозировании значительно сокращается объем финансовых вложений в строительство и реконструкцию УДС, т.к.

перспективная пропускная способность учитывается на стадии проектирования.

Данные о перспективной интенсивности движения в узлах пересечений на выезде из города позволят определить возможность пропуска транзитного движения через город в перспективе, заложить требуемый резерв пропускной способности существующих магистралей, выбрать варианты размещения кольцевых и обходных дорог и их технические параметры.

Возрастающее значение въездных зон предъявляет особые требования к их архитектурно-градостроительной организации и эстетическому облику. Эта проблематика актуальна на сегодняшний день и должна быть рассмотрена в комплексе с проблемой транспорта, однако она требует дополнительной научной проработки.

Объект исследования представлен въездами в г. Пензу. **Предметом исследования** является типология въездов в город, параметры классификации, ранжирование, интенсивность транспортных потоков в узлах пересечений на въезде в город.

Целью исследования является разработка системного подхода для определения перспективных потоков на въездах в город на основе натурных обследований транспортных потоков. При разработке методики важными являются следующие **задачи**:

1. Выявление роли транспортно-планировочного каркаса в развитии города;
2. Рассмотрение основных направлений исследования относительно организации городских въездов;
3. Изучение методов проектирования въездов в город;
4. Обзор существующих методов прогнозирования транспортных потоков;
5. Анализ участков УДС на въездах в город и выявление их особенностей по отношению к центральной, срединной и периферийной зонам;

6. Формулировка понятия въезда в город, разработка классификации въездов в г. Пензу;
7. Построение графиков насыщения магистралей на въездах в г. Пензу и выявление процента запаса пропускной способности;
8. Предложение конкретных решений, направленных на уточнение существующих нормативов.

Теоретическую базу исследования составили работы авторов, связанные с изучением проектирования въездов в город на различных уровнях: Д. Апплейярда, К. Линча, Д. Майера, А.Е. Страментова, М.С. Фишельсона, Е.А. Меркулова, Э.Я. Турчихина, Е.Н. Дубровина.

Границы исследования.

Временные: 1971 – 2017 гг., территориальные – административные границы г. Пенза, проблемные границы исследования – узлы въездов в город.

Научная новизна.

Научная новизна заключается в том, что впервые применен системный подход к проблеме проектирования въездов в город. Получены данные о величине транспортных потоков в узлах на въездах в город и выявлен процент запаса пропускной способности магистралей. Выявлены особенности въездов по отношению к периферийной части города.

Практическое значение.

Разрабатываемый метод может быть применен при проектировании и реконструкции Генеральных планов крупных городов, в частности для транспортного каркаса, и комплексных транспортных схем. Для города Пензы метод обладает преемственностью, а данные полученные в ходе анализа УДС г. Пензы, уже могут быть использованы для внесения изменений в Генплан и систему управления городских транспортом.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЪЕЗДОВ В ГОРОД И ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

1.1. Транспортный каркас города. Понятийный аппарат, постановка проблемы.

Транспортный каркас является планировочной основой города и его важнейшей инфраструктурой. Рационально запроектированный транспортный каркас представляет собой систему, обеспечивающую наиболее удобные и по возможности прямолинейные связи в основных направлениях. ТК выполняет функцию взаимной корреспонденции между элементами планировочной структуры: селитебной зоной, промышленными районами, общегородским центром, местами массового отдыха и спорта, зоной внешнего транспорта. Кроме того, ТК формирует планировочный каркас расселения и городское функциональное зонирование, а также обеспечивает транспортные связи города с прилегающими территориями и другими населенными пунктами.

Низкий уровень развития транспортных систем городов, отсутствие планировочного единства, взаимодействия отдельных видов и звеньев транспортных систем привели к значительным перепробегам транспорта, к чрезмерным затратам времени на поездки, и, как следствие, транспортной усталости пассажиров и повышенной загрузке отдельных участков ТК. Наиболее напряженная обстановка сложилась в крупных и крупнейших городах при въезде в центральный район и выезде из него в утренний и вечерний часы пик, а также на выездах из города в предвыходные и выходные дни [26].

Одни из наиболее важных факторов, определяющих градостроительную ценность территории – транспортная доступность, удаленность от объектов социального, культурного, бытового, общественно-делового, рекреационного назначения, наличие социальной, инженерной,

транспортной инфраструктур, обеспеченность коммуникациями. Все эти показатели напрямую или косвенно зависят от грамотно запроектированного и успешно функционирующего транспортного каркаса города.

Транспортная система города – сложная система, включающая в себя ряд подсистем: магистральную сеть и сооружения, подвижной состав и депо, гаражи, парки и ремонтную базу, а так же систему управления. Сюда же входит и кадровый ресурс, обслуживающий транспортную систему [28]. Магистральные сети автомобильного транспорта – наиболее долговечный ресурс в транспортной системе города. Многообразие подвижного состава требует дифференциации магистральной сети сообщений, необходимо разделять пассажирский и грузовой транспорт, транзит. Наибольшую загрузку магистралей дает личный автомобильный транспорт. Показателей работы УДС определяют полноценное функционирование транспортной системы города.

Улично-дорожная сеть характеризуется следующими основными параметрами, которые влияют на эффективность работы ТК: доступность центра города, конфигурация, плотность, коэффициент непрямолинейности, связность, степень сложности узлов. Они же влияют на эффективное обеспечение оптимальных скоростей сообщения машино-потоков в системе городского движения. Оценка этих и других параметров является начальной обязательной составляющей градостроительного проектирования: генеральных планов (в разделах, связанных с УДС), комплексных транспортных схем (КТС) [19, 3].

Доступность городского центра является одним из ключевых параметров, поскольку центр города представляет собой сосредоточение всех объектов, с которыми связаны различные виды жизнедеятельности. Именно общегородской центр должен быть принят в качестве опорной точки, относительно которой определяется транспортная доступность всех остальных участков городской территории. Транспортная доступность также влияет на экономические параметры, например стоимость недвижимости.

Существуют принципиально различные схемы построения конфигурации магистралей ТК: радиальная схема, радиально-кольцевая схема, прямоугольная схема, прямоугольно диагональная, треугольная, гексагональная, свободная, комбинированная (Рисунок А.1) [33]. Каждая из геометризованных схем обладает собственными параметрами критериев (Таблица А.2). Плотность УДС определяется отношением суммарной протяженности улично-дорожной сети к площади обслуживаемой территории города (км/км²) [33]. Слишком высокая плотность, хотя и способна обеспечить минимальные расстояния до магистральных линий, но имеет значительный недостаток в виде больших эксплуатационных расходов на содержание УДС. И, наоборот, слишком низкая плотность ведет к увеличению затрат времени на передвижение [5]. Минимальная плотность улично-дорожной сети, полученная расчетным путем, – 2,5 км/км² [32, с. 67-68], оптимальная 4 – 5,5 км/км². Города России характеризуются недостаточным развитием сети магистральных улиц (Рисунок А.3, А.4). В соответствии с генеральными планами, выполненными для крупных и крупнейших городов в период 1965–1975 гг., была предусмотрена достаточно высокая плотность сети городских дорог, однако эти показатели так и не были достигнуты и к настоящему моменту отличаются в разы от аналогичных показательней в некоторых крупных европейских городах. Так, плотность УДС Москвы (в старых границах) в 2,2 – 3,6 раза ниже по сравнению с крупнейшими городами мира (Рисунок А.5). В то же время, низким показателям развития УДС российских городов сопутствуют высокие темпы роста автомобилизации, наблюдающиеся в нашей стране уже более двадцати лет (Рисунок А.6). В некоторых регионах уровень автомобилизации уже превысил показатель 500 авт./ 1000 чел. (Рисунок А.7) Недостаточная обеспеченность магистральными улицами ведет к тому, что внешний транзит обслуживается сетью городских улиц, при этом игнорируется важнейший принцип функциональной специализации различных классов улиц и дорог, который положен в основу норм проектирования [19, с. 34-36].

Коэффициент непрямолинейности для каждой из конфигураций транспортного каркаса варьируется, оптимальное значение в целом для города – не более 1,2 [32]. Малая величина $K_{непр.}$ дает в компактном плане города высокие показатели транспортной системы в целом. Коэффициент непрямолинейности в значительной степени влияет на экономичность работы городского транспорта.

Связность дорожной сети характеризуют два показателя: коэффициент непрямолинейности и ранг связности. Ранг связности – это количество альтернативных маршрутов между двумя точками сети. Если ранг равен 1, значит маршрут безальтернативный. Мест с подобным коэффициентом особенно много у рек и ж/д путей, в том числе и в г. Пензе. Во многих городах России большое количество искусственных и естественных препятствий (реки, железные дороги, промышленные зоны) и мало мостов и тоннелей между ними. Более того, часто обнаруживается нехватка даже простых наземных связей. Из-за этого дорожная сеть «рваная» и многие участки перегружены «паразитным» трафиком [30].

Геометрия транспортных узлов является одним из важнейших параметров УДС. Сложность узла определяется количеством возможных точек пересечения, слияния и ответвления транспортных потоков [32]. Рекомендуется избегать узлов, образованных пятью или большим количеством магистральных улиц. Оптимальным с точки зрения регулирования транспорта является пересечение двух магистральных улиц под прямым углом. Однако с ростом интенсивности транспортных потоков пропускная способность узлов пересечений снижается, и возникает необходимость организации непрерывного движения с устройством пересечений в разных уровнях.

В конечном итоге, бесперебойное функционирование транспортного каркаса определяется его надлежащей плотностью, обеспечением эффективных скоростей машино-потоков, удовлетворительным коэффициентом непрямолинейности (зависит от схемы геометрии УДС) и

целесообразной конфигурацией сетевых узлов сообщения. Отдельное внимание стоит уделить организации движений транспорта на городской периферии.

Транспортный каркас города представляет собой систему магистралей, интегрированную с сетью внешних автодорог. Особо важное значение приобретает автомобильный транспорт для связи города с пригородной зоной, где расположены места массового отдыха, дачные поселки. Трассы автомобильных пригородных дорог в районе расположения города и вблизи него, а также ввод их в город должны быть согласованы и увязаны с существующими путями сообщения. Узлы пересечений и примыканий обходных магистралей к УДС обладают специфическими особенностями по сравнению с остальными пересечениями городских улиц: они подвергаются повышенной нагрузке за счет наличия транзитного движения. Такие узлы должны обеспечивать удобный ввод транспорта, ориентированного на город, и пропускать транзитный поток с присущей ему высокой скоростью без помех для городского движения.

В узловых точках на городской периферии важным показателем выступает доля транзитного потока. Проблемы организации городского движения, в том числе транзита освещены в научных трудах к.т.н. М.С. Фишельсона, проф. т.н. А.Е.Страментова. В книге «Проектирование городских дорог» авторы выделяют особые случаи проектирования улиц – в условиях сложного рельефа, на набережных, на подходах к мостам, а также на въездах в города [32].

Проблема организации въезда в город во взаимосвязке с наличием уже имеющихся недостатков существующих УДС городов выступает многогранной задачей, требующей комплексного подхода. Далее будут рассмотрены основные направления исследований и уровни изучения данного вопроса.

1.2. Обзор направлений исследования. Уровни изучения проблемы организации городских въездов.

Проблема организации городских въездов находит отражение в трудах отечественных и зарубежных исследователей – Д. Апплейярда, К. Линча, Д. Майера, А.Е. Страментова, М.С. Фишельсона, Е.А. Меркулова, Э.Я. Турчихина, Е.Н. Дубровина. К. Линч рассматривает, в основном, семантический аспект, сосредотачиваясь на проблеме восприятия окружающей среды с движущегося транспорта. В книге «Образ города» он отводит главным направлениям въезда ключевую роль в формировании образа города. Усложнение структуры пространства в виде слияния нескольких транспортных потоков и образования крупных развязок, по его мнению, служит семантико-пространственным акцентом: «Препятствия движению, часто резко осложняющие структуру, в определенных случаях способны ее прояснить, собирая поперечное движение в несколько потоков, приобретающих доминантное значение» [10, с.53-54].

Проблематика въезда в город рассмотрена в статье М. Лучковой в контексте «медиативных пространств» - видов городского пространства, выполняющих посреднические функции въезда и выезда, перехода из одного типа пространства в другое. Медиативные пространства въездов в город являются одновременно связующим и разграничивающим элементом среды. С одной стороны, это переход между структурно и функционально различными типами пространства – городским и не-городским, с другой - своего рода «маркировка», выделение границ города [11].

В историческом прошлом маркировкой въезда служили городская застава или въездные ворота. Они предоставляли точку контролируемого входа и выхода людей, транспорта, товаров, а также обладали рядом других функций: здесь велась торговля, проводились собрания. В современной градостроительной ситуации этот переход не является конкретной точкой на карте. В статье «Градостроительный анализ системы въездов в город Минск»

В.И. Авсюкевич характеризует въезд в город как «все пространство подъездного пути, в пределах от пригородной зоны до входа непосредственно в городскую застройку». Автор предлагает определять границы въездной зоны вдоль въездной магистрали 600 – 1000 м, что связано с условиями зрительного восприятия города с движущегося транспорта, глубинный размер – от 50 до 300 м исходя из планировочной структуры застройки.

На основе характеристики медиативных пространств въездов, выполненной М. Лучковой на примере города Хабаровска и анализа системы въездов в г. Минск Авсюкевича В.И. можно выделить следующие качественные характеристики въездных пространств:

- наличие крупного транспортного узла, объединяющего транзиты федеральной или региональной значимости и местное движение (мост, транспортная развязка, путепровод);
- контраст природного и городского ландшафта, общая структурированность пространства, указание на «вход» и «выход» из городской среды (стык высотной и малоэтажной застройки, активного и спокойного рельефа, антропогенного и природного ландшафта);
- наличие точечных и объемных элементов-сооружений различного масштаба, представляющих собой систему ориентиров местности (информационная стена, мемориал, историческая достопримечательность, или какое-либо сооружение, представляющее собой рекламный бренд – как знак Hollywood или мост «Золотые ворота» в Сан-Франциско);
- особый характер и функциональное назначение застройки (наличие придорожных комплексов, комплекса зданий или ансамблей застройки);
- наличие «представительской зоны» (развитых транспортно-пересадочных узлов, крупных автостоянок, объединенных с общественно-деловыми зонами, многофункциональными торгово-развлекательными и гостиничными комплексами);

- ассоциативность того или иного направления (с конечным пунктом поездки или назначением, например, выезд в сторону аэропорта или рекреационной зоны);

- наличие придорожного сервиса на подъездном пути (АЗС, СТО, кемпинги, стоянки).

На основе вышеперечисленного следует выделить три аспекта, определяющих характеристику въездов в город: функциональный, семантический и социокультурный. Функциональный аспект характеризует стратегическую и экономическую значимость въезда в структуре УДС города и пригородной зоны, основные параметры автомобильных дорог и магистралей – величину транзита, интенсивность транспортного потока, пропускную способность узла пересечения и т.д. Он включает в себя инженерно-техническую составляющую (все вопросы проектирования автомобильных дорог на въезде в город), а также вопрос функционального назначения прилегающей застройки.

Семантика въезда поддерживается так называемыми «образоформирующими» факторами, такими, как рельеф, ландшафт, панорама, силуэт застройки. В работе Д. Апплейярда, К. Линча, Д. Майера «Вид с дороги» приводится мысль о том, что «помимо утилитарных качеств транспортная магистраль может обладать качествами произведения искусства, а наблюдение за дорогой должно вызывать у человека эстетическое наслаждение» [31]. «Образоформирующие» факторы подробно рассмотрены Е.Н. Логуновой в связи с изучением особенностей формирования визуального образа крупного города. Среди таких факторов силуэт – «контурное восприятие городской среды», ландшафт – горы, холмы, лесные массивы.

С точки зрения социокультурного значения въезд в город может представлять собой историко-культурную достопримечательность, служить идентификатором местности. Характеристикой данного аспекта являются символические элементы на въезде в город, которые служат не только

эстетически привлекательными объектами, но и своеобразным информационным стендом, предоставляющим информацию о населенном пункте. Это, своего рода, «визитная карточка» города. По статистике, города с нестандартными, уникальными въездными символами оставляют наибольшее впечатление о поездке. Этот аспект неразрывно связан с понятием брендинга населенного пункта. Семантический и социокультурный аспекты в сумме являются эстетической составляющей въезда.

Стратегическая значимость въезда определяется местом населенного пункта в системе расселения, его положением относительно дорог федерального значения, внутренней планировочной организацией. Большое значение имеет структура внешних связей (производственных, трудовых, культурно-бытовых, рекреационных) с тяготеющими к нему населенными пунктами или городом-центром, к которому тяготеет данный населенный пункт. В зависимости от расположения дороги относительно границы городской территории транспортный узел ориентирован на обслуживание транзитных, внегородских или внутригородских перевозок [28]. Ключевыми точками въезда становятся пересечения и примыкания городских улиц с обходными и кольцевыми автомобильными дорогами, прокладываемых в районах крупных городов и сложных транспортных узлов с высоким трафиком. Такие въезды, как правило, получают наиболее выразительное пространственное решение (крупная транспортная развязка, мост и т.п.). В качестве примера М. Лучкова рассмотрела один из главных, стратегически значимых въездов в город Хабаровск. Он представляет собой систему пространств, состоящую из левобережной территории, двухъярусного моста и предмостовой территории на правом берегу, которая по административному статусу принадлежит городу. С функциональной точки зрения амурский мост является важнейшим узлом, объединяющим транзиты федерального значения (транссибирскую железную дорогу и автомагистраль, фактически продолжающуюся до Москвы; это единственная автомобильная дорога, соединяющая Дальний Восток с Европейской частью России).

Семантика въезда подчеркнута крутым рельефом местности и открывающейся панорамой города. Кроме того, амурский мост имеет богатую историю и является одной из наиболее ярких достопримечательностей города и обязательной частью экскурсионной программы. Амурский мост изображен на пятитысячной купюре, что является составляющей брендинга региона.

Второстепенные въезды образованы дорогами, проходящими через пригородные поселки, которые являются «дублерами» основных трасс, либо тупиковыми направлениями, ведущими к загородным местам притяжения или населенным пунктам.

Работы К. Линча, Д. Апплейярда, М., Д. Майера, Лучковой, В.И. Авсюкевича связаны с изучением городских въездов в основном на уровне композиции застройки. Авторы уделяют внимание семантическому и социокультурному аспектам.

В фундаментальных работах отечественных авторов, специалистов-транспортников, внимание уделено инженерно-технической стороне вопроса. Этот вопрос требует отдельной проработки.

1.3. Обзор принципов проектирования въездных магистралей.

Структура транспортного потока на въездах и в центральной части города различна, так как большую долю транспортного потока на приоритетных въездах формирует транзит. Это отличие лежит в основе принципов проектирования въездных магистралей.

Е.А. Меркулов, проф. А.Е. Страментов рассматривают крупные города как транспортные узлы междугородных автомобильных дорог. Продолжением этих дорог внутри городской территории служат транзитные улицы. Обязательными элементами улиц-въездов должны быть тротуары, аллеи, бульвары, разделительные полосы с устройством зеленых декоративных полос [31, с. 297]. Большое внимание авторы обращают на важность проведения мероприятий по исправлению плана и профиля трассы, обеспечение видимости в целях безопасности движения (спрямление трасс), увеличение радиуса кривых. При проектировании въездов в город необходимо предусмотреть следующее:

- пропуск автомобильного движения в город или выезд из города с повышенной скоростью без излишних задержек на перекрестках (рекомендуется устройство пересечений в двух уровнях);
- пропуск внутригородского транспорта, по возможности, с отделением его от транзитного движения;
- безопасное и удобное движение пешеходов (сооружение подземных и надземных переходов, обеспечение доступа для МГН);
- комплексное благоустройство въездов, являющихся одновременно городскими магистральными улицами;
- архитектурное оформление въездов, формирующее первое впечатление о городе у въезжающего;
- техническое обслуживание транзитного движения – устройство СТО, АЗС и т.д. [31, с. 298].

А.Е. Страментов, М.С. Фишельсон рассматривают город как узел автомобильных дорог с интенсивными транспортными потоками, часть которых заканчивается в городе, образуя узел въезда, и «поглощается» им, а часть проходит через него как промежуточный пункт, задевая город как бы по касательной. Авторы предлагают основные принципиальные схемы пропуска транзитного движения через города:

- 1) трассирование автомагистралей в обход городской территории и «подвязка» города к автомагистрали при помощи специальных подъездов;
- 2) трассирование автомагистралей касательно к городской территории;
- 3) трассирование автомагистралей через городскую территорию (дорога должна проектироваться как скоростная) [32, с. 54]

В планах дорожного строительства разных стран значительное место уделяется постройке обходов населенных пунктов. В Германии существовал план вынесения магистральных дорог из всех населенных пунктов с населением свыше 9000 чел. В Чехии был предусмотрен обязательный обход дорогами всех городов с населением менее 25 тыс. человек. В США, напротив, получила развитие идея строительства глубоких скоростных вводов в город, полностью изолированных от местного движения. По утверждению американских урбанистов, в городах с населением от 150 до 500 тыс. человек протяженность улиц скоростного движения может составлять от 2 до 4% от общего протяжения улично-дорожной сети. В городах с населением свыше 500 тыс. человек протяженность таких улиц возрастает до 4 – 6% [32].

Первая схема представляет собой обходную кольцевую магистраль, протрассированную вне городской территории. Обходная кольцевая магистраль позволяет пропускать транзит в обход города и перераспределять транспортный поток, идущий в город с разных направлений. Для компенсации потери времени авторами предлагается обеспечить скорость

движения на кольце на 60% выше, чем в городе (так как длина полуокружности равна 1,57 длины диаметра).

Другой вариант предполагает создание внутригородского скоростного кольца, на котором замыкаются внешние магистральные направления. В этом случае транзит вводится в город, но направляется в обход его центральной части. Такая схема принята в Лондоне, Париже, Стокгольме, Бостоне, Детройте, Питтсбурге, Канзас-Сити.

Сочетание двух предыдущих схем характерно для крупнейших городов преимущественно с радиально-кольцевой планировкой. Кроме внешнего обходного кольца, которое перехватывает транзит, имеется еще внутреннее кольцо, которое принимает внешние потоки, тяготеющие к городу, перераспределяя их по внутригородским направлениям и освобождая от излишней загрузки центр. Планировочный каркас г. Москвы тяготеет к данной схеме.

Глубокие вводы внешних автодорог в город целесообразны в городах, где величина транзита минимальна (Хельсинки), однако они требуют соответствующих инженерных решений, которые обеспечили бы движение транспорта по глубокому вводу с достаточно высокими скоростями, при условии безопасности и помех для местного движения.

В том случае, если внешние магистрали трассируются касательно к городской территории, возникает еще один вариант схемы. Ее можно считать наиболее экономичной, так как, отвечая необходимым требованиям отвода транзитного движения от города и ввода в город тяготеющих к нему транспортных потоков, она не требует специальных инженерных устройств. Подобная схема принята во многих городах Германии: Штутгарте, Франкфурте, Ганновере, Нюрнберге.

Часто внешние автомобильные магистрали проходят через город, как бы «обтекая» центр. Такая схема мало отличается от глубокого ввода. Такое решение характерно для Саратова, Омска, Вены, Мюнхена, Цюриха, Филадельфии, Хьюстона. Ее разновидностью является схема, при которой

автомагистраль проходит через центр города. Такая схема характерна для многих российских исторически сформировавшихся городов, развивавшихся на междугородных трактах (Орел, Тверь, Тула) и не может к настоящему моменту считаться удовлетворительной, поскольку магистраль в пределах города и даже его центрального района является обычной городской улицей. В крупных американских городах при пропуске автомагистрали через центр города ее решают во втором уровне с развязками на всех пересечениях. Подобное решение осуществлено в Лос-Анжелесе, где через центр города проходит автомобильная дорога, соединяющая города Сан-Франциско и Сан-Диего.

Простейшая схема присоединения города к проходящей рядом автомагистрали – с помощью специального подъезда. Удаление города от автомагистрали не должно быть слишком большим – в пределах 2 – 5 км. Такая схема была принята для Смоленска, Можайска (впоследствии обходная магистраль продублирована дорогой, проходящей через центр).

Выбор принципиальных схем зависит от множества факторов: степени сложности внешних узлов, размеров города, участия транзитного движения в общем потоке и естественных условий.

Страментов и Фишельсон также подробно рассматривают проблему классификации транспортных узлов, которая имеет большое значение на въездах. Они выделяют 8 классов узлов пересечений. Недопустимым рассматривается допуск пересечения объездных магистралей с улицами в жилой застройке.

Е.А. Меркулов также затрагивает тему расположения автомобильных дорог относительно городской территории. Населенные пункты, возникающие в непосредственной близости от автомобильных дорог, он рекомендует размещать по одну сторону от дороги. При более развитой УДС пригородные и местные автомобильные дороги, обслуживающие город, являющийся для них конечным или промежуточным пунктом, вливаются в уличную сеть.

Е.А. Меркулов поднимает вопрос зависимости узла пересечения на въезде от интенсивности движения. При небольшом движении примыкание следует предусматривать в одном уровне. В месте сосредоточения нескольких пригородных дорог организацию движения перед въездом предлагается осуществлять по кольцу. При интенсивном движении на автомобильной дороге, по словам автора, пересечения необходимо осуществлять в разных уровнях. Ввод скоростных автомагистралей в город рекомендуется осуществлять в разных уровнях, внеуличные скоростные дороги проектировать по хордовым направлениям. Трассирование автомобильной дороги в обход населенных пунктов с устройством к ним подъездов рекомендуется в случаях, когда имеется интенсивное транзитное движение или когда пересечение территории населенного пункта связано с удлинением дорог, снижением скорости и уменьшением безопасности движения. Таким образом, все автодороги с большой долей транзита, по Меркулову, необходимо проектировать как ближний (по хорде) или дальний обход.

При обходе крупных городов Е.А. Меркулов видит рациональным сооружение кольцевых (или подкольцевых) дорог, обеспечивающих проезд с одной магистрали на другую, минуя жилую застройку. В местах пересечений кольцевой дороги с автомагистралями необходимо предусматривать пересечения в разных уровнях различной сложности. Следовательно, пересечение вылетной магистрали с кольцевой или хордовой связью – это всегда развязка в нескольких уровнях. Автор подчеркивает, что трасса кольцевой автомобильной дороги вокруг города должна проходить на таком расстоянии от существующей его границы, чтобы сооружение дорожной магистрали не препятствовало его перспективному росту.

«На кольцевых дорогах сооружают бензозаправочные станции, станции технического обслуживания автотранспорта, гостиницы для пассажиров и водителей». Такой придорожный сервис не полностью соответствует современным представлениям об объектах инфраструктуры на

въезде. Кольцевая магистраль рассмотрена как условная граница города, пересечения радиальных магистралей, следовательно, – основные точки въезда.

Автор рекомендует детально продумать условия движения транспорта по пересечению, чтобы заранее наметить тип, количество и места расстановки указательных знаков и сигналов.

Е.А. Меркулов предлагает следующую организацию въездных магистралей. Поперечный профиль улицы-въезда должен предусматривать устройство трех отдельных проезжих частей, из которых средняя служит для транзитного, а две крайние — для местного движения. При небольшом транзитном движении возможно устройство общей проезжей части с обязательным учетом местного движения, пропуска общественного транспорта и устройства стоянки автомобилей у зданий. В случае пропуска транзита по городским улицам Меркуловым рекомендуется составить вариант обхода города, который может быть осуществлен по мере роста транзитного движения [15].

Участки вылетных магистралей на въездах могут быть рассмотрены с позиции территориального зонирования города. Каждая из территориальных зон города имеет свои особенности УДС, плотности застройки и характеристик подвижного состава. Въездные магистрали составляют совершенно особую группу в связи с коренными отличиями по сравнению с магистралями периферийной зоны. Профессором Ю.В. Кругловым было выдвинуто предположение, что коэффициенты запаса пропускной способности УДС на въездах отличаются от аналогичных показателей по центральной, срединной и периферийной зон города. Это предположение нуждается в подтверждении или опровержении. Необходимо произвести натурные обследования по подсчету интенсивности транспортных потоков на въездах в город.

Расчет интенсивности движения сам по себе является необходимым условием для рационального проектирования въездов. «Методические

рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам» выделяют «интенсивность и состав транспортного потока как исходный параметр, с учетом которого определяется классификация и основные транспортно-эксплуатационные и технические параметры проектируемой автомобильной дороги».

Рассмотренные методы проектирования въездных магистралей учитывают расположение автомобильных дорог по отношению к городской территории, геометрические параметры этих дорог, интенсивность потока транспорта и его состав, транзитную составляющую.

Расчет перспективной интенсивности потока транспорта играет ключевую роль в прогнозировании перспективных потоков и, в частности, потоков транспорта в узлах пересечений на въездах. Далее рассмотрим основные существующие методы прогнозирования корреспонденций пассажиров и транспорта.

1.4. Обзор существующих методов прогнозирования транспортных потоков.

В ходе изучения отечественных и зарубежных исследований не выявлено специализированных методик определения перспективных потоков на въездах в город. В связи с этим, наряду с обзором основных принципов проектирования въездов в город, следует рассмотреть методы, которые нашли применение в прогнозировании транспортных потоков в целом по городу. В условиях постоянного роста автомобилизации населения особое значение приобретает научно обоснованный прогноз развития городского транспорта и, прежде всего, определение перспективных размеров автомобильного движения, оказывающего решающее влияние на загрузку улиц и дорог.

Методы прогнозирования перспективных транспортных потоков можно разделить на две большие группы – логико-эвристические и методы моделирования (Рисунок В.1) [18]. В группе логико-эвристических методов широкое применение находит метод аналогии. Среди методов моделирования особое место занимают гравитационная модель и методы экстраполяции.

Гравитационная модель основана на принципе транспортного районирования – выделении элементарных относительно однородных городских территорий. Все связи пунктов, находящихся в транспортном районе, условно приводятся к одной точке, расположенной в центре района. Его основными транспортными характеристиками являются прибытие и отправление пассажиров, которые служат исходной информацией для дальнейших расчетов (Приложение В). Подробную классификацию поездов предлагали А.М. Якшин, В.Г. Давидович [24].

В качестве примера можно привести метод расчета пассажирообразования районов, который применялся на практике в киевском Гипрограде. Рассматриваются четыре основные группы передвижения населения: трудовые и учебные, культурно-бытовые к учреждениям

общегородского значения, к учреждениям районного значения и к объектам повседневного обслуживания. Профессор В.А. Черепанов предлагал другой подход. Основным пассажирообразующим фактором является население района, а поглощающим – места приложения труда и культурно-бытового обслуживания населения.

Применение экстраполяционных методов расчета в отечественной градостроительной практике – редкость. Однако эти методы обладают рядом достоинств, благодаря которым возможно их внедрение в прогнозирование различных показателей. Методы экстраполяции базируются на использовании данных о распределении корреспонденций между районами в прошлом и на основе динамического ряда формируют коэффициенты роста. Существуют следующие виды методов данного класса:

- метод единственного коэффициента роста;
- метод средних коэффициентов роста;
- детройский метод;
- метод Фратара (Приложение В).

Метод единственного коэффициента роста [17].

Фактические величины корреспонденций пассажиров между районами и прогноз роста пассажирооборота города используются в качестве исходной информации для расчета. Тот факт, что этот метод не принимает во внимание соотношения динамики роста между районами, является его большим недостатком. Применение этого метода расчета в градостроительной практике приводит к грубым ошибкам, применяется только для приближенных оценок возможных потоков транспорта в условиях проектирования какого-либо элемента Генерального плана города.

Метод средних коэффициентов роста [17].

Расчет в данном методе тоже основывается на материалах обследований фактических корреспонденций пассажиров в городе. С помощью уравнений авторегрессии, определяются величины ожидаемого пассажирооборота районов, а затем и средние коэффициенты роста. Эти

коэффициенты учитывают различные темпы развития тех или иных районов города, однако при различном росте подвижности городского населения, появления новых жилых и промышленных районов, этот метод приводит к большим погрешностям. Именно по этой причине метод применяется для расчетов крайне редко.

Детройтский метод [17] .

Для проектирования системы магистралей г. Детройта был разработан метод с применением другой экстраполяционной формулы. Её основное отличие от предыдущих методов в наличие коэффициента роста объема пассажироперевозок (или поездок легковых автомобилей всего города). То есть метод учитывает показатели роста не только отдельных районов, но и привязывает сюда коэффициент роста в целом по городу. Детройтский метод дает более эффективные результаты, чем вышеупомянутые методы и прост в расчетах. С помощью данного метода можно добиться высокой точности в расчетах, но и он имеет свои недостатки. Прогнозная корреспонденция пассажиров нуждается в корректировке, так как окончательная величина отличается от заданной. Полученная разница будет тем больше, чем больше разница в тенденциях роста исследуемого района и города. Как итог, использовать расчетные данные можно лишь после тщательной проверки и внесения корректив.

Метод Фратара [17].

Метод был разработан в начале 50-х годов в США проф. Томасом Дж. Фратаром. Иногда называется методом Гросс-Фратара в связи с тем, что он аналогичен итерационному решению Гросса статистически неопределимых стержневых систем. Данный метод использует местные факторы влияния различных темпов роста остальных районов на распределение пассажиропотоков между рассматриваемыми районами. Важным требованием является строгое соответствие между заранее определенной величиной пассажирооборота района и суммой, полученной в результате расчета корреспонденции этого района. Метод использует итерационный

процесс приближения к окончательному решению. Каждая последующая итерация отличается от предыдущей на один шаг. Определение корреспонденций пассажиров между районами сводится к многократному повторению расчетов, причем результаты каждого промежуточного шага – исходный материал для последующего. Вычисление производится до тех пор, пока коэффициент итерации не будет равен 1. Внутрирайонные поездки определяются непосредственно расчетом. Одно из основных требований метода – измерение существующего уровня движения по каждому сообщению между районами.

Метод Фратара получил широкое распространение в зарубежной градостроительной практике. Трудоемкие расчеты, необходимые для этого метода, выполняются с помощью компьютера, что существенно облегчает задачу.

Методы экстраполяции являются наиболее распространенными и проработанными. Цель методов экстраполяции – показать к какому состоянию в будущем может прийти объект, если его развитие будет осуществляться с той же скоростью или ускорением, что и в прошлом [20].

Главная составляющая при разработке модели прогнозирования на основе устойчивого временного ряда и статистических данных изменений количественных параметров объекта – тренд. К тренду уже прикладываются другие составные части. Итог прогноза при этом базируется в основном исключительно на изменении во времени. В экстраполяционных прогнозах особо важным является не столько предсказание конкретно изучаемого объекта, сколько своевременное фиксирование объективно намечающихся сдвигов, лежащих в зародыше назревающих тенденций. Самый простой вид экстраполяции – прямая экстраполяция, где динамический ряд продолжается с момента начала, до времени прогноза. Основной закон простой экстраполяции: если имеется период 1,2,3,4 то при условии отсутствия внешних воздействий и сохранения устоявшейся тенденции развития динамический ряд будет выглядеть как 5,6,7,8 и так далее. В отдельных

случая прогнозирования таким методом является очень оправданным. Для краткосрочного прогнозирования наряду с другими приемами могут быть применён метод скользящей средней. Этот метод основан на определении прогнозного значения как для среднего всех значимых прошлых наблюдений. Данные методы применим только в случае, когда процессы, генерирующие временные ряды, стабилизировались и внешние факторы будут оставаться неизменными, т.е. в данных отсутствуют тренд и сезонные колебания. В качестве примера такого типа рядов могут выступать объемы выпуска продукции предприятием, оборудование которого загружено в полном объеме, а увеличение производственных мощностей – невозможно. Скользящее среднее потока K – это среднее арифметическое K последних уравнений ряда. Величина K определяется самостоятельно. Чем меньше это число, тем больше удельный вес приобретают данные за последние периоды. И наоборот, большее число используемых периодов уменьшает удельный вес последних данных [14,17]. Данный метод дает прогнозную точечную оценку и более эффективно используется при краткосрочном прогнозировании. Преимущество данного метода состоит в том, что он прост в применении и не требует обширной информационной базы.

Для скользящей средней существует несколько методов построения: простая, линейно-взвешенная, экспоненциальная, сглаженная (Приложение В). Метод экстраполяции получил широкое применение в странах Европы и США. Экстраполяционный метод простой и недорогой в использовании, ему необходима лишь временная база прошедших лет для выявления тенденций роста. Необходимость использования такого простого метода несет в себе очень важную практическую значимость для современной градостроительной практики в области проектирования и реконструкции транспортного каркаса крупных городов.

Выводы по главе 1.

Транспортный каркас города является сложной динамичной системой. Среди характерных недостатков транспортных сетей городов России выявлены недостаточная плотность УДС, низкая связность дорожной сети (в т.ч. низкий коэффициент прямолинейности), отсутствие магистралей скоростного и непрерывного движения. Все эти факторы влияют на перегруженность некоторых участков ТК. Особенно напряженная обстановка сложилась в том числе и на въездах в города.

Въезды в город являются отдельными элементами в планировочной структуре города и транспортного каркаса. Въезд в город представляет собой участок ввода внешней автомагистрали в город или транспортный узел пересечения, обеспечивающий пропуск транспортного потока по направлениям город-пригород (маятниковое движение), а также беспрепятственное движение транзитного транспорта. Важнейшая составляющая въездной зоны – это въездная магистраль, которая имеет определенные инженерно-технические параметры, индивидуальную интенсивность и состав транспортного потока. Кроме того, въезд в город служит смысловым и пространственным акцентом, участвующим в формировании образа города. Первое впечатление о городе составляют места въездов. Въездные пространства должны обладать высокой степенью информативности за счет установки неких символических элементов. Очень важно обеспечение четкой структурной организации на въездах, создание «представительских» зон, которые соответствовали бы определенному уровню благоустройства и масштаба городской застройки. Там же могут быть созданы благоприятные условия для размещения развитых транспортно-пересадочных узлов, крупных автостоянок, рассчитанных на долговременную стоянку грузового и пассажирского транспорта, общественно-деловых зон, гостиничных и развлекательных комплексов. Формирование развитых въездных зон позволит повысить общий потенциал

градостроительного и социально-экономического развития периферийной зоны города. В дальнейшем это позволит создать условия для нового строительства и развития рекреационных комплексов. Таким образом, совершенствование архитектурно-градостроительной организации въездных зон – задача, требующая отдельно научной проработки. Вопрос сооружения объектов придорожного сервиса на въездах непосредственно связан с проблемой интенсивности транспортного потока, т.к. развитие инфраструктуры по обслуживанию транспорта должно соответствовать темпам роста интенсивности движения. В настоящее время наблюдается нехватка сервиса, объекты зачастую не соответствуют международным требованиям, отсутствует полный комплекс предоставляемых услуг.

Транспортный поток въездных магистралей представляет собой многосоставное явление по причине наличия транзитного и маятникового движения, что отличает въезды от внутригородских улиц. Прогноз величины транспортного потока на въездах должен производиться с учетом транзита. Прогнозирование фактической пропускной способности магистралей позволяет наиболее точно отразить прогноз для общего состояния транспортного потока. Наиболее подходящим для текущих условий и возможным для применения является метод экстраполяции. Он достаточно прост, дешев и мобилен в использовании.

Актуальность изучения методик проектирования въездов подтверждается неблагоприятной транспортной ситуацией, сложившейся к текущему моменту на ключевых точках въезда в города. Запас пропускной способности на некоторых магистралях и узлах пересечений на въездах подходят к пиковой точке или же вовсе перегружены. В таких условиях задачей проектировщиков является использование системного подхода при проектировании и реконструкции въездных зон. Необходимо решать не только текущие проблемы местного характера, но и обеспечивать благоприятный прогноз на будущее для всей УДС города в целом. На этом фоне целесообразно использовать прогнозные и аналитические методы.

Таким образом, в связи с наличием нескольких аспектов проблема проектирования въезда в город приобретает комплексный характер и требует применения системного подхода.

ГЛАВА 2. МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОТОКОВ НА ВЫЕЗДЕ ИЗ ГОРОДА.

2.1. Въезды в город как отдельные элементы в структуре поясного зонирования.

Транспортный каркас представляет собой динамично развивающуюся систему. Для эффективного управления этой системой разработана классификация по классу магистралей и по их расположению относительно центра города. Застройка городов исторически развивалась неравномерно (Приложение Г). Различия параметров УДС: протяженность транспортного каркаса, плотность, насыщение общественными функциями, интенсивность использования территории, плотность застройки, неравномерность распределения транспортного потока позволяют принять классификацию по территориальным зонам на центральную, срединную и периферийную зону (Рисунок Г.4).

Центральная зона, как правило, занимает наименьшую площадь территории, здесь расположен исторический центр города. Планировочная структура центра имеет прямоугольную уличную сеть. Она характеризуется высокой плотностью застройки, здесь находятся крупные пересадочные узлы автомобильного транспорта, а так же зоны внешнего транспорта. До 30% центральной зоны города занимают места наивысшей концентрации учреждений общественного обслуживания, исторические памятники города и уникальные архитектурные объекты [1]. Центры городов сочетают самые разнообразные функции и виды деятельности, связанные с управлением, культурным и бытовым обслуживанием, а также рекреацией. Это сосредоточение мест приложения труда.

Срединная зона представляет собой значительную часть территории города, она наиболее динамично развивается (по сравнению с центральной и периферийной) и постоянно находится в растущем состоянии.

Срединная зона имеет смешанные функции, характеризуется менее плотным процентом застройки по отношению к центру и более плотным по отношению к периферии, обладает меньшим уровнем интенсивности использования территории, чем центральная зона. Здесь расположена селитебная территория, предназначенная для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон, крупные промышленные предприятия, образовавшиеся до середины XX века. Резерв пропускной способности на магистралях срединной зоны больше чем в центре.

Периферийная зона самая большая по площади, обладает наименьшей интенсивностью использования территории, наименьшее насыщение общественными функциями, большой процент неосвоенной земли, низкая плотность застройки, небольшая протяженность УДС к площади территории, узкий набор по функциям, затрудненная связь с центром города, находится в плавной стадии роста. В периферийной зоне г. Пензы проходит межселенная связь – федеральная автодорога “Урал”, а так же находятся выезды из города, где наблюдается большая концентрация транспортного потока.

Выезды в город формально относятся к периферийной части города, однако обладает рядом особенностей по сравнению с ней. Участки транспортного каркаса (ТК) на выездах из города и подходах к нему испытывают повышенную транспортную нагрузку, которая увеличивается по мере приближения к границе города. На подъезде к городской черте наблюдается более высокое насыщение общественными функциями по сравнению с периферийной зоной. В то время как магистрали периферийной зоны обладают достаточно хорошим резервом пропускной способности, на выездах в город нередко наблюдаются перенасыщения и заторы (Таблица Г.5). В обобщенном виде картограмма интенсивности движения по мере приближения к городу выглядит как ступенчатая диаграмма (Рисунок Г.6). Начало каждой ступеньки – это транспортное пересечение, где на главную

въездную магистраль добавляется объем движения с прилегающей территории, состоящий из местного движения, обслуживающий данную территорию, либо маятниковое движение, или то и другое одновременно. Чем ближе к городу, тем выше доля маятникового движения.

При проектировании и реконструкции узлов пересечений на въездах в город необходимо учитывать особенности этих участков УДС, а именно:

- постоянно увеличивающаяся транспортная емкость за счет застройки новой территории;

- совокупность трех составляющих - транзитного движения (перевозок на значительные расстояния за пределы субъекта федерации) местного движения (перевозки в пределах 100 км от города) и маятникового движения (ежедневных поездок из пригорода в город и обратно);

- наличие маятникового движения, связанного с ежедневными поездками в город и обратно жителей пригородов, работающих или обучающихся в городе, а также жителей города, проживающих в дачных и коттеджных поселках, расположенных в пригородной зоне;

- рост интенсивности движения за счет использования рекреационных зон. Выезд жителей города на отдых и возврат назад в город создает интенсивность выходного дня, которая может значительно превышать интенсивность рабочих дней;

- наличие недельной и годовой неравномерности транспортных потоков с увеличением их интенсивности в период выходных, праздничных дней и летнего времени;

- привлечение дополнительных транспортных потоков за счет объектов инфраструктуры (торгово-развлекательные комплексы, объекты дорожного сервиса). Размещение таких торговых и развлекательных комплексов и объектов дорожного сервиса, а также выбор и обустройство мест места доступа к ним с проектируемой автомобильной дороги не должно снижать уровень безопасности дорожного движения и приводить к снижению пропускной способности. С этой целью целесообразно одновременно с

разработкой проекта автомобильной дороги разрабатывать схему размещения объектов дорожного сервиса, в которой должны быть определены наиболее приемлемые, с точки зрения безопасной и эффективной эксплуатации автомобильной дороги, места их расположения.

2.2. Обзор историко-генетических сведений о формировании основных въездных направлений в г. Пензу. Современные въезды в город, их классификация.

Очевидно, что количество въездов в город имеет зависимость от величины населенного места. Рассматривая город как транспортный узел внешних автомобильных дорог, можно предположить, что чем больше город, тем более развита сеть радиальных магистралей вокруг него и тем больше количество въездов. Это тенденцию можно проследить на примере роста города Пензы. Пенза была образована в узловой точке формирующейся системы расселения региона на пересечении сухопутных путей широтного и меридионального направлений: Большой дороги (другие ее названия: Московская, Ногайская, Посольская, Астраханская, Саратовская), которая проходила с низовьев Волги и связывала Москву с Астраханью, и «Большой Симбирской», пересекавшей Пензенскую губернию с запада на восток и ведущей по направлению на Симбирск (ныне Ульяновск) и Казань. Можно говорить о четырех въезда-выездах, совпадавших с основными «вылетными» направлениями. Формирование основных направлений было обусловлено их стратегической и экономической значимостью, а также заботой о безопасности: существовала необходимость поддержания оперативных контактов пензенского, симбирского и самарского воевод при планировании совместного противодействия в случае военной опасности. Кроме того, в Симбирске находился селитренный завод, откуда в Пензу доставлялся порох. По этой же дороге доставлялись в Пензу полосы уральского железа и меди. С течением хода истории и возникновением ряда других стратегических факторов одни направления утрачивали свое значение, другие становились все более устойчивыми. В более позднее время эти направления легли в основу формирования системы автомобильных дорог федерального значения России [23].

На схемах территориального роста города Пензы показаны основные въездные магистрали (Приложение Д). На карте 1942 года основные

въездные направления практически совпадают с главными направлениями исторических дорог (Рисунок Д.3). Въезд осуществляется: с юга – через село Засечное и Терновку, с севера – через Бессоновку, северо-западный – со стороны Мокшана по дороге, ведущей на Москву и северо-восточный – со стороны г. Городище. Пунктиром показана дорога местного значения, соединяющая несколько сел и вливающаяся в дорожную сеть города – со стороны Кривозерья.

В 40-х – 50-х гг. отмечается стремительный рост города и городского населения. К середине 50-х гг. численность населения города выросла почти в полтора раза по сравнению с довоенным временем. К 1954 г., согласно плану города, сформировано уже 7 основных и второстепенных въездов (Рисунок Д.4). Помимо существовавших ранее въездов на плане отмечена дорога со стороны пос. Кривозеровка, в которую слились два направления: со стороны Саратова и Тамбова. Также показаны второстепенные дороги, соединяющие Пензу с пос. Ахуны и с. Богословка. На плане-схеме 1957 года проиллюстрирована аналогичная ситуация (Рисунок Д.5).

В соответствии с Постановлением Совета Министров РСФСР от 30 ноября 1973 г. утверждался генеральный план города, который предусматривал создание обходной автомобильной дороги. К 1980 г. такая дорога была построена, и транзитный поток, ранее пересекающий город, теперь огибал его с севера. Образованный узел пересечения получил статус одного из главных, стратегически значимых въездов.

На основании историко-генетических сведений о формировании основных направлений въездов в г. Пензу становится возможным выявление предпосылок формирования современных въездов. К настоящему времени насчитывается 10 основных и второстепенных въездов в г. Пензу:

1. Пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы (направление на Москву);
2. Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Аустрина (направление на Саранск и Тамбов);

3. Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Кордон Сурка (направление на Самару);
4. Въезд по ул. 40 лет Октября (направления на Тамбов и Саратов);
5. Въезд по ул. Нейтральная (со стороны г. Заречного);
6. Въезд по ул. Коннозаводская (в районе Ахун);
7. Въезд по ул. Новотерновская (в районе мкр-на «Гидрострой»);
8. Въезд по а/д со стороны пос. Малая Валяевка;
9. Въезд по ул. Арбековская (со стороны с. Рамзай);
10. Въезд по ул. Рябова (со стороны Кондоля).

Для осуществления классификации въездов рассмотрим следующие качественные и количественные показатели: схема ввода транспорта в город, приведенная величина транспортного потока, величина транзитного потока (Таблица 1).

	Въезд	Схема ввода транспорта в город и пропуска транзита. Общая характеристика въезда	Приведенная величина транспортного потока, прив. трансп. ед.	Величина транзитного потока, %
1.	Пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы	Пересечение ближней обходной дороги и городской магистрали. Внегородская дорога проходит касательно городской территории, образуя Т-образный узел пересечения под острым углом.	В сечениях: - а/д М-5 «Урал» - 2240; - Просп. Победы - 1711.	30 – 40%
	Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Аустрина	Внегородская дорога проходит касательно городской территории. Узел ввода транспорта в город представляет собой крестообразное пересечение с организацией	В сечениях: - а/д М-5 «Урал» - 1386; - ул. Аустрина - 1060.	30 – 40%

		автомобильной развязки в двух уровнях.		
	Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Кордон Сурка	Внегородская дорога проходит касательно городской территории. Т-образное пересечение с организацией развязки типа «неполный клеверный лист» в двух уровнях.	В сечениях: - а/д М-5 «Урал» - 1434; - ул. Чаадаева – 883.	30 – 40%
	Въезд по ул. 40 лет Октября	Ул. 40 лет Октября представляет собой улицу въезд – продолжение автодороги Р-208, участок которой служит подъездом к обходящей город магистрали Р-158	1764	3-5%
	Въезд по ул. Новотерновская в районе мкр-на «Гидрострой»	Образован направлением, которое является частью закольцованной системы автодорог. В районе пос. Шемьшейка примыкает к другой автомагистрали.	В сечении на ул. Терновского: 1712	3-5%
	Въезд по ул. Нейтральная (со стороны Заречного)	Данный въезд является тупиковым, соединяющим Пензу с ЗАТО Заречный.	654	-
	Въезд по ул. Коннозаводская со стороны р-на Ахуны	Въезд образован направлением, которое является частью закольцованной системы автодорог. Проходя через пос. Золотаревку и с. Канаевку, примыкает	584	0-3%

		к а/д М-5 «Урал» в районе г. Городища.		
	Въезд по а/д со стороны пос. Малая Валяевка	Тупиковый въезд, ведущий в с. Богословку, проходя через пос. Лесхоз, Малую Валяевку.	220	0-3%
	Въезд по ул. Арбековская (со стороны с. Рамзай)	Образован дорогой, дублирующей а/д М-5 до с. Рамзай.	-	0-3%
	Въезд по ул. Рябова (со стороны Кондоля)	Образован тупиковым направлением, конечный пункт – с. Кондоль.	211	0-3%

Таблица 1. Классификация въездов в г. Пензу.

Все въезды были условно разделены по трем группам. К первой группе относятся все пересечения с федеральной трассой М-5, т.е. обходной магистралью. Это приоритетные въезды, стратегически и экономически, они характеризуются высоким трафиком, большой долей транзитного движения. Необходимость строительства развязок на данных пересечениях обусловлена категорией дорог, образующих узел въезда. На данных въездах должны предусматриваться представительские зоны.

Въезды, относящиеся ко второй группе, обладают меньшим стратегическим значением, однако в перспективе на этих въездах должно быть предусмотрено сооружение развязок двух уровнях в связи с высоким расчетным трафиком (более 2 тыс. приведенных автомобилей в час).

Третья группа – второстепенные въезды. Магистралю, образующие данные въезды, схожи по параметрам с магистральями периферийной зоны города.

Для каждой группы въезда характерна определенная динамика роста интенсивности транспортного потока. Прогнозные графики интенсивности позволяют определить общие тенденции роста.

2.3. Построение графиков насыщения транспортной сети г. Пенза.

Профессором Ю.В. Кругловым было выдвинуто предположение, что коэффициенты роста интенсивности транспортного потока и процент запаса пропускной способности магистралей УДС на въездах отличаются от аналогичных показателей по центральной, срединной и периферийной зонам города.

Для подтверждения или опровержения этой теории были проведены натурные обследования, нацеленные на получение статистических данных о величине транспортного потока в сечениях магистралей на въездах в город. В качестве временного промежутка исследования был выбран вечерний час пик в основной своей нагрузке с 17-00 до 18-00. На основании этих данных и данных о транспортной загруженности, собранных за период с 1971-2015гг. Ю.В. Кругловым, были построены картограммы насыщения магистралей на въездах в город (Приложение Е). По горизонтальной оси отмечены временные отрезки, по вертикальной – приведенная величина транспортного потока. Пунктирной линией на графиках обозначена максимальная пропускная способность магистрали в точке наблюдения. Показатель пропускной способности магистрали – величина в диапазоне от 600 – до 1000 приведенных автомобилей, в зависимости от классификации дороги. Чтобы снизить погрешность вычислений используем усредненное значение: максимальная пропускная способность одной полосы – 800 приведенных автомобилей в час. Процентное допущение 15% в сторону понижения и повышения [16, 22, 28].

При работе с временными периодами динамического ряда уровень автомобилизации с 1971 по 1985. Значение уровня автомобилизации в этот период очень мало для использования данных при прогнозировании в наши дни. Чтобы уменьшить допустимую погрешность, этими данными по интенсивности следует пренебречь.

Интенсивность транспортного потока в обследуемых сечениях имеет устойчивую тенденцию роста. Для каждой из магистралей получены средние

коэффициенты роста. Данные по средним коэффициентам роста интенсивности транспортного потока вынесены в графики интенсивности потока транспорта и проэкстраполированы до 2035г. За основу для экстраполяции, в данном случае, взят динамический ряд коэффициентов роста транспортного потока.

Построение картограмм интенсивности позволило выявить следующее. Средний коэффициент роста интенсивности транспортного потока в сечениях магистралей на въездах колеблется в пределах от 1,24 до 1,30, в то время как аналогичный показатель на периферии составляет 1,07 – 1,19.

По графикам можно определить время, за которое резерв магистралей на въездах в город будет истощен (или когда пиковая нагрузка уже была пройдена). Процент запаса пропускной способности для каждого сечения зафиксирован в табличной форме (Таблица 2).

№ п/п	Точка наблюдения	Запас пропускной способности, %	Коэффициент роста интенсивности транспортного потока	Примечание
1.	ул. 40 лет Октября (в сечении на выезде из города)	-10,10	1,30	Перенасыщение
2.	ул. Аустрина (в сечении на выезде из города)	33,75	1,29	
3.	а/д М-5 «Урал» (в районе Арбеково)	-40,0	1,28	Перенасыщение
4.	а/д М-5 «Урал» (точка у гостиницы «Золотой Петушок»)	13,75	1,28	
5.	а/д М-5 «Урал» (рядом с пересечением с ул. Кордон Сурка)	10,38	1,28	
6.	Просп. Победы (в сечении на выезде)	28,67	1,24	

	из города)			
7.	ул. Терновского (в сечении на выезде из города)	-6,25	1,27	Перенасыщение
8.	ул. Чаадаева (в сечении на выезде из города)	-10,25	1,28	Перенасыщение

Таблица 2. Процент запаса пропускной способности магистралей на въезде в город.

Стоит отметить, что картограммы были построены для магистралей, образующих основные въезды, для которых характерна высокая интенсивность транспортного потока (1, 2 группы) и по которым имеются точные статистические данные. Магистрали, образующие второстепенные въезды, по своим показателям схожи с показателями магистралей на периферии.

Самые высокие показатели интенсивности транспортного потока наблюдаются на въездах, образованных пересечением федеральной автодороги М-5 «Урал», которая является межселенной связью и характеризуется высокой долей транзита, с городскими магистралями. Наибольшей загрузке подвержены следующие въезды: пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы, Въезд по ул. 40 лет Октября, а также въезд по ул. Терновского в районе микрорайонене «Гидрострой».

Запас пропускной способности магистралей периферийной зоны в среднем гораздо выше, чем на въездах, перенасыщение отсутствует. Данные по периферии были взяты из работы С.С. Люлькина [12] (Таблица 3):

Группа магистралей	Точка наблюдения	Запас пропускной способности, %
1.	ул. Окружная (у маг. «Тарелка»)	6,81

2.	ул. Чаадаева (спуск с моста)	12,50
	Трасса на Заречный (ок. ж/д переезда)	19,50
	ул. Гагарина	26,91
3.	ул. Калинина	53,43
	ул. Новоказанская	50,75
	ул. Пушкина	44,25
	ул. Измайлова	44,87

Таблица 3. Процент запаса пропускной способности магистралей в периферийной зоне.

Таким образом, въезды в город следует выделять в отдельную функциональную зону. Это связано как с особенностями въездных зон на семантико-эстетическом уровне, так и с характеристиками транспортного потока на въездной магистрали.

2.4. Семантико-эстетический анализ существующих въездов в г. Пензу.

Проблема грамотного оформления въездов остается актуальной на текущий момент. Вопрос эстетической составляющей въездных пространств как основных образформирующих элементов требует самостоятельной научной проработки.

С точки зрения стратегической значимости особую группу составляют въезды, образованные пересечениями федеральной а/д М-5 «Урал» с городскими улицами (автомобильная дорога является участком транспортного коридора, соединяющего западную и восточную часть страны).

Въезд с автодороги М-5 и далее на Проспект Победы рассматривается как один из приоритетных, так как дорога, образующая узел примыкания, фактически является направлением на Москву; это своего рода «ворота» для въезжающих и транзитных транспортных средств. Кроме того, город развивается преимущественно в северо-западном направлении, и данный въезд один из первых получил архитектурное оформление. В этом направлении расположено несколько рекреационных комплексов (например, база отдыха «Чистые пруды» с посещаемостью более 50 тыс. чел./год). Однако, комплекс пространств на подходе к городской застройке, являясь административно его частью, не соответствует значению территории, через которую проходит транзит федеральной значимости. Градостроительно она освоена лишь дачными поселками, а въездной знак расположен за несколько километров до фактического начала города, когда сам город еще остается вне видимости для подъезжающего к нему автомобилиста.

Придорожный сервис вдоль федеральной трассы включает автозаправки, автосервисы, мотель, площадки-стоянки для грузового автотранспорта. Данный въезд характеризуется нехваткой предприятий торговли, предназначенных для удовлетворения повседневного спроса

пассажиров и водителей, отсутствием разнообразия пунктов питания и площадок для кратковременного отдыха. Кроме того, в ходе фотофиксации выявлена нехватка парковочных мест на стоянке для грузовых автомобилей.

Семантика въезда поддержана холмистым рельефом; с высшей точки открывается вид на городскую панораму. Въездной знак представляет собой стелу, олицетворяющую герб Пензы 1964 года: на конструкции – название города и год его основания, зубчатое колесо часового механизма (символ индустриального развития), внизу – три снопа (аграрное изобилие), а в колесе – ласточка как знак устремленности в будущее. Спорна актуальность данного символа как основного въездного ориентира, отражающего тенденции развития производства на современном этапе.

Другой въезд с федеральной трассы, огибающей город с севера, осуществляется со стороны поселка Бессоновка. Отрицательно влияет на эстетическое восприятие въезда состояние территории вплоть до пересечения ул. Аустрина с федеральной трассой. Прилегающая вплотную к дороге частная жилая застройка сменяется расположенными по обе стороны частично заброшенными и рефункционализированными промышленными объектами. Планировочная структура застройки способствует значительному заглоблению въездной зоны, порядка двух километров от административной границы. Для наблюдателя с движущегося транспорта город возникает неожиданно, а маркировкой въезда служит крупный транспортный узел, задающий масштабность и концентрирующий вокруг себя объекты городской инфраструктуры и придорожного сервиса, такие как: гостиница, кафе, АЗС, охраняемые площадки-стоянки грузовых и легковых транспортных средств. С точки зрения эстетической составляющей негативное впечатление создает рынок, расположившийся непосредственно рядом с развязкой.

Это направление связывает Пензу с такими купными городами, как Саранск, Рузаевка, несколькими крупными ПГТ в пределах ближайшего пригорода.

Северо-восточный въезд в город является продолжением федеральной трассы Москва-Челябинск. Очевидным пространственным акцентом служит строящаяся автомобильная развязка. Вся территория подъездного пути представляет собой транзит длиной в несколько километров вдоль лесного массива и заболоченной местности, не обогащенный какими-либо дополнительными функциями. Наблюдается очевидный «провал» в восприятии данного въезда.

С точки зрения безопасности движения этот въезд имеет самую неблагоприятную статистику. Большое количество дорожно-транспортных происшествий связано, в первую очередь, с плохим состоянием дорожного покрытия и укрепления обочин, плохой «просматриваемостью» дороги из-за крутых поворотов, отсутствием освещения в темное время суток. Самое большое количество ДТП зафиксировано вблизи АЗС, обустройство места доступа к которой значительно снизило безопасность дорожного движения на этом участке (Рисунок Е.10).

Въезд в город в районе ул. 40 лет Октября связывает Пензу с такими городами, как Саратов и Тамбов. Основным недостатком этого медиативного пространства является его композиционная неопределенность: невозможно выделить конкретную точку, указывающую на фактическое начало городского пространства. По левую сторону от въездной магистрали, напротив въездного знака расположилась территория индивидуальной застройки с 1- и 2х-этажными жилыми домами. Далее дорога следует через район Кривозерье, структурно и функционально тяготеющий скорее к сельской местности.

Въезд по ул. Новотерновская в микрорайоне Гидрострой также имеет значение одного из ключевых. Отрицательно на восприятие въезда с движущегося транспорта влияет полузаброшенное промышленное здание, часть корпусов которого переоборудована в ТЦ «Ритейл Прак». Отсутствуют какие-либо ориентиры, указывающие на осуществление въезда в крупный город. С другой стороны, местность обладает «выходом» из городской

среды: при движении из города открывается широкая панорама поймы реки Сура.

Современное функциональное использование въездных зон всех приоритетных въездов требует значительных трансформаций – развития обслуживающих, деловых, производственных функций, характерных для въездных градостроительных узлов крупных городов.

Въезд со стороны города Заречного следует выделить в отдельную категорию и может считаться въездом условно, так как город-спутник приобрел значение одного из районов города, и поездки в Пензу для большинства жителей приобрели регулярный или систематический характер. Здесь отсутствует какая-либо система ориентиров и указателей, граница города ничем не обозначена. Данный въезд обладает гораздо меньшим стратегическим значением, так как является тупиковым.

Все второстепенные въезды в г. Пензу можно подразделить на два типа: во-первых, это дороги, которые проходят через поселки и являются «дублерами» основных трасс; они образуют закольцованную транспортную схему вокруг города. Во-вторых – это тупиковые направления, ведущие к каким-либо объектам или населенным пунктам. Общей проблемой этих въездов является эстетическая, семантическая и ориентационная невыразительность, отсутствие явных городских границ, определенных точек трансформации пространства.

2.5. Анализ факторов, влияющих на загруженность въездов.

Внешние автодороги могут проходить через территорию населенного пункта, вливаясь в сеть магистральных улиц (доля транзита в таком случае, как правило, минимальна), огибать его вплотную к границе застройки (ближний обход) или на удалении от нее (дальний обход). В последнем случае съезд на обходную дорогу осуществляется с подъезда, сформировавшегося исторически в виде «вылетного» направления или специально запроектированного. Обходные дороги, ориентированные на обслуживание транзита, часто образуют хордовые связи или закольцованную систему вокруг города. Кольцевая обходная магистраль в настоящее время является обязательным требованием гражданской обороны. Тогда въезд – это каждое пересечение кольцевой и радиальных магистралей. Частные случаи въездов/выездов – примыкание городской магистрали или внешней автодороги к хорде, при такой организации съездов происходит распределение транспортных потоков между вылетными направлениями, но возрастает нагрузка на узлы пересечений.

Камнем преткновения являются ближние обходные автодороги. Ближний обход проектируется как наиболее экономичный пропуск транзита – в обход городской территории на минимально возможном удалении от нее с учетом перспективного роста города. Но в связи с рядом существующих проблем (таких, как нехватка квалифицированных специалистов-транспортников) и недостаточным финансированием зачастую необходимость строительства дальнего обхода обнаруживается в том случае, когда ближний обход фактически исчерпал пропускную способность, и наблюдаются серьезные сбои в функционировании УДС. Прогнозные методики, заложенные в 60 – 80-е гг., не внедряются при проектировании, реконструкции и управлении транспортным каркасом. Как следствие – невозможность предвидеть на уровне проектирования проблемные точки УДС. Практика показывает, что гораздо менее затратно предвидеть и решить все сложные транспортные ситуации заранее, чем исправлять ошибки,

возникшие при проектировании УДС без прогнозных данных о состоянии транспортного потока на той или иной магистрали.

По мере роста города ближний обход становится частью сети магистральных улиц. Имея статус автомагистрали I или II класса, он запроектирован согласно требованиям к данным категориям автомобильных дорог, но обслуживает как транзитное и маятниковое, так и внутригородское движение.

ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог» [6] устанавливает следующие нормы. Места доступа на автомагистрали должны устраиваться не чаще, чем через 3 км друг от друга через пересечения в разных уровнях и в одном в случае примыкания. СП «Автомобильные дороги» регламентирует расстояния между пересечениями и примыканиями автомобильных дорог различных категорий [29]. Пересечения и примыкания на дорогах категории IA вне пределов населенных пунктов предусматривают не чаще чем через 10 км, на дорогах категорий IB и II – 5 км, а на дорогах категории III – 2 км с учетом конкретных условий (застройка, начертание существующей сети дорог и т.д.). Однако, ближний обход, как правило, находится в пределах городской черты, следовательно, требуется уточнение существующих нормативов. Кроме того, в настоящий момент уровень развития дорожной сети столь низок, что обеспечение оптимальных расстояний между пересечениями в пределах городской черты требует значительных финансовых вложений.

Доля транзитного потока в городах колеблется в значительных пределах: для городов с населением до 100 тыс. чел. она составляет 20 – 50% от общего городского потока и снижается до 10 – 15% для городов с населением 500 – 1000 тыс. чел. Однако при отсутствии дальнего обхода весь транзитный поток, основную часть которого составляют грузовые автомобили, следует вплотную к городу или же через его территорию. Например, доля грузовых автомобилей в сечении автодороги М-5 «Урал»,

подходящей вплотную к городу в районе Арбеково г. Пензы, составляет 35 – 40 %.

Доля маятникового движения по направлению город-пригород, в частности трудовой миграции, все больше увеличивается с ростом мобильности населения [13]. Такая тенденция наблюдается как в городах-миллионниках, так и в крупных и средних. К. арх. Зиятдинов З.З. обозначил возникновение следующего феномена: «квартиры в городах активно приобретаются жителями ближних и дальних пригородов с целью временного пребывания». Этот фактор в значительной мере влияет на увеличение маятниковой миграции.

В летнее время нагрузка возрастает за счет выезжающих из города в ближайший пригород к местам массового отдыха и по направлению к дачным поселкам. Дачные и садовые дома получили термин «второе жилище», или «дом для отдыха», или «летнее жилище» [25]. Согласно последним статистическим данным, 33 млн. российских семей являются дачниками, каждая третья городская семья, кроме первого, имеет еще и второй дом. В городах же центральной части России дачами владеет даже более чем треть семей [4, с. 157; 97]. Садово-дачные поселки занимают огромные территории в пределах самих городов, но в еще большей мере за их чертой, в пригородах, и эти территории непрерывно растут. За период с 1970 по 1984 год количество дач увеличилось в два раза [9, с.11]. Зиятдинов З.З. выявил следующую тенденцию: садово-дачные и сельские дома в настоящее время используются многими горожанами как место постоянного проживания, в то время как городская квартира, напротив, переходит в статус второго жилища [8].

На рисунке Е.11 показано расположение дачных и коттеджных поселков в структуре г. Пензы и ближайшего пригорода, строящихся микрорайонов на периферии, а также основных мест массового отдыха горожан. Основные места пляжного отдыха расположены в районе Сурского водохранилища, на р. Вядя в районе поселка Подлесный, а также на базе

отдыха «Чистые пруды». Район Ахуны традиционно ассоциируется с санаторно-курортным отдыхом. В этом направлении расположено несколько туристических комплексов, включая наиболее посещаемые. Самые крупные дачные поселки расположены по направлению следующих выездов: в районе Арбеково и по улице 40 лет октября, а также в северо-восточной части города.

Мощный транзитный поток, возрастающая трудовая миграция и мобильность населения, активная застройка пригородов – все эти факторы оказывают влияние на загрузку въездов. Во избежание перегруженности существующих узлов пересечения наряду с трассированием дальних обходных магистралей необходимо осуществление своевременной реконструкции УДС и строительство дополнительных радиальных связей. Расстояния между съездами на ближнюю обходную дорогу должны быть регламентированы с учетом анализа перспективных направлений роста города и возможности последующего изменения класса этой автодороги.

2.6. Рекомендации по внесению изменений в существующие нормативы и реконструкции УДС.

Рассмотрим отдельно категорию въездов, образованных пересечением радиальных и хордовых магистралей. В сечениях магистралей, подходящих к узлу пересечения, наблюдается самая высокая доля транзитного потока. Количество съездов с дороги I – III категорий, трассированной в пределах городской черты, и расстояния между ними не регламентируются нормативными документами.

В рамках эксперимента был проведен анализ УДС городов России с населением от 300 до 1000 тыс. чел. Объектом анализа были Т-образные и крестообразные пересечения радиальных магистралей и обходной дороги, образующей замкнутое кольцо или хордовые связи. Города были условно разделены на две группы по численности населения: 1 – от 300 до 500 тыс. чел., 2 – от 500 до 1000 тыс. чел. В результате было определено среднее расстояние между съездами по каждой группе. В первой группе этот показатель равен 3,59 км, во второй – 3,40 км. В г. Минимальные расстояния между съездами зафиксированы в городах-миллионниках: на МКАД как минимум 75 основных развязок и пересечений с шоссе г. Москвы, расположенных в среднем через каждые 1,45 км. В г. Пензе данный показатель составляет 4,4 км, а максимальная длина хорды между пересечениями – около 10 км. Стоит заметить, что принимались во внимание только радиальные направления, образованные магистральными улицами с организованными съездами на обходную автодорогу, на которые приходится основная доля транспортного потока.

В результате наблюдается существенная перегруженность въездов, расположенных на значительных расстояниях друг от друга. Поток транспорта устремляется по двум возможным направлениям образуя «бутылочное горлышко», вместо того, чтобы равномерно распределяться по точкам съезда на кольцевую магистраль, расположенных равномерно по

длине хорды. Здесь обнаруживается проблема низкой связанности дорожной сети.

Длина ходы ближнего обхода а/д М-5 «Урал» в границах от пересечения с ул. Аустрина до строящейся развязки на пересечении с ул. Кордон Сурка составляет порядка 10 км. На территории к северо-востоку от федеральной трассы расположены несколько крупных дачных поселков, зона отдыха и обширный лесной массив, служащие местом притяжения горожан. Ранг связанности этой территории с большей частью города равен двум, поскольку существует только два альтернативных маршрута, соединяющих любую точку на карте города с точкой на данной территории – выезды по ул. Аустрина и по ул. Кордон Сурка. Со стороны Светлополянского лесничества съезд на федеральную трассу организован приблизительно на одинаковом расстоянии от выездов из города по обе стороны от него. Примечателен и тот факт, что на рассматриваемом участке М-5 множество неорганизованных Т-образных пересечений с дорогами с грунтовым покрытием. Таким образом, по факту обнаруживается нехватка дорог, а именно крестообразных пересечений (=выездов), результатом которого становится колоссальный перепробег автотранспорта, возникновение «паразитного» трафика на магистрали федерального значения и перегрузка основных существующих выездов.

Такая ситуация наблюдается на всех основных пересечениях с а/д М-5. Кроме того, дополнительную загруженность формирует мощный транзитный поток. Согласно Генеральному плану города Пензы от 28.03.2008 в планах дорожного строительства предусмотрен перенос участка федеральной трассы. Однако это не решит проблему перегруженности въезда на пересечении с ул. Кордон Сурка. Еще одним нежелательным фактором станет формирование узла, объединяющего пять направлений. С точки зрения перспективного мышления рациональным решением будет строительство дальнего обхода, дублирующего всю хордовую связь в пределах городской черты. Кроме того, наблюдается необходимость

уплотнения УДС на периферии за счет создания дополнительных радиальных связей.

Аналитически выявлено оптимальное среднее расстояние между съездами на кольцевую магистраль, расположенную в пределах городской черты. В городах с населением 500 – 1000 тыс. чел. предлагается принимать его не менее 2,5 – 3 км. Однако при этом следует учитывать такие факторы, как перспективное направление роста города, наличие и расположение загородных зон отдыха и дачных поселков.

На основе разработанной методики определения перспективных потоков на въездах в город сформулированы следующие рекомендации по реконструкции улично-дорожной сети города Пензы и внесению изменений в Генеральный план г. Пензы.

- Корректировка дальнего обхода федеральной трассы «Урал». На участке от существующей развязки пересечение магистралей М-5 и Р-158 до ул. Аустрина он совпадает с намеченным в Генеральном плане города Пензы от 28.03.2008, далее дорогу необходимо проложить севернее поселков Десятая Артель и Победа. Пересечение с ближней обходной дорогой следует организовать в районе ул. Ушакова с целью недопущения увеличения нагрузки на строящуюся развязку на пересечении М-5 и ул. Кордон Сурка. При этом рекомендуется избегать узлов, объединяющих 5 и более направлений.

- Строительство автомобильной развязки в двух уровнях на пересечении ближнего обхода и Проспекта Победы.

- Строительство автомобильной развязки в двух уровнях на въезде по ул. 40 лет Октября.

- Строительство транспортного моста через р. Суру в районе пос. Барковка (продолжение ул. Звездная). В комплексе с этим считается целесообразным строительство магистрали общегородского значения меридионального направления, соединяющую микрорайон Терновка с центром города. Такая дублирующая связь предназначена для разгрузки

существующего выезда по ул. Терновского. В перспективе на данном выезде возможно строительство автомобильной развязки.

- Строительство магистрали, пробиваемой от ул. Светлой в микрорайоне Шуист до федеральной трассы «Урал» и далее к поселкам Новая жизнь и Подлесный. На пересечении вновь пробиваемой магистрали общегородского значения и а/д М-5 «Урал» предусмотрено строительство автомобильной развязки в двух уровнях. В перспективе возможно строительство дополнительной радиальной магистрали.

- Реконструкция дороги по направлению к пос. Малая Валяевка как магистральной улицы районного значения, запуск по ней общественного транспорта по маршруту до села Богословка. Организация пересечения в двух уровнях данной реконструируемой магистрали и а/д Р-158.

- Строительство магистралей радиального направления, соединяющих ул. Строителей и старую обходную дорогу со строительством транспортных развязок.

Закольцованная транспортная система города является обязательным требованием гражданской обороны. К тому же, неизбежным итогом развития города с радиальной планировкой становится формирование хордовых связей. Такие хордовые связи могут впоследствии быть сформированы вокруг всей территории города.

Все эти меры реконструкции направлены на повышение эффективности работы транспортной системы города Пензы. Данные рекомендации должны быть рассмотрены в комплексе с методами определения перспективных транспортных потоков, разработанными для центральной, срединной и периферийной зон города Пензы.

Выводы по главе 2.

Комплексный метод определения перспективных потоков на въездах в город включает:

- сбор данных о характеристиках транспортного каркаса того или иного населенного пункта, выявление специфических особенностей, преимуществ и недостатков;
- выбор метода прогнозирования транспортных потоков с учетом имеющихся статистических данных;
- историко-генетический анализ формирования основных въездных направлений;
- натурные обследования транспортного потока и определение процента транзитного движения на въездных магистралях;
- разработку классификации въездов на основе данных натурных обследований;
- семантико-эстетический анализ въездов.

Системный анализ УДС на въездах в г. Пензу позволил выявить специфические особенности въездных зон. Это участки УДС, которые отличаются по параметрам от центральной, срединной и периферийной зон города. Коэффициент запаса пропускной способности на въездах ниже, чем в периферийной зоне, а средние коэффициенты роста приведенного транспортного потока, напротив, значительно выше.

Схожие тенденции роста транспортного потока, процент транзитного движения, схема ввода транспорта в город – все эти параметры позволяют выявить признаки для классификации въездов. Классификация въездов является одним из важнейших инструментов а разработанном методе.

Натурные обследования УДС на въездах в г. Пензу показали следующий результат. Наибольшей загрузке подвержены следующие въезды:

- Пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы (направление на Москву);

- Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Аустрина (направление на Саранск и Тамбов);
- Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Кордон Сурка (направление на Самару);
- Въезд по ул. 40 лет Октября (направления на Тамбов и Саратов);
- Въезд по ул. Нейтральная (со стороны г. Заречного).

Все эти въезды относятся к первой и второй группе классификации.

Остальные въездные магистрали имеют достаточно большой процент запаса пропускной способности. Результаты натурных обследований транспортного потока формируют исходный материал для дальнейших научных изысканий. В частности, эти данные необходимы для предпроектного анализа при проектировании таких объектов, как придорожные комплексы, перехватывающие парковки, транспортно-пересадочные узлы. Проведенные натурные обследования транспортных потоков позволили сформировать картину насыщения магистралей по городу в целом.

Сравнительный анализ показал, что существует прямая зависимость количества въездов от крупности города. Чем больше город, тем больше сформированных въездов. Пересечения вылетных магистралей с кольцевыми обходными дорогами формируют отдельную группу, требующего подробного рассмотрения. По результатам анализа данной группы въездов предлагается внести уточнения в существующую градостроительную документацию с целью повышения эффективности работы транспортного каркаса. В частности, для повышения связности дорожной сети на периферии предлагается регламентировать минимальные расстояния между съездами на ближнюю обходную магистраль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленные в работе задачи выполнены в полном объеме.

Исследование показало, что въездные зоны – это отдельные элементы в планировочной структуре города, обладающие своими специфическими особенностями, как в отношении состава транспортного потока, так и функционального назначения застройки и ее эстетических характеристик. Въезды в город являются важнейшими точками транспортного каркаса, обеспечивающими связь города и пригородной зоны, они должны обеспечивать удобный ввод транспорта, ориентированного на город, и пропускать транзитный поток с присущей ему высокой скоростью без помех для остального транспорта.

Города находятся в постоянном развитии, поэтому необходимо иметь базовые статистические данные о состоянии транспортной системы в целом по городу и на отдельных ключевых участках. Такими данными являются уровень автомобилизации, интенсивность транспортного потока, пропускная способность каждой из магистралей УДС. Информация о характеристиках транспортного потока должна не только постоянно обновляться, но и должна быть прогнозируема на будущее, и применяться при проектировании и реконструкции УДС. Для решения этой задачи лучше всего пользоваться методами прогнозирования.

Определение перспективных потоков на въездах – это комплексная задача. Помимо натурных обследований были проведены исследования относительно исторического формирования въездов и их эстетической составляющей. Важным этапом стала разработка классификации основных въездных направлений; все въезды в г. Пензу были разделены на 4 группы. Каждая группа обладает определенными характеристиками, как тип узла пересечения или величина транзитного потока.

На основе проведенного исследования разработаны рекомендации по внесению изменений в существующие нормативы, а также рекомендации по реконструкции УДС г. Пензы и корректировке Генерального плана города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакумова А.В. основные планировочные зоны города: центральная, срединная, периферийная; промышленные территории в структуре города// Вестник СГАСУ № 1 (9), 2013 г. – с. 6-9.
2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
3. Ваксман С.А. Транспортные системы городов. Указатель работ, опубликованных в СССР на русском языке. – Екатеринбург: Комвакс, 2005. – 350 с.
4. Высоковский А.А. Уют не герой. В монографическом сборнике «Жилище в России: век XX. Архитектура и социальная история». М.: «Три квадрата», 2001. – с. 162-183.
5. Город и транспорт в процессе их взаимного развития [Электронный ресурс]// <http://studopedia.ru/> URL: http://studopedia.ru/11_203723_svobodnaya-shema.html. (Дата обращения 28.04.1016).
6. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
7. Заблоцкий Г.А. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах. – М.: Стройиздат, 1968. – 92с.
8. Зиятдинов З.З. Второе жилище в структуре города// Издательство: Уральский государственный архитектурно-художественный университет (Екатеринбург) «Архитектон: известия вузов» № 43 Сентябрь 2013.
9. Крушлинский В.И. Архитектурно-планировочные принципы органичного взаимодействия природных и градостроительных

- систем в условиях Сибири: Автореф. дис. док. архитектуры. – Л., 1987.
10. Линч. К. Образ города: Пер. с англ. В.Л. Глазычева/ под ред. А.В. Иконникова. – Москва: Стройиздат, 1982. – 328 с., ил.
 11. Лучкова М. Медиативные пространства в планировочной структуре Хабаровска// Журнал социологии и социальной антропологии. Т. 10, № 1, 2007 г. – с. 108-113.
 12. Люлькин С.С. Метод экстраполяции для прогнозирования перспективных транспортных потоков в периферийной зоне города Пензы: Дис. маг. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 97 с.
 13. Мальцева Е.С. Региональная трудовая миграция: современное состояние и проблемы регулирования: Монография. – Орел: Издательство ОФ РАНХиГС, 2013. – 256 с.
 14. Медведцева О.В. Прогнозирование в системе экономических отношений. – К.:1992. – 156 с.
 15. Меркулов Е.А. Городские дороги. – Москва: «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1973. – 456 с.
 16. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. ОДМ 218.2.020-2012. / ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (РОСАВТОДОР). – М.: 2012. – 148 с.
 17. Методы прогнозной экстраполяции [Электронный ресурс]// Монографии изданные в издательстве Российской Академии Естествознания. 2010. URL: <https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=168>. (Дата обращения: 15.09.2016).
 18. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах. – Центр научно-технической информации по гражданскому строительству и архитектуре: Москва, 1968. – 92 с.

19. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с., ил.
20. Новикова Н.В. Поздеева О.Г. Прогнозирование национальной экономики: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. экон. ун-та, 2007. – 138 с.
21. ОДМ Методические рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам. – Федеральное дорожное агентство (Росавтодор): Москва, 2010. – 261 с.
22. Пирогов И.В. Метод экстраполяции для определения перспективных транспортных потоков в центральной зоне города: Дис. маг. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 85 с.
23. Полубояров М.С. Весь Пензенский край: историко-топографическое описание Пензенской области. – Москва: ООО «САМ полиграфист», 2016. – 813 с.
24. Поляков А.А. Организация и регулирование городского движения. – М.: ЦНИИАТ, 1941 – 242 с.
25. Поморов С.Б. Второе жилище горожан компенсационного типа: Дис. д-ра архитектуры: 18.00.02: М., 2005. – 339 с.: ил. + Прил. (111 с.: ил.).
26. Рекомендации по модернизации транспортной системы городов. МДС 30-2.2008/ЦНИИП градостроительства РААСН. – М.: ОАО «ЦПП», 2008.-70с.
27. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1982. – 90 с.
28. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: Учебник для вузов, изд. второе дополненное. – М.: АСС, 2007. – 145 с.
29. Свод правил. Автомобильные дороги: СП 34.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. – Официальное издание. М.: Госстрой России, 2013. – 114 с.

- 30.Связность дорожной сети [Электронный ресурс]//
<http://old.probok.net/2011>. <http://old.probok.net/activity/programms/188/>.
(Дата обращения 16.03.2017).
- 31.Страментов А.Е., Меркулов Е.А. Городские улицы и дороги. Учебник.
– М., Стройиздат, 1965. – 343 с.
- 32.Страментов А.Е., Фишельсон М.С.. Городское движение.
Государственное издательство литературы по строительству,
архитектуре и строительным материалам. – Москва, 1963. – 296 с.
- 33.Фишельсон М.С. Городские пути сообщения: Учебное пособие для
вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1980. – 296 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Параметры УДС и статистические данные по автомобилизации.

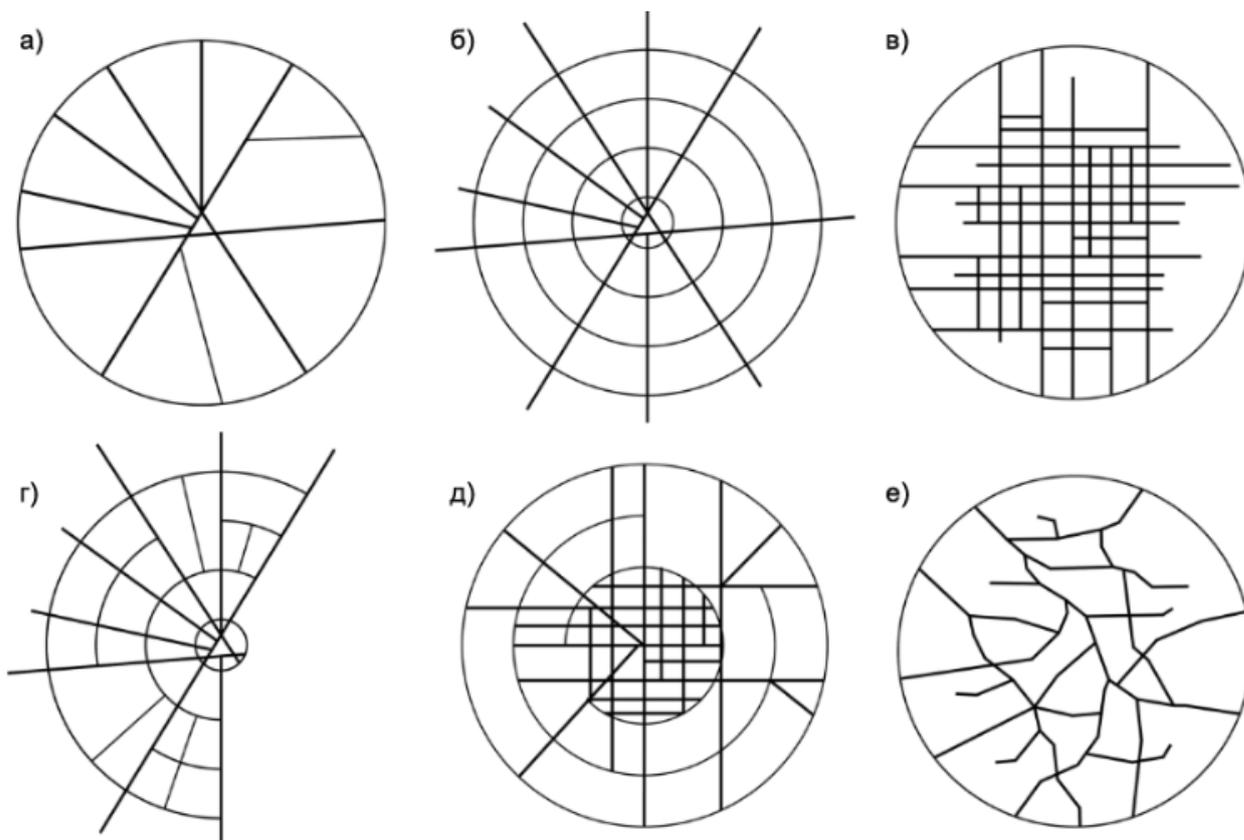


Рисунок А.1. Геометризованные схемы улично-дорожной сети.

а) радиальная; б) радиально-кольцевая; в) прямоугольная; г) лучевая; д) комбинированная; е) свободная.

Геометризованная схема	Общая протяженность корреспонденции, км	Общая протяженность связей по воздуху, км	Коэффициент непрямолинейности	Средняя длина корреспонденций, км	Количество связей, проходящих через центр	Коэффициент загрузки центра	Количество узлов	Доля схожих узлов, %	Доля дублируемых направлений, %
Радиальная	1877	1260	1,49	13,5	132	1,0	1	100	0
Радиально-кольцевая	1355	1260	1,08	9,4	60	0,46	9	11	0
Прямоугольная	1548	1347	1,15	10,7	4	0,03	15	0	100

Прямоугольно- диагональная	1450	1347	1,08	10,1	60	0,46	9	55	75
-------------------------------	------	------	------	------	----	------	---	----	----

Таблица А.2. Параметры критериев геометризованных схем УДС.

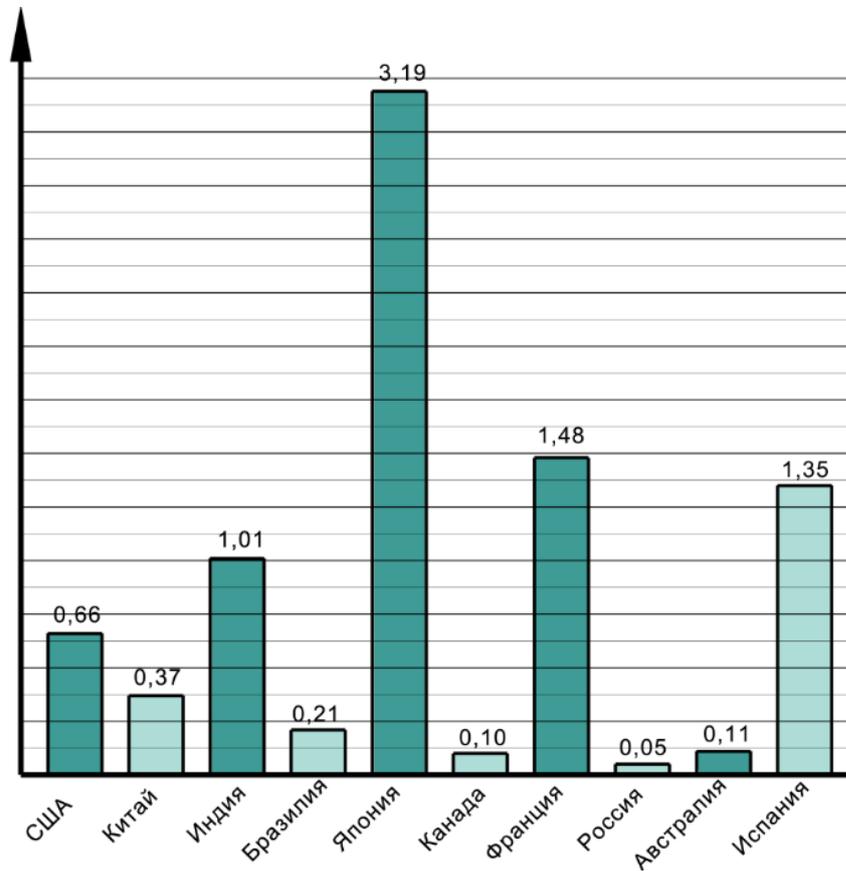


Рисунок А.3. Плотность сети дорог некоторых стран мира, км/км².

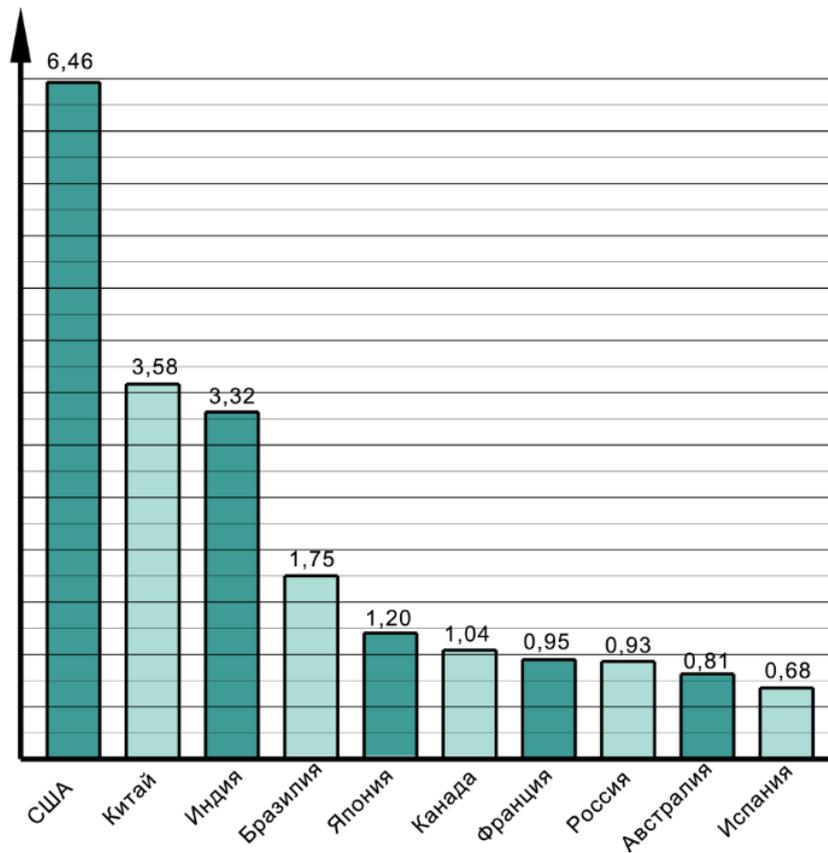


Рисунок А.4. Длина сети дорог некоторых стран мира, млн. км.

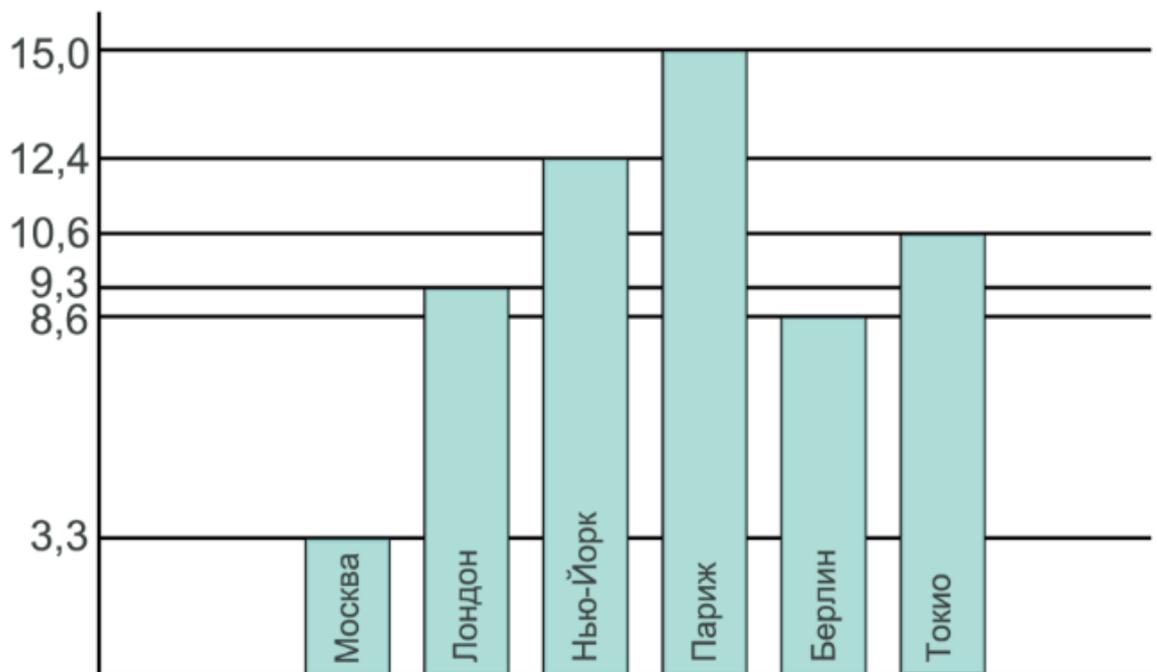


Рисунок А.5. Плотность дорожной сети в крупнейших мегаполисах мира.



Рисунок А.6. Динамика автопарка РФ в сравнении с европейскими странами.



Рисунок А.7. Автомобилизация по регионам России.

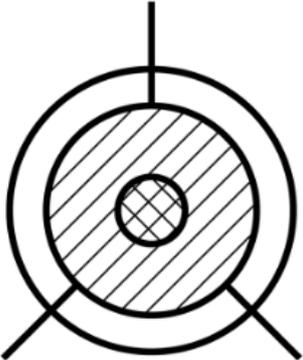
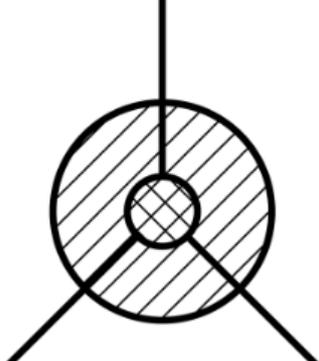
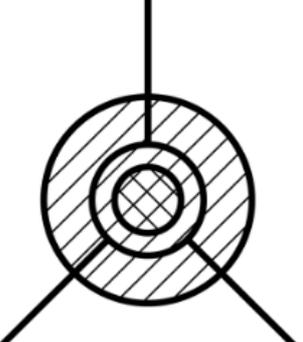
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

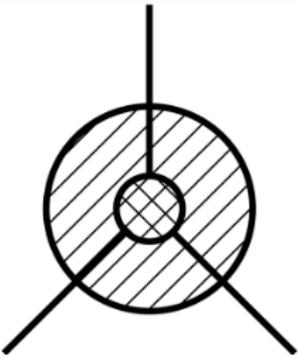
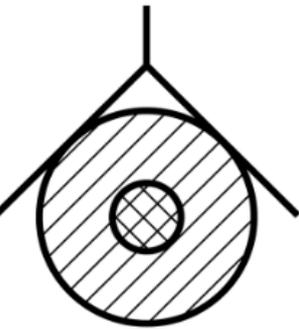
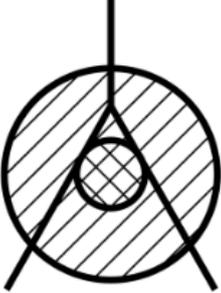
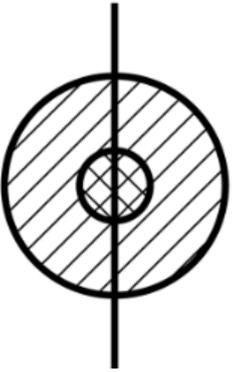
Анализ въездных пространств и обзор принципов проектирования въездных магистралей.

	<p>- наличие крупного транспортного узла, объединяющего транзиты федеральной или региональной значимости и местное движение (мост, транспортная развязка, путепровод);</p>
	<p>- контраст природного и городского ландшафта, общая структурированность пространства, указание на «вход» и «выход» из городской среды (стык высотной и малоэтажной застройки, активного и спокойного рельефа, антропогенного и природного ландшафта);</p>
	<p>- наличие точечных и объемных элементов-сооружений различного масштаба, представляющих собой систему ориентиров местности (информационная стела, мемориал, историческая достопримечательность, или какое-либо сооружение, представляющее собой рекламный бренд – как знак Hollywood или мост «Золотые ворота» в Сан-Франциско);</p>
	<p>- особый характер и функциональное назначение застройки (наличие придорожных комплексов, комплекса зданий или ансамблей застройки);</p>
	<p>- наличие «представительской зоны» (развитых транспортно-пересадочных узлов, крупных автостоянок, объединенных с общественно-деловыми зонами, многофункциональными торгово-развлекательными и гостиничными комплексами);</p>

	<p>- ассоциативность того или иного направления (с конечным пунктом поездки или назначением, например, выезд в сторону аэропорта или рекреационной зоны);</p>
	<p>- наличие придорожного сервиса на подъездном пути (АЗС, СТО, кемпинги, стоянки).</p>

Таблица Б.1. Качественные характеристики въездных зон.

	<p>Обходная кольцевая магистраль протрассирована вне городской территории. Обходная кольцевая магистраль позволяет пропускать транзит в обход города и перераспределять транспортный поток, идущий в город с разных направлений. Для компенсации потери времени предлагается обеспечить скорость движения на кольце на 60% выше, чем в городе.</p>
	<p>Создание внутригородского скоростного кольца, на котором замыкаются внешние магистральные направления. В этом случае транзит вводится в город, но направляется в обход его центральной части. Такая схема принята в Лондоне, Париже, Стокгольме, Бостоне, Детройте, Питтсбурге, Канзас-Сити.</p>
	<p>Характерна для крупнейших городов с радиально-кольцевой планировкой. Кроме внешнего обходного кольца, которое перехватывает транзит, имеется еще внутреннее кольцо, которое принимает внешние потоки, тяготеющие к городу, перераспределяя их по внутригородским направлениям и освобождая от излишней загрузки центр (Москва).</p>

	<p>Глубокие вводы внешних автодорог в город целесообразны в городах, где величина транзита минимальна (Хельсинки), однако они требуют соответствующих инженерных решений, которые обеспечили бы движение транспорта по глубокому вводу с достаточно высокими скоростями, при условии безопасности и помех для местного движения.</p>
	<p>Внешние магистрали трассируются касательно к городской территории. Ее можно считать наиболее экономичной, так как, отвечая необходимым требованиям отвода транзитного движения от города и ввода в город тяготеющих к нему транспортных потоков, она не требует специальных инженерных устройств (Штутгарт, Франкфурт, Ганновер, Нюрнберг).</p>
	<p>Часто внешние автомобильные магистрали проходят через город, как бы «обтекая» центр. Такая схема мало отличается от глубокого ввода. Такое решение характерно для Саратова, Омска, Вены, Мюнхена, Цюриха, Филадельфии, Хьюстона.</p>
	<p>Автомагистраль проходит через центр города. Такая схема характерна для многих российских исторически сформировавшихся городов и не может к настоящему моменту считаться удовлетворительной, поскольку магистраль в пределах города и даже его центрального района является обычной городской улицей. В крупных американских городах при пропуске автомагистрали через центр города ее решают во втором уровне с развязками на всех пересечениях.</p>

	<p>Простейшая схема присоединения города к проходящей рядом автомагистрали – с помощью специального подъезда. Удаление города от автомагистрали не должно быть слишком большим – в пределах 2 – 5 км (Смоленск).</p>
--	--

Таблица Б.2. Принципиальные схемы пропуска транзита через город.

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Обзор методов прогнозирования транспортных потоков.



Рисунок В.1. Методы прогнозирования транспортных потоков.

Общепринятая гравитационная модель.

Традиционная и наиболее распространенная гравитационная модель построена на основании следующей гипотезы:

$$b_{ij} = K \cdot NO_i \cdot NP_j \cdot f(c), \quad (1)$$

где b_{ij} - потенциальные корреспонденции между районами i и j ;

K - калибровочный коэффициент;

NO_i ; - объем выезда из района i

(емкость района по отправлению);

NP_j - объем прибытия в район j (емкость района по прибытию);

i - номер района зарождения корреспонденции;

j - номер района завершения корреспонденции.

При этом должны выполняться также следующие ограничения, которые обеспечивают условие сбалансированности матрицы корреспонденций:

$$\sum_{j=1}^n h_{ij} = NO_i, \quad i = 1, n; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n h_{ij} = HP_j, j = 1, n; \quad (3)$$

где n - количество транспортных районов.

Определение расчетных корреспонденций между транспортными районами выполняется на основе следующего соотношения [3]:

$$h_{ijk} = \frac{HO_i \cdot HP_{jk} \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_{jk} \cdot k_{ijk} \cdot d_{ij})} \quad (4)$$

где h_{ijk} – расчетные корреспонденции между районами i и j на k -й итерации;

d_{ij} – функция тяготения между районами i и j ;

k_{ijk} - выравнивающий коэффициент притяжения поездок из района i в j на k -й итерации.

Формирование матрицы корреспонденций в этом случае выполняется при помощи итерационной процедуры, которая ведется до тех пор, пока не станет $k_{ijk} = 1$.

К преимуществам традиционной гравитационной модели можно отнести доступность исходной информации и простоту выполнения расчетов. В качестве недостатка следует отметить то, что существующий вариант реализации не является строго обоснованным с математической точки зрения, поскольку расчетная формула только отражает общие связи между параметрами модели, но не гарантирует полной аналогии корреспонденций между транспортными районами города и силой взаимного притяжения физических тел.

Наиболее совершенным из всех предложенных гравитационных методов является метод, разработанный В.А.Вдовиченко [24]. Он основывается на том, что существуют такие корреспонденции, при которых сумма квадратов их отклонения от потенциальных (теоретических) будет

минимальна при сбалансированности матрицы корреспонденций по емкостям транспортных районов:

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min_{h_{ij} \in \Omega} \quad (5)$$

$$\Omega : \sum_{j=1}^n h_{ij} = H \cdot O_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = H \cdot P_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (7)$$

где целевая функция $F(h_{ij})$ – сумма квадратов отклонения корреспонденций от их потенциальных значений ; переменные h_{ij} – искомые корреспонденции.

Однако практическая реализация метода в такой постановке получается не очень эффективной из-за того, что в некоторых случаях значения корреспонденций принимают отрицательные значения, чего в действительности быть не может. Для устранения возникшего противоречия приходится искусственно вводить калибровочный коэффициент тяготения между районами, что, естественно, усложняет и уменьшает устойчивость предлагаемого метода. В конечном итоге, искусственная коррекция математической модели корреспонденций ведет к потере ее адекватности. Чтобы исправить сложившуюся ситуацию, обеспечить должную адекватность и избежать вынужденного искажения математической модели, связанного с вводом калибровочного коэффициента, достаточно систему ограничений (6)-(7) в постановке задачи (5)-(7) дополнить ограничением на неотрицательность переменных (корреспонденций). В этом случае математическая модель задачи примет следующий вид:

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min_{h_{ij} \in \Omega} \quad (8)$$

$$\Omega : \sum_{j=1}^n h_{ij} = H \cdot O_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = H \cdot P_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (10)$$

$$h_{ij} \geq 0 \quad (11)$$

Наложение требования неотрицательности на корреспонденции приводит к замене классической задачи оптимизации при ограничениях в виде равенств (5) -(7) задачей математического программирования (8)-(11).

Изменение статуса оптимизационной задачи требует привлечения к ее решению и других методов. Классические методы решения задачи (5)-(7) должны уступить место прямым (поисковым) методам оптимизации – методам математического программирования.

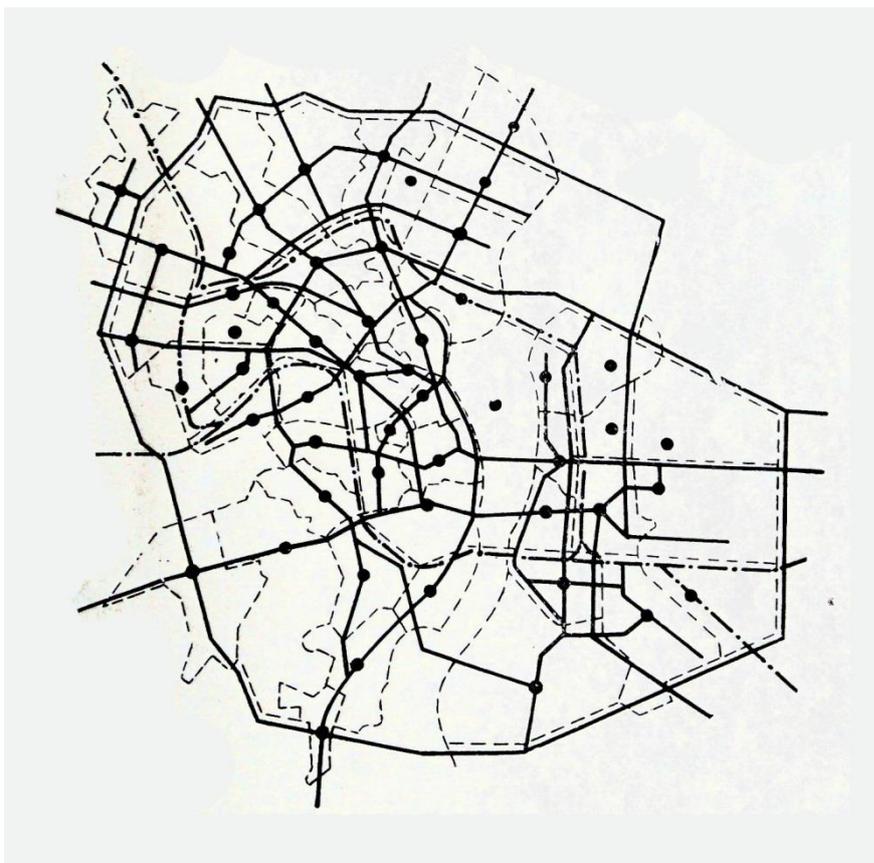


Рисунок В.2. Транспортные районы г. Киева.

Метод средних коэффициентов роста.

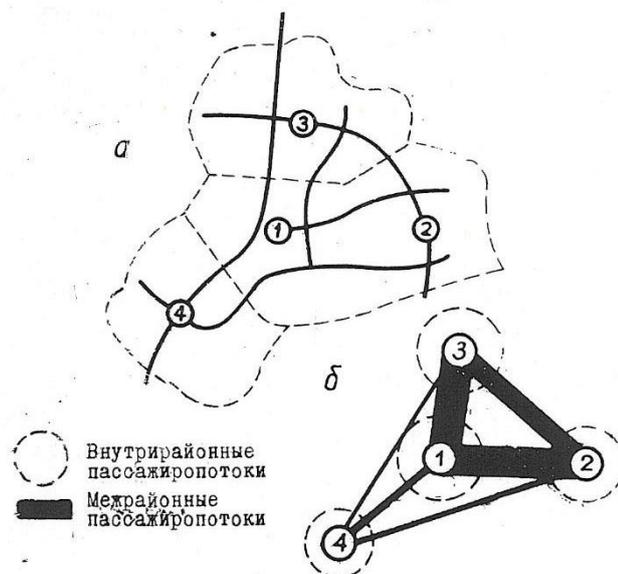


Рис. В.3. Примерная схема города, имеющего четыре транспортных района:
 а - схема транспортных районов; б - диаграмма транспортных потоков между районами.

На рис. 1 показана условная схема города, территория которого расчленена на четыре транспортных района. Данные о существующих пассажироперевозках между этими районами приведены в табл.В.4.

Номер района	Районы				Итого
	1	2	3	4	
1	5,3	5,8	6,1	1,4	18,6
2		4,1	3,7	1,0	8,8
3			4,8	0,4	5,2
4				2,1	2,1
Всего...	5,3	9,9	14,6	4,9	34,7

Таблица В.4. Фактическая корреспонденция пассажиров между транспортными районами города, тыс. пасс/сутки

Пассажирооборот (суммарное количество отправлений и прибытий) для всех четырех районов равен (в тыс. пасс/сутки):

$$D_1 = 2 \times 5,3 + 5,8 + 6,1 + 1,4 = 23,9$$

$$D_2 = 5,8 + 2 \times 4,1 + 3,7 + 1,0 = 18,7$$

$$D_3 = 6,1 + 3,7 + 2 \times 4,8 + 0,4 = 19,8$$

$$D4 = 1,4+4,0+0,4+2 \times 2,1 = 7,0.$$

Перспективный пассажирооборот:

$$D1' = 27,8; D2' = 21,2; D3' = 20,6; D4' = 24,7.$$

Коэффициенты роста:

$$k_1 = \frac{27,8}{23,9} = 1,16$$

$$k_2 = \frac{21,2}{18,7} = 1,13$$

$$k_3 = \frac{20,6}{19,8} = 1,04$$

$$k_4 = \frac{24,7}{7,0} = 3,53$$

Определим теперь новые величины корреспонденции пассажиров:

$$D11 = 5,3 \times 1,16 = 6,2 ;$$

$$D12 = 5,8 \times ((1,16+1,13) \div 2) = 6,6$$

$$D13 = 5,8 \times ((1,16+1,04) \div 2) = 6,7 \text{ и т.д.}$$

В результате расчетов получаем табл.В.5.

Номер района	Районы				Итого
	1	2	3	4	
1	6,2	6,6	6,7	3,3	22,8
2		4,6	4,0	2,3	10,9
3			5,0	0,9	5,9
4				7,4	7,4
Всего...	6,2	11,2	15,7	13,9	47,0

Таблица В.5. Предполагаемая корреспонденция пассажиров между транспортными районами города (метод средних коэффициентов), тыс. пасс/сутки

$$D1'' = 27,8; D2'' = 21,2; D3'' = 20,6; D4'' = 24,7.$$

Совершенно очевидно, что полученный пассажирооборот районов D''_i значительно отличается от предполагаемого D'_i , причем это отличие тем больше, чем больше разнится $D'_i \div D_i$ от среднего коэффициента роста

пассажиروборота для всего города. Поэтому метод средних коэффициентов роста, как и метод единственного коэффициента роста в проектной практике почти не применяется.

Детройтский метод.

Прежде всего, определим наиболее простым способом внутрирайонные поездки, предположив, что удельный вес внутрирайонных поездок в пассажирообороте района сохраняется

$$D'_{ii} = D'_i \cdot \frac{D_{ii}}{D_i}$$

Откуда:

$$D'_{11} = 27,8 \cdot \frac{5,3}{23,9} = 6,1$$

Аналогично:

$$D'_{22} = 4,7$$

$$D'_{33} = 4,9$$

$$D'_{44} = 7,4$$

Следующим этапом расчета является определение пассажирооборота района без внутрирайонных поездок (внешнего пассажирооборота);

$$\bar{D}'_i = D'_i - 2D'_{ii}$$

$$\bar{D}'_1 = 15,6 \quad \bar{D}'_2 = 11,8 \quad \bar{D}'_3 = 10,8 \quad \bar{D}'_4 = 9,9 \text{ тыс. пасс/сутки. Напомним,}$$

что аналогичные фактические величины составляли

$$\bar{D}'_1 = 13,3$$

$$\bar{D}'_2 = 10,5$$

$$\bar{D}'_3 = 10,2$$

$$\bar{D}'_4 = 2,8$$

Откуда коэффициенты роста равны:

$$k_1 = 1,17$$

$$k_2 = 1,12$$

$$k_3 = 1,06$$

$$k_4 = 3,54$$

$$k = 1,335$$

Корреспонденция пассажиров между районами города

$$\bar{D}'_{12} = 5,8 \cdot \frac{1,17 \cdot 1,12}{1,335} = 5,7$$

$$\bar{D}'_{13} = 6,1 \cdot \frac{1,17 \cdot 1,06}{1,335} = 5,8$$

$$\bar{D}'_{14} = 1,4 \cdot \frac{1,17 \cdot 3,54}{1,335} = 4,4 \text{ и т.д.}$$

С помощью детройтского метода достигается высокая точность прогноза, однако и он имеет ряд недостатков. Например, получаемая корреспонденция пассажиров (табл. В.6).

Номер района	Районы				Итого
	1	2	3	4	
1	6,1	5,7	5,8	4,4	22,0
2		4,7	3,3	3,0	11,0
3			4,9	1,1	0,0
4				7,4	7,4
Всего...	6,1	0,4	14,0	15,9	46,4

Таблица В.6. Ожидаемая корреспонденция пассажиров между районами города (детройтский метод), тыс. пасс/сутки

нуждается в корректировке, так как окончательный пассажирооборот районов, являющийся суммой табличных величин, отличается от заданного. Это отличие в случае большой разницы в темпах роста рассматриваемого района и города может быть достаточно велико.

Метод Фратара

Предположим, что фактическая корреспонденция пассажиров между транспортными районами города соответствует данным табл. 1. (см. прил. А) В таком случае внешний пассажирооборот каждого транспортного района составит:

$$\bar{D}'_1 = 13,3$$

$$\bar{D}'_2 = 10,5$$

$$\bar{D}'_3 = 10,2$$

$$\bar{D}'_4 = 2,8 \text{ тыс. пасс/сутки.}$$

Коэффициенты роста:

$$k_1 = 1,17$$

$$k_2 = 1,12$$

$$k_3 = 1,06$$

$$k_4 = 3,54$$

Определим местные факторы для каждого района:

$$M_1 = \frac{13,3}{5,8 \cdot 1,12 + 6,1 \cdot 1,06 + 1,4 \cdot 3,54} = 0,74$$

$$M_2 = \frac{10,5}{5,8 \cdot 1,17 + 3,7 \cdot 1,3 + 1,0 \cdot 3,54} = 0,737$$

$$M_3 = \frac{10,2}{6,1 \cdot 1,17 + 3,7 \cdot 1,12 + 0,4 \cdot 3,54} = 0,803$$

$$M_4 = \frac{2,8}{1,4 \cdot 1,17 + 1,0 \cdot 1,12 + 0,4 \cdot 1,06} = 0,808$$

Затем с помощью формулы :

$$D'_{ij} = D_{ij} \cdot k_i \cdot k_j \cdot \frac{M_i + M_j}{2}$$

получим значения корреспонденции пассажиров между районами города (табл. В.7).

Номер района	Районы		
	2	3	4
1	5,6	5,8	4,7
2		3,4	3,2
3			1,3

Таблица В.7. Корреспонденция пассажиров после I итерации, тыс. чел/сутки.

$$D'1 = 16,1; D'2 = 12,2; Z D'3 = 10,5; D'4 = 9,2.$$

Теперь необходимо проверить решение задачи по условию

$$\sum_j D'_{ij} = k_i \cdot \sum_j D_{ij}$$

$$\eta_1 = \frac{13,3 \cdot 1,17}{16,1} = 0,097$$

$$\eta_2 = \frac{10,5 \cdot 1,12}{12,2} = 0,096$$

$$\eta_3 = \frac{10,2 \cdot 1,06}{10,5} = 1,06$$

$$\eta_4 = \frac{2,8 \cdot 3,54}{9,2} = 1,08$$

Все итерационные коэффициенты отличаются от 1. Здесь представляется необходимым задаться допустимым отклонением от условия (2.10). В проектной практике установлено, что удовлетворительный результат получается при величине η , находящейся в пределах $0,95 \leq \eta \leq 1,05$. Решение, полученное в I итерации, не удовлетворяет этому ограничению ($\eta_3=1,06$; $\eta_4=1,08$).

В связи с этим проводится второй этап расчетов - определяются новые значения корреспонденции (табл. В.8).

Номер района	Районы			
	1	2	3	4
1	6,1	5,2	5,9	4,9
2		4,7	3,4	3,3
3			4,9	1,4
4				7,4*

Таблица В.8. Ожидаемая корреспонденция пассажиров между районами города (метод Фратара), тыс. пасс/сутки.

*Внутрирайонные поездки взяты из табл. В.5.

Сумма отправок и прибытий в межрайонных сообщениях для каждого района равна: $D'1=16$; $D'2=11,9$; $D'3=10,7$; $D'4=9,6$; новые значения итерационных коэффициентов: $\eta_1 = 0,97$; $\eta_2 = 0,99$; $\eta_3 = 1,01$; $\eta_4 = 1,03$, т. е. условие $0,95 < \eta < 1,05$ соблюдено.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Территориальное зонирование транспортного каркаса.



Рисунок Г.1. Границы города Пензы в 1910 г.

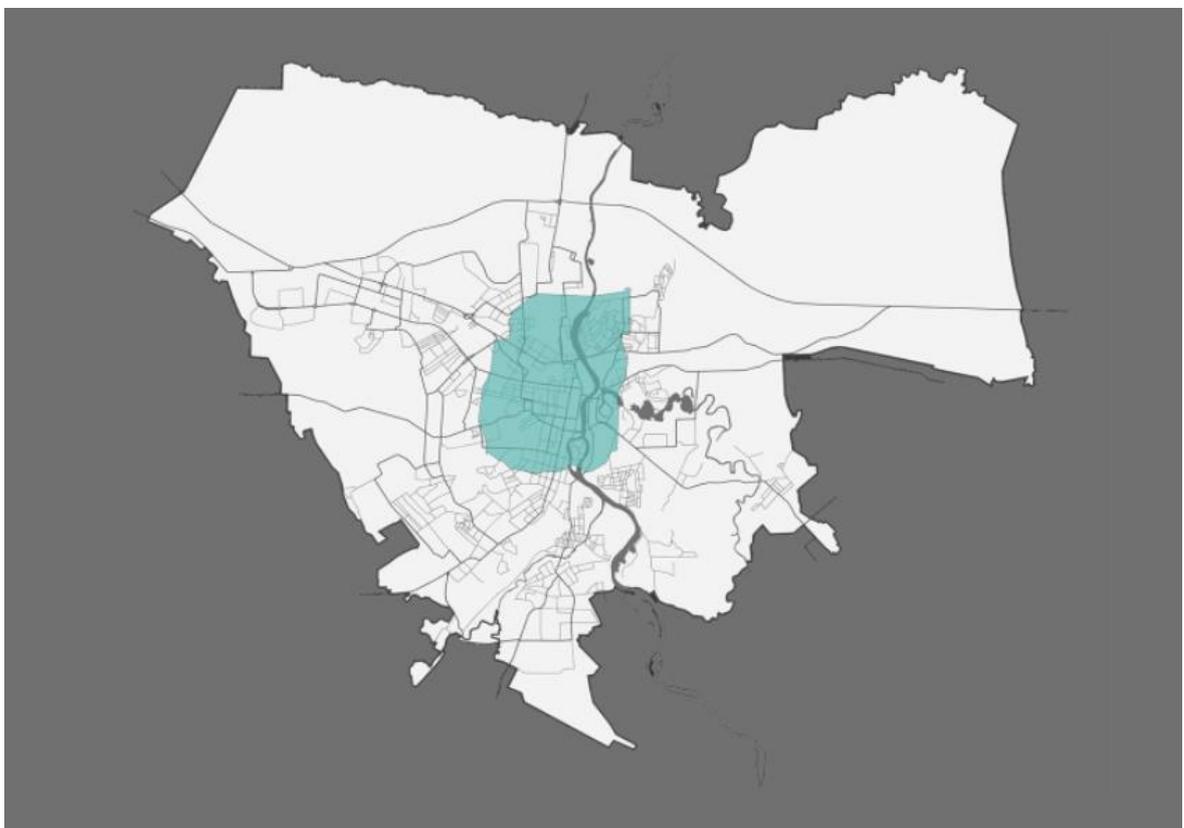


Рисунок Г.2. Границы города Пензы в 1927 г.

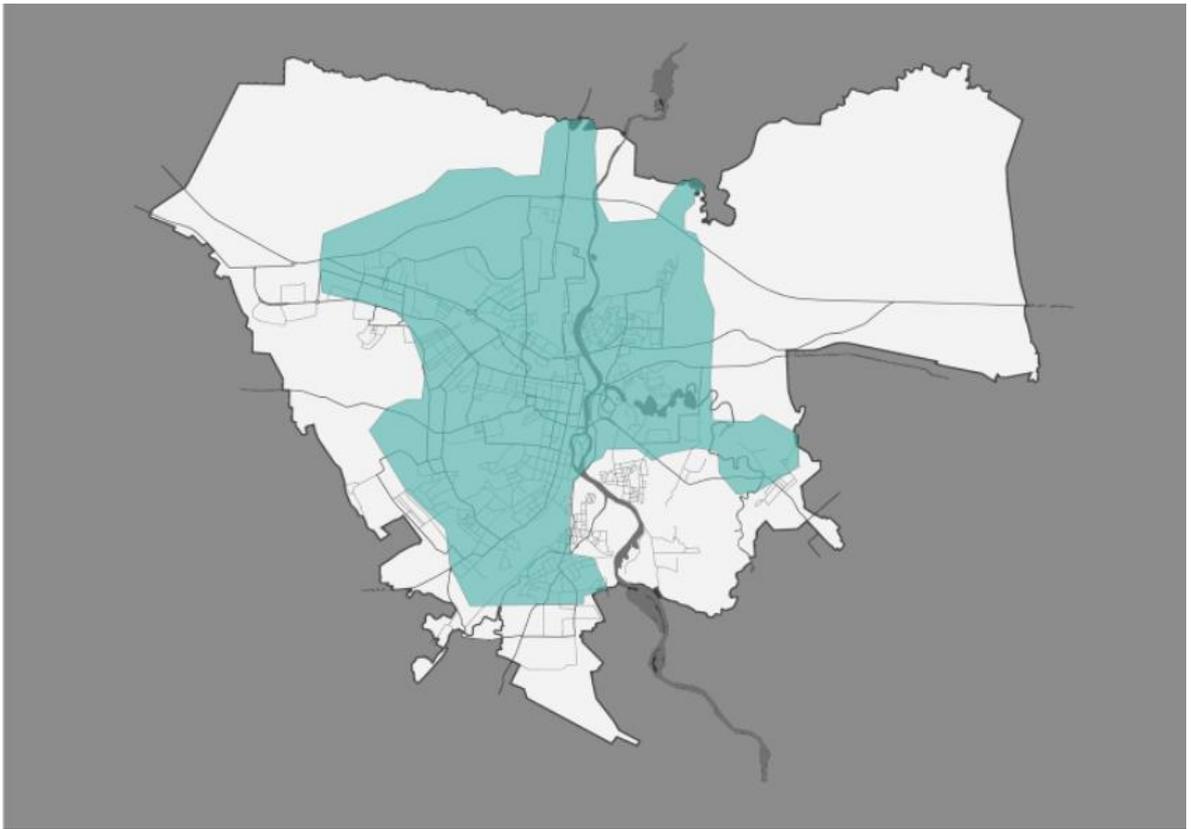


Рисунок Г.3. Границы города Пензы в 1985 г.

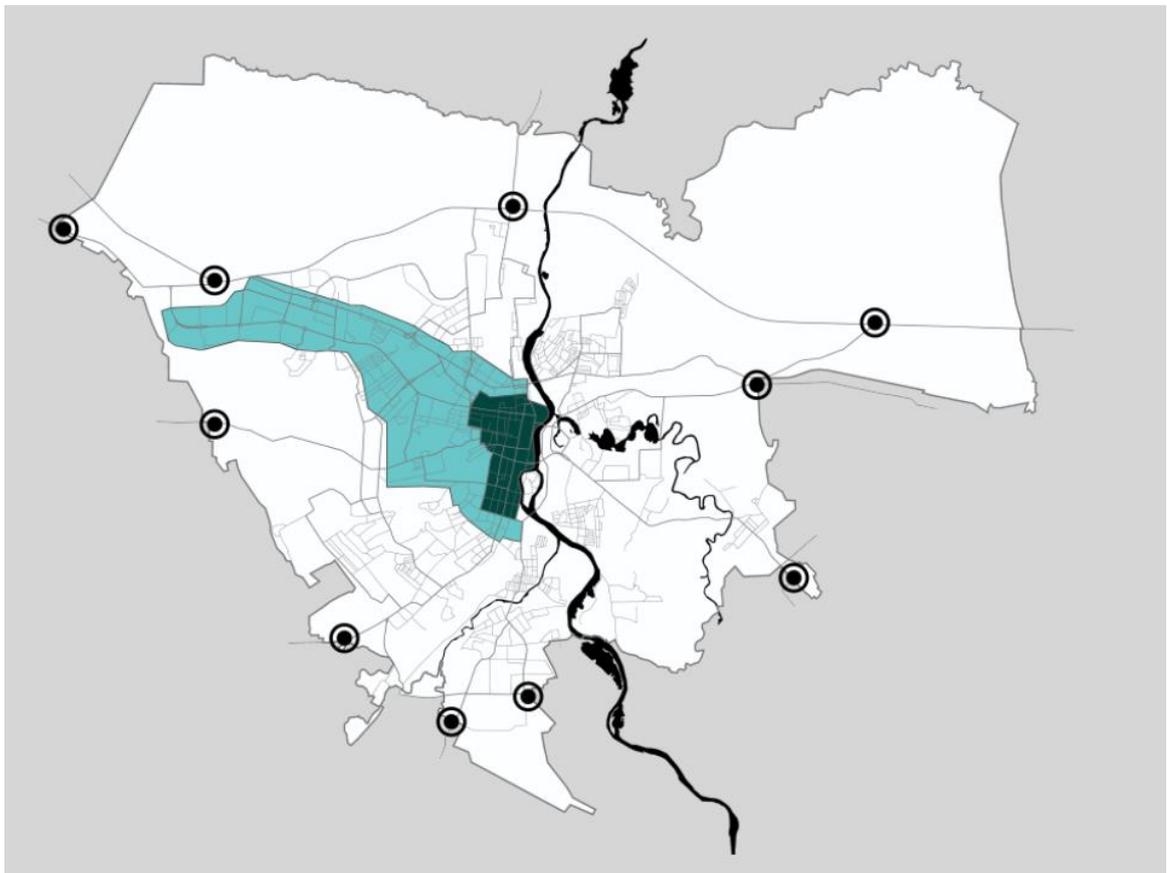


Рисунок Г.4. Поясное зонирование города Пензы с указанием точек въезда в город.

Особенности центральной зоны	Особенности срединной зоны	Особенности периферийной зоны	Особенности въездов в город
-Занимает наименьшую площадь территории, здесь расположен исторический центр города;	-Значительная часть территории города, она наиболее динамично развивается	Самая большая по площади, находится в плавной стадии роста	Повышенная транспортная нагрузка по отношению к периферийной зоне
Характеризуется высокой плотностью застройки;	Имеет смешанные функции	Обладает наименьшей интенсивностью использования территории, низкая плотность застройки	Более высокое насыщение общественными функциями по сравнению с периферийной зоной
Концентрация учреждений общественного обслуживания, исторических памятников города;	Характеризуется менее плотным процентом застройки по отношению к центру и более плотным по отношению к периферии	Наименьшее насыщение общественными функциями	Меньший резерв пропускной способности магистралей по сравнению с периферийной зоной
Разнообразные функции и виды деятельности (управление, культурное и бытовое обслуживание, рекреация);	Обладает меньшим уровнем интенсивности использования территории, чем центральная зона	Большой процент неосвоенной земли	
Сосредоточение мест приложения труда.	Резерв пропускной способности на магистральных срединной зоны больше чем в центре	Небольшая протяженность УДС к площади территории	

Таблица Г.5. Характерные особенности территориальных зон.

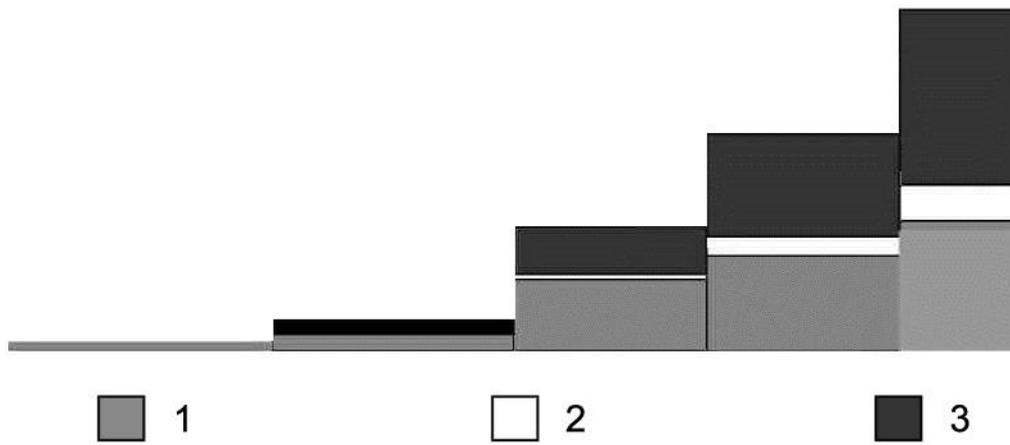


Рисунок Г.6. Рост интенсивности движения по мере приближения к городу: 1 – местное движение, 2 – интенсивность движения транспортного потока, ориентированного на город, 3 – маятниковое движение.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

Историко-генетический анализ формирования основных въездных направлений в г. Пензу.



Рисунок Д.1. Фрагмент карты европейской части России, 1871 г.



Рисунок Д.2. Фрагмент карты европейской части России, 1909 г.

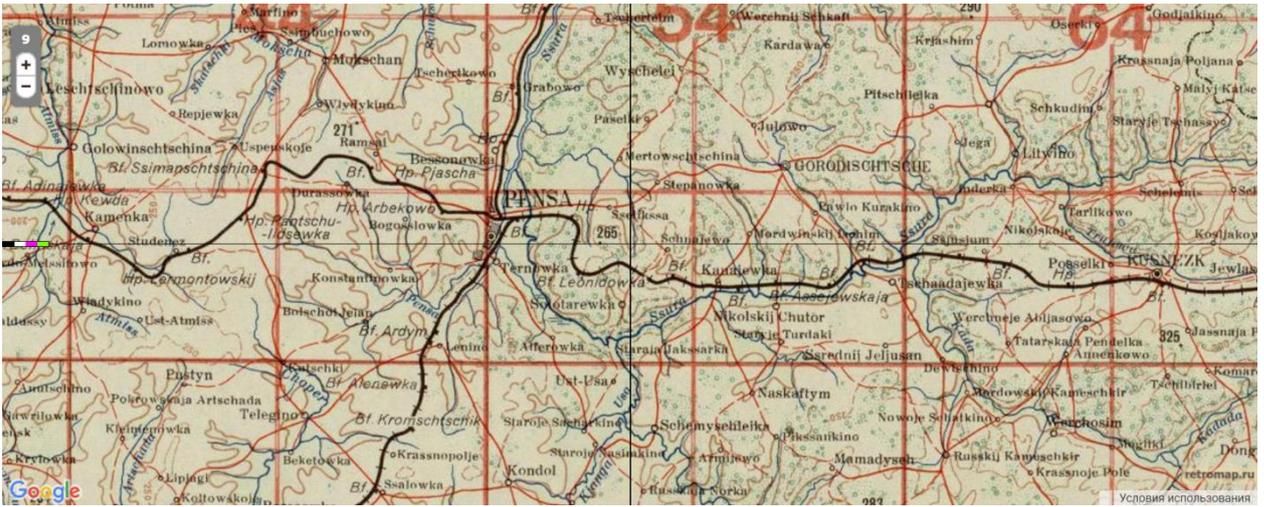


Рисунок Д.3. Фрагмент карты европейской части России, 1942 г.

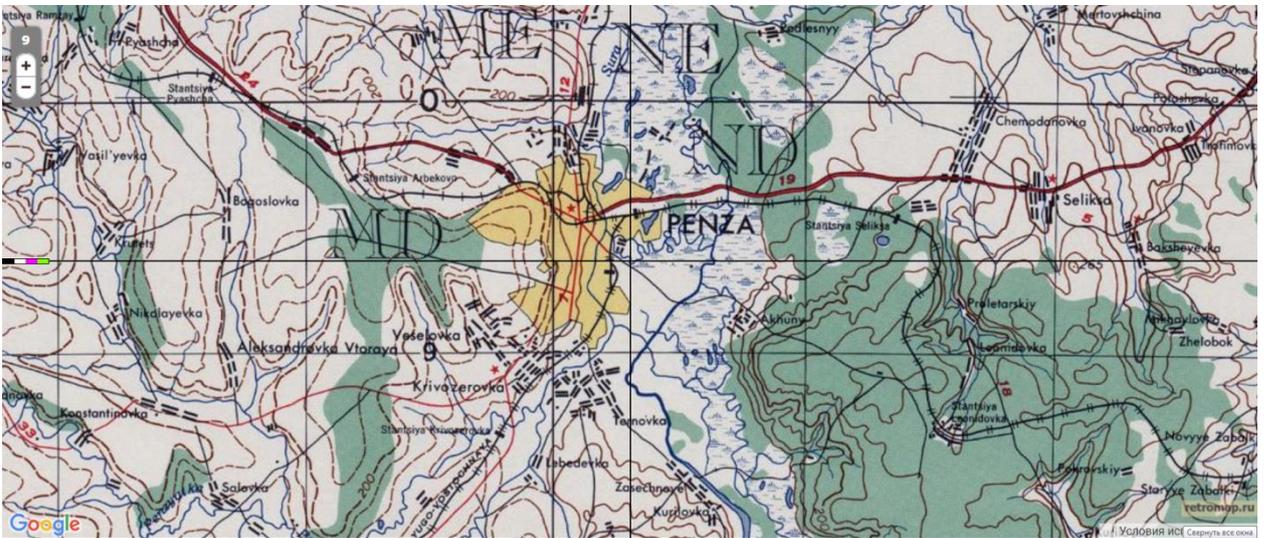


Рисунок Д.4. Фрагмент карты европейской части России, 1954 г.

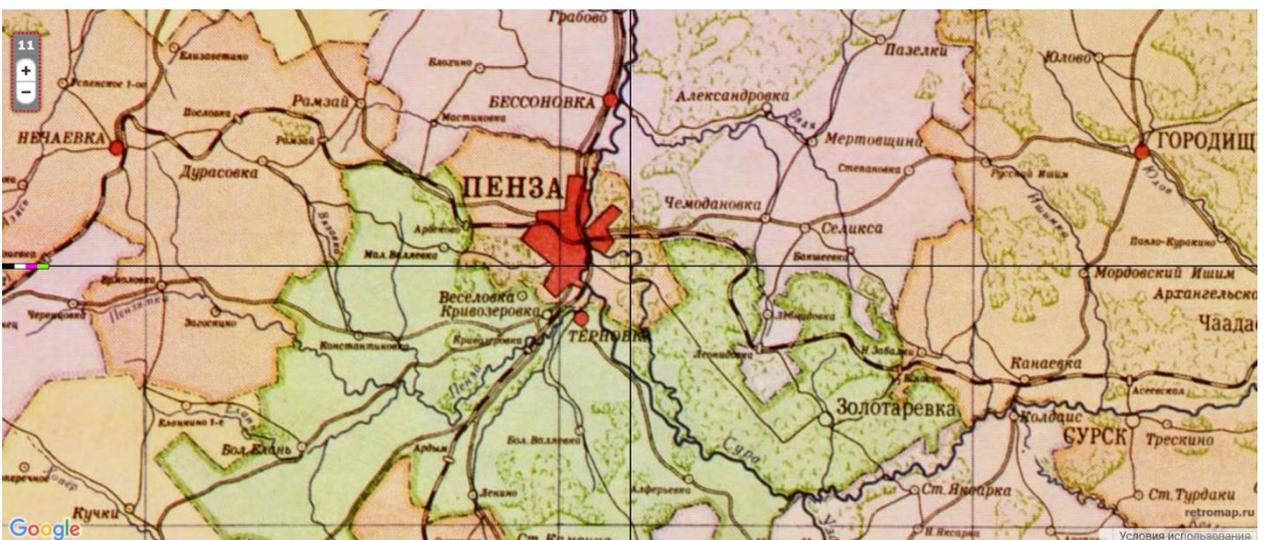


Рисунок Д.5. Фрагмент карты европейской части России, 1957 г.

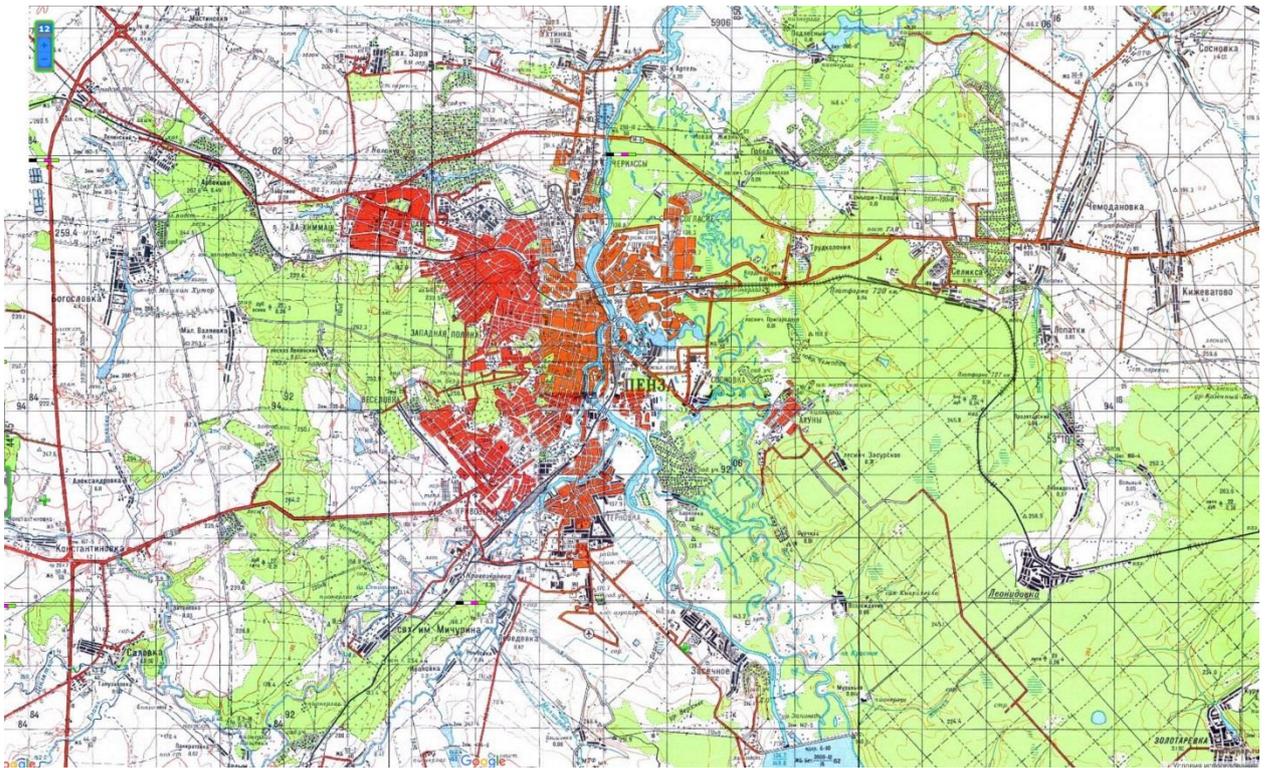


Рисунок Д.6. План г. Пензы, 1985 г.

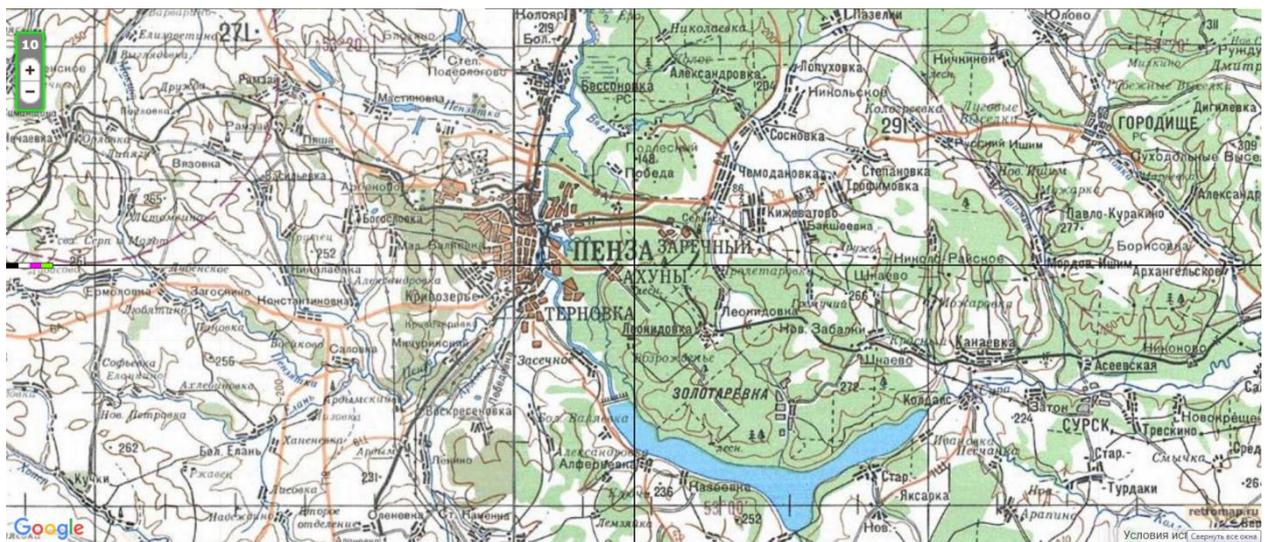


Рисунок Д.7. Фрагмент плана Пензенской области, 1988 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.

Графический материал экспериментальной части исследования.

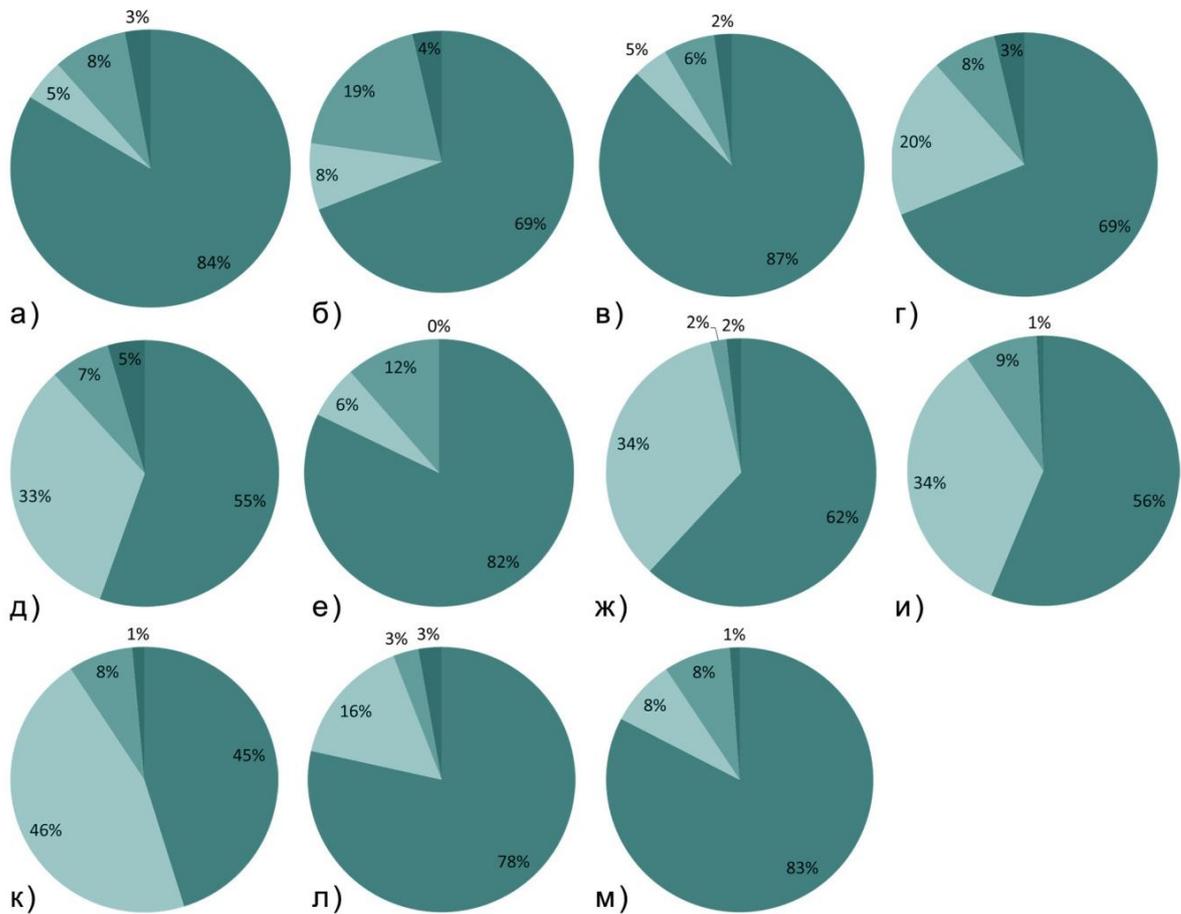


Рисунок Е.1. Структура транспортного потока на выездах из г. Пензы: а) – по ул. 40 лет Октября; б) по ул. Аустрина; в) – по ул. Коннозаводская; г) – по трассе на г. Заречный; д) – по ул. Кордон Сурка; е) – по дороге на с. Малую Валяевку; ж) – в сечении на а/д М-5 в р-не Арбеково; и) – в сечении на а/д М-5 рядом с гостиницей Золотой петушок; к) – в сечении на а/д М-5 рядом с пересечением с ул. Кордон Сурка; л) – по Пр. Победы; м) – по ул. Терновского.

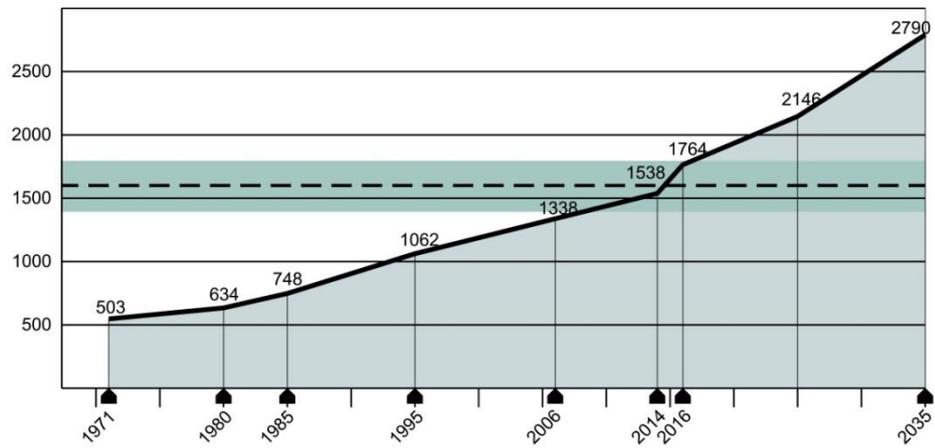


Рис. Е.2. Перспективный график насыщения ул. 40 лет Октября (в сечении на выезде из города).

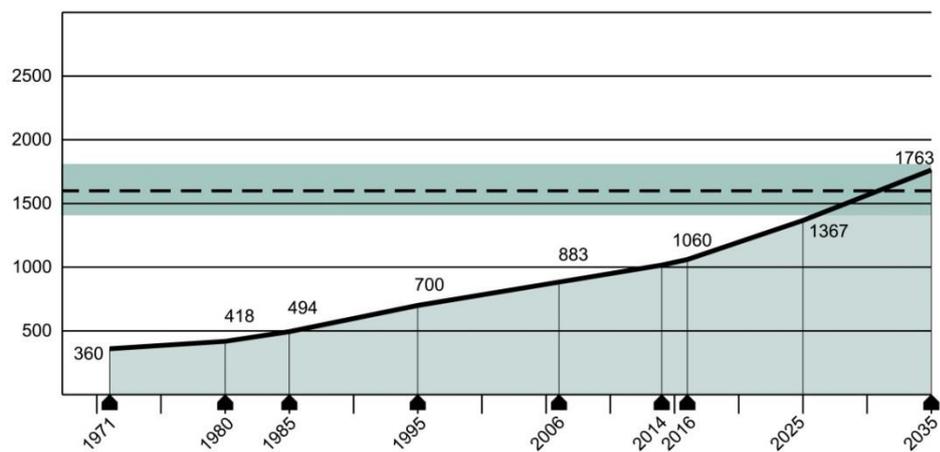


Рис. Е.3. Перспективный график насыщения ул. Аустрина (в сечении на выезде из города).

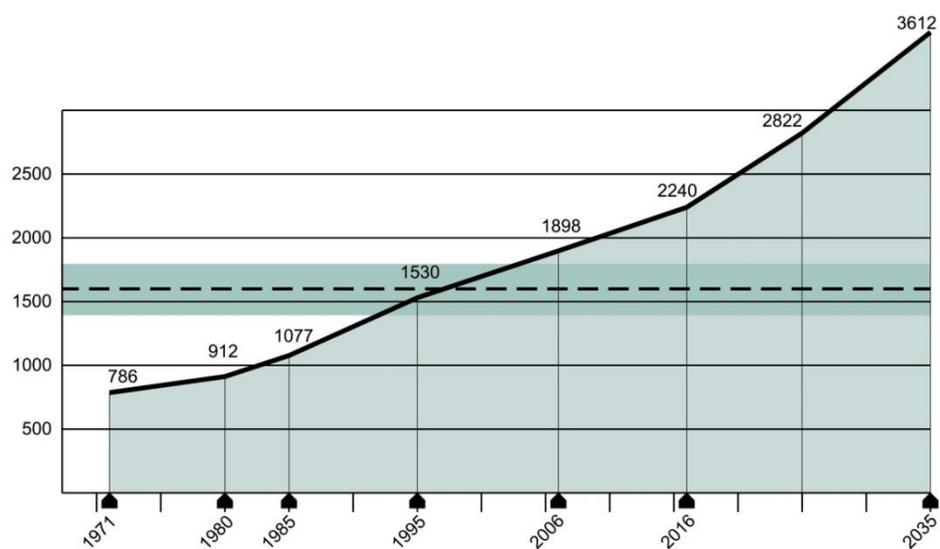


Рис. Е.4. Перспективный график насыщения а/д М-5 «Урал» (в районе Арбеково).

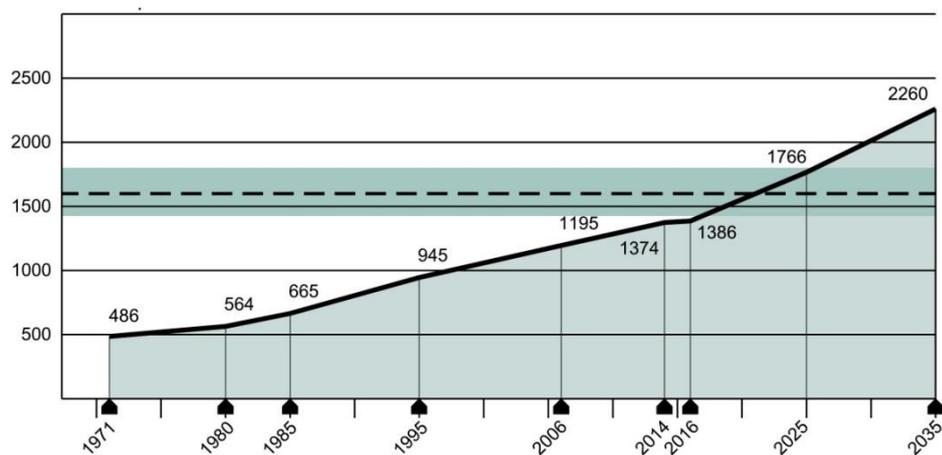


Рис. Е.5. Перспективный график насыщения а/д М-5 «Урал» (точка у гостиницы «Золотой Петушок»).

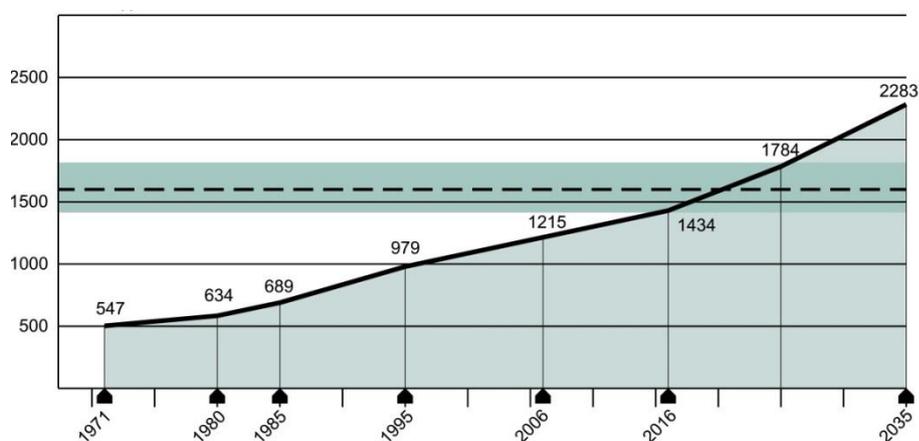


Рис. Е.6. Перспективный график насыщения а/д М-5 «Урал» (рядом с пересечением с ул. Кордон Сурка).

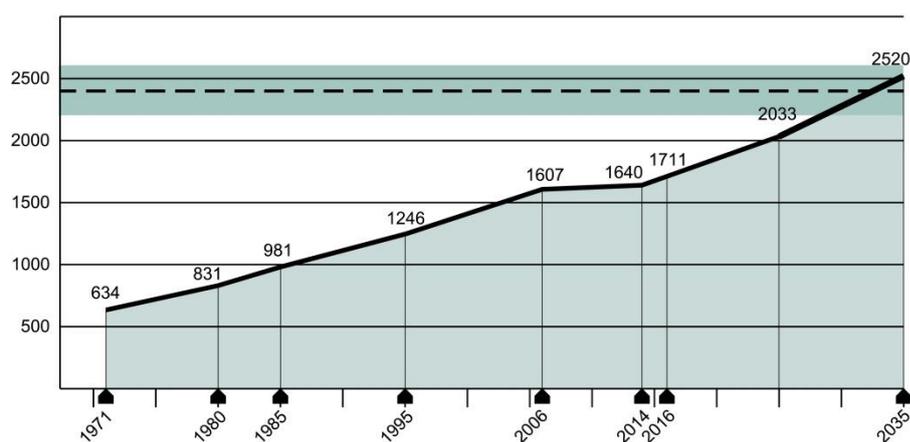


Рис. Е.7. Перспективный график насыщения Просп. Победы (в сечении на выезде из города).

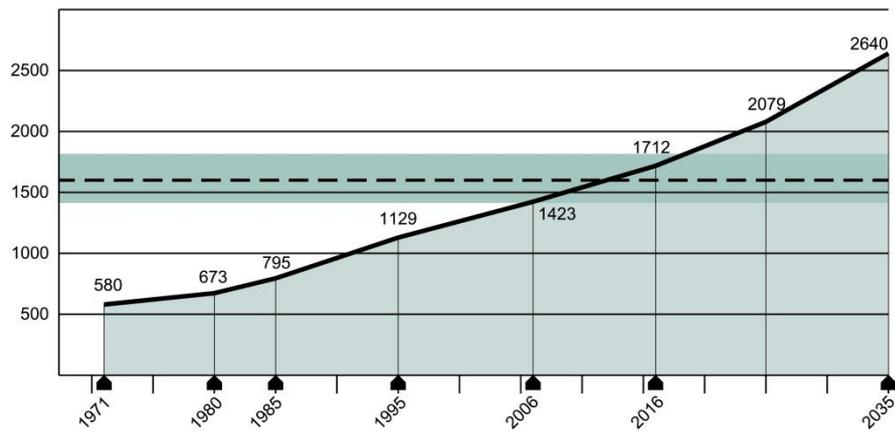


Рис. Е.8. Перспективный график насыщения ул. Терновского (в сечении на выезде из города).

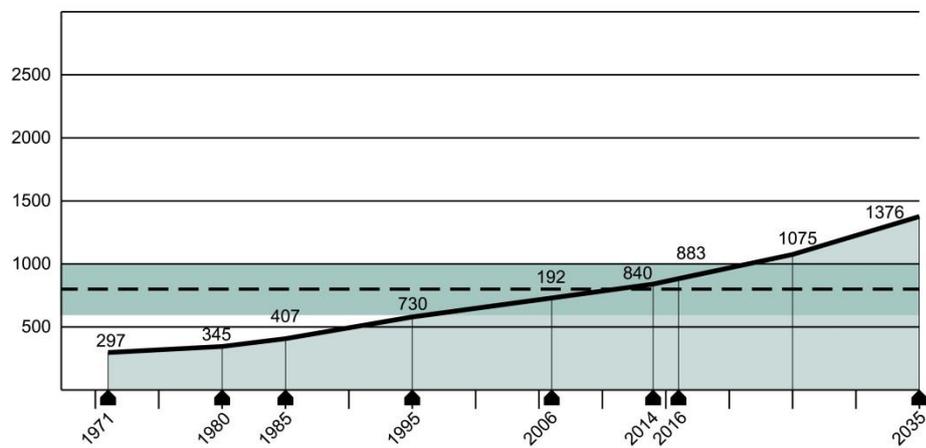


Рис. Е.9. Перспективный график насыщения ул. Чаадаева (в сечении на выезде из города).



Рисунок Е.10. Схема дорожно-транспортных происшествий на территории г. Пензы. Желтый цвет – ДТП за июль август 2016 г., красный – ДТП за декабрь 2016 – январь 2017 г.



Рисунок Е.11. Схема расположения дачных и коттеджных поселков, строящихся микрорайонов на периферии и пригородных зон отдыха.

На правах рукописи

(подпись)

ТРУБАНЕНКО ЕКАТЕРИНА ГЕОРГИЕВНА

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ
НА ВЫЕЗДАХ ИЗ Г. ПЕНЗЫ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**Выпускной квалификационной работы по
направлению 07.04.01 – Архитектура**

Пенза 2017

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА В ФГБОУ ВО “ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА”

Научный руководитель

Круглов Ю.В.

кандидат технических наук, профессор

Защита состоится _____20_____2017 года в _9.00_ часов на заседании
Государственной экзаменационной комиссии по защите ВКР по направлению подготовки
07.04.01 “Архитектура” при Пензенском государственном университете архитектуры и
строительства по адресу: 440028, г.Пенза, ул.Г.Титова, 28, корпус 3, ауд. 3419

Секретарь ГЭК _____ к.арх. А.С.Вилкова

Общая характеристика работы.

Актуальность исследования. Объем городских, междугородных и межрегиональных автоперевозок непрерывно растёт, обгоняя дорожное строительство. Резерв пропускной способности магистралей и транспортных узлов значительно сократился, а на некоторых участках уже давно себя исчерпал.

Большое влияние на рост интенсивности движения на дорожно-уличной сети оказывают транспортные связи между городом и пригородной зоной. Пересечения и примыкания автомобильных дорог на въездах в город подвергаются усиленной транспортной нагрузке. Интенсивность движения на въезде в город сравнима с наиболее загруженными магистральями центральной зоны города, где в «часы пик» происходит перенасыщение. Такая ситуация характерна для узлов пересечений, где пропускная способность изжила себя, что влечет за собой множество негативных факторов.

Причины перенасыщений и заторов на выезде из города связаны с увеличением транзитного потока, которое в свою очередь, связано с ростом маятниковой миграции, активной застройкой городских пригородов, неоднородностью транспортного потока. В сложившейся ситуации наиболее актуальным является не только местное вмешательство, но предупреждение возникновения проблемных мест в транспортной системе города. Необходимы новые градостроительные приемы и методы для проектирования и реконструкции УДС.

Исследования, направленные на определение перспективных потоков на въездах в город, в первую очередь, направлены на определение ключевых точек приоритетного развития УДС, и, как следствие, обеспечение рационального и экономичного проектирования, в чем состоит **актуальность** данной тематики. Они должны базироваться на объективных данных, полученных в результате натурных обследований. Эти данные могут лечь в основу своевременной реконструкции улично-дорожной сети, а

также расчета емкости транспортно-пересадочных узлов. Имея статистические данные по величине транзитных потоков, можно дать прогноз на его будущее развитие, используя метод линейной экстраполяции.

При грамотном прогнозировании значительно сокращается объем финансовых вложений в строительство и реконструкцию УДС, т.к. перспективная пропускная способность учитывается на стадии проектирования.

Возрастающее значение въездных зон предъявляет особые требования к их архитектурно-градостроительной организации и эстетическому облику. Эта проблематика актуальна на сегодняшний день и должна быть рассмотрена в комплексе с проблемой транспорта, однако она требует дополнительной научной проработки.

Теоретическую базу исследования составили работы авторов, связанные с изучением проектирования въездов в город на различных уровнях: Д. Апплейярда, К. Линча, Д. Майера, А.Е. Страментова, М.С. Фишельсона, Е.А. Меркулова, Э.Я. Турчихина, Е.Н. Дубровина.

Целью исследования является разработка системного подхода для определения перспективных потоков на въездах в город на основе натурных обследований транспортных потоков. При разработке методики важными являются следующие **задачи**:

1. Выявление роли транспортно-планировочного каркаса в развитии города;
2. Рассмотрение основных направлений исследования относительно организации городских въездов;
3. Изучение методов проектирования въездов в город;
4. Обзор существующих методов прогнозирования транспортных потоков;
5. Анализ участков УДС на въездах в город и выявление их особенностей по отношению к центральной, срединной и периферийной зонам;

6. Формулировка понятия въезда в город, разработка классификации въездов в г. Пензу;
7. Построение графиков насыщения магистралей на въездах в г. Пензу и выявление процента запаса пропускной способности;
8. Предложение конкретных решений, направленных на уточнение существующих нормативов.

Объект исследования представлен въездами в г. Пензу. **Предметом исследования** является типология въездов в город, параметры классификации, ранжирование, интенсивность транспортных потоков в узлах пересечений на въезде в город.

Границы исследования.

Временные: 1971 – 2017 гг., территориальные – административные границы г. Пенза, проблемные границы исследования – узлы въездов в город.

Методика исследования основана на принципе системного подхода, включает изучение теоретических положений научных трудов, историко-генетический и семантико-эстетический анализ, а также натурные обследования.

Научная новизна.

Научная новизна заключается в том, что впервые применен системный подход к проблеме проектирования въездов в город. Получены данные о величине транспортных потоков в узлах на въездах в город и выявлен процент запаса пропускной способности магистралей. Выявлены особенности въездов по отношению к периферийной части города.

Практическое значение.

Разрабатываемый метод может быть применен при проектировании и реконструкции Генеральных планов крупных городов, в частности для транспортного каркаса, и комплексных транспортных схем. Для города Пензы метод обладает преемственностью, а данные полученные в ходе

анализа УДС г. Пензы, уже могут быть использованы для внесения изменений в Генплан и систему управления городских транспортом.

На защиту выносятся метод определения перспективных потоков на выездах из города, основанный на комплексном и системном подходе.

Структура работы. Работа включает один том. Он содержит текстовую часть, состоящую из введения, двух глав, заключения, библиографии (33 источника) – объемом 96 страниц, приложений, которые включают в себя иллюстративный материал и графоаналитические таблицы.

Во введении обосновываются актуальность темы, степень изученности вопроса, формулируются объект и предмет исследования, его цели и задачи, определяются границы исследования, методика исследования.

Структура работы.

В первой главе «Теоретические основы изучения проектирования въездов в город и обзор методов прогнозирования транспортного потока» выявляется роль транспортного каркаса как важнейшей городской инфраструктуры, приводятся основные характеристики улично-дорожной сети, обеспечивающие бесперебойное функционирование транспортного каркаса. Обосновывается важная роль въездов в обеспечении удобного ввода транспорта в город и беспрепятственного пропуска транзита. Приводится анализ принципов проектирования въездных зон, а также обзор существующих методов прогнозирования транспортных потоков.

Можно отметить следующие недостатки УДС городов России: низкая плотность, низкая связность дорожной сети (включая ранг связности и коэффициент прямолинейности).

В ходе изучения литературных источников выявлены качественные характеристики въездных зон, такие как наличие крупного транспортного узла, контраст природного и городского ландшафта, наличие точечных и объемных элементов-сооружений, особый характер и функциональное назначение застройки, наличие «представительской зоны». На основе этих

характеристик выделены три главных аспекта, характеризующих въездные зоны: семантический, социокультурный и функциональный.

Семантика въезда поддерживается так называемыми «образоформирующими» факторами, такими, как рельеф, ландшафт, панорама, силуэт застройки. С точки зрения социокультурного значения въезд в город может представлять собой историко-культурную достопримечательность, служить идентификатором местности. Функциональный аспект характеризует стратегическую и экономическую значимость въезда в структуре УДС города и пригородной зоны, основные параметры автомобильных дорог и магистралей – величину транзита, интенсивность транспортного потока, пропускную способность узла пересечения и т.д. Он включает в себя инженерно-техническую составляющую (все вопросы проектирования автомобильных дорог на въезде в город), а также вопрос функционального назначения прилегающей застройки. Различная стратегическая значимость того или иного направления позволяет говорить о главных и второстепенных въездах.

В ходе изучения литературных источников выявлена роль транзитного потока как фактора, лежащего в основе принципов проектирования въездных магистралей. Процент транзитного движения в структуре транспортного потока, подходящего к городу, определяет схему ввода транспорта в город и общую характеристику въезда. Въездная магистраль может быть протрассирована в обход городской территории, касательно, или через территорию города.

Изучения отечественных и зарубежных исследований не выявило специализированных методик определения перспективных потоков на въездах в город. В связи с этим, наряду с обзором основных принципов проектирования въездов в город, следует рассмотреть методы, которые нашли применение в прогнозировании транспортных потоков в целом по городу. В условиях постоянного роста автомобилизации населения особое значение приобретает научно обоснованный прогноз развития городского

транспорта и, прежде всего, определение перспективных размеров автомобильного движения, оказывающего решающее влияние на загрузку улиц и дорог. Наиболее простым и недорогим в использовании был признан метод экстраполяции. Ему необходима лишь временная база прошедших лет для выявления тенденций роста. Данные о транспортной загрузке за период с 1971-2015 гг. были собраны профессором Ю.В. Кругловым.

Итак, анализируя принципы проектирования въездных зон и методы определения перспективных транспортных потоков, можно увидеть, что организация въезда в город представляет собой комплексную задачу, включающую наряду с вопросами инженерно-технического характера семантическую и социокультурную составляющую. Въезд в город служит смысловым и пространственным акцентом, участвующим в формировании образа города. Очень важно обеспечение четкой структурной организации на въездах, создание «представительских» зон, которые соответствовали бы определенному уровню благоустройства и масштаба городской застройки. Важнейшие характеристики въездной магистрали – интенсивность транспортного потока и величина транзита. Актуальность изучения методик проектирования въездов подтверждается неблагоприятной транспортной ситуацией, сложившейся к текущему моменту на ключевых точках въезда в города. Необходимо решать не только текущие проблемы местного характера, но и обеспечивать благоприятный прогноз на будущее для всей УДС города в целом. На этом фоне целесообразно использовать прогнозные и аналитические методы.

Во второй главе «Метод комплексного подхода к определению перспективных потоков на выезде из города» въезды рассмотрены как отдельные элементы в структуре поясного зонирования. Выявляются предпосылки формирования основных въездов в г. Пензу, приводится классификация въездов и характеристика въездных зон с точки зрения

эстетической составляющей, строятся графики насыщения транспортной сети на въездах. Проведен анализ факторов, влияющих на загрузки въездов.

Среди особенностей участков УДС на въездах выявлены следующие:

- постоянно увеличивающаяся транспортная емкость за счет застройки новой территории;

- совокупность трех составляющих - транзитного, местного (перевозки и маятникового движения);

- наличие маятникового движения, связанного с ежедневными поездками в город и обратно жителей пригородов, работающих или обучающихся в городе, а также жителей города, проживающих в дачных и коттеджных поселках, расположенных в пригородной зоне;

- рост интенсивности движения за счет использования рекреационных зон;

- наличие недельной и годовой неравномерности транспортных потоков с увеличением их интенсивности в период выходных, праздничных дней и летнего времени;

- привлечение дополнительных транспортных потоков за счет объектов инфраструктуры (торгово-развлекательные комплексы, объекты дорожного сервиса).

Историко-генетический анализ формирования основных въездных направлений показал, что чем больше город, тем более развита сеть радиальных магистралей вокруг него и тем больше количество въездов. К настоящему времени насчитывается 10 основных и второстепенных въездов в г. Пензу:

1. Пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы (направление на Москву);
2. Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Аустрина (направление на Саранск и Тамбов);

3. Пересечение а/д М-5 «Урал» и ул. Кордон Сурка (направление на Самару);
4. Въезд по ул. 40 лет Октября (направления на Тамбов и Саратов);
5. Въезд по ул. Нейтральная (со стороны г. Заречного);
6. Въезд по ул. Коннозаводская (в районе Ахун);
7. Въезд по ул. Новотерновская (в районе мкр-на «Гидрострой»);
8. Въезд по а/д со стороны пос. Малая Валяевка;
9. Въезд по ул. Арбековская (со стороны с. Рамзай);
10. Въезд по ул. Рябова (со стороны Кондоля).

Все въезды были условно разделены по трем группам. К первой группе относятся все пересечения с федеральной трассой М-5, т.е. обходной магистралью. Это приоритетные въезды, стратегически и экономически, они характеризуются высоким трафиком, большой долей транзитного движения. Необходимость строительства развязок на данных пересечениях обусловлена категорией дорог, образующих узел въезда. На данных въездах должны предусматриваться представительские зоны.

Въезды, относящиеся ко второй группе, обладают меньшим стратегическим значением, однако в перспективе на этих въездах должно быть предусмотрено сооружение развязок двух уровней в связи с высоким расчетным трафиком (более 2 тыс. приведенных автомобилей в час).

Третья группа – второстепенные въезды. Магистральи, образующие данные въезды, схожи по параметрам с магистральями периферийной зоны города.

Для каждой группы въезда характерна определенная динамика роста интенсивности транспортного потока. Прогнозные графики интенсивности позволяют определить общие тенденции роста.

В ходе эксперимента были проведены натурные обследования, нацеленные на получение статистических данных о величине транспортного

потока в сечениях магистралей на въездах в город и запаса пропускной способности.

Построение картограмм интенсивности позволило выявить следующее. Средний коэффициент роста интенсивности транспортного потока в сечениях магистралей на въездах колеблется в пределах от 1,24 до 1,30, в то время как аналогичный показатель на периферии составляет 1,07 – 1,19.

Самые высокие показатели интенсивности транспортного потока наблюдаются на въездах, образованных пересечением федеральной автодороги М-5 «Урал», которая является межселенной связью и характеризуется высокой долей транзита, с городскими магистралями. Наибольшей загрузке подвержены следующие въезды: пересечение а/д М-5 «Урал» и Проспекта Победы, Въезд по ул. 40 лет Октября, а также въезд по ул. Терновского в районе микрорайонене «Гидрострой».

Запас пропускной способности магистралей периферийной зоны в среднем гораздо выше, чем на въездах, перенасыщение отсутствует.

Проблема грамотного оформления въездов остается актуальной на текущий момент. Вопрос эстетической составляющей въездных пространств как основных образформирующих элементов требует самостоятельной научной проработки. Семантико-эстетический анализ позволил выявить следующее: приоритетные въезды характеризуются нехваткой предприятий торговли, отсутствием разнообразия пунктов питания и площадок для кратковременного отдыха. Обнаружена нехватка охраняемых парковок. Грузовые автомобили вынуждены парковаться на обочине. Состояние застройки вдоль въездной магистрали зачастую не соответствует значению территории (северный въезд, въезд по ул. 40 лет Октября).

Все въезды были проанализированы с точки зрения безопасности. Самую неблагоприятную статистику имеет въезд по ул. Кордон Сурка. Большое количество дорожно-транспортных происшествий связано, в первую очередь, с плохим состоянием дорожного покрытия и укрепления

обочин, плохой «просматриваемостью» дороги из-за крутых поворотов, отсутствием освещения в темное время суток.

Современное функциональное использование въездных зон всех приоритетных въездов требует значительных трансформаций – развития обслуживающих, деловых, производственных функций, характерных для въездных градостроительных узлов крупных городов.

Среди факторов, влияющих на повышенную загруженность въездов, следует выделить рост транзитного потока, рост маятникового движения, застройку новых территорий. В летнее время нагрузка возрастает за счет выезжающих из города в ближайший пригород к местам массового отдыха и по направлению к дачным поселкам. Наблюдается тенденция использования садово-дачных и сельских домов как постоянных мест проживания, городская квартира же переходит в статус второго жилища. Во избежание перегруженности существующих узлов пересечения наряду с трассированием дальних обходных магистрали необходимо осуществление своевременной реконструкции УДС и строительство дополнительных радиальных связей. Расстояния между съездами на ближнюю обходную дорогу должны быть регламентированы с учетом анализа перспективных направлений роста города и возможности последующего изменения класса этой автодороги.

В рамках эксперимента был проведен анализ УДС городов России с населением от 300 до 1000 тыс. чел. Объектом анализа были Т-образные и крестообразные пересечения радиальных магистралей и обходной дороги, образующей замкнутое кольцо или хордовые связи. Города были условно разделены на две группы по численности населения: 1 – от 300 до 500 тыс. чел., 2 – от 500 до 1000 тыс. чел. В результате было определено среднее расстояние между съездами по каждой группе. В первой группе этот показатель равен 3,59 км, во второй – 3,40 км. В г. Минимальные расстояния между съездами зафиксированы в городах-миллионниках: на МКАД как минимум 75 основных развязок и пересечений с шоссе г. Москвы,

расположенных в среднем через каждые 1,45 км. В г. Пензе данный показатель составляет 4,4 км, а максимальная длина хорды между пересечениями – около 10 км. Стоит заметить, что принимались во внимание только радиальные направления, образованные магистральными улицами с организованными съездами на обходную автодорогу, на которые приходится основная доля транспортного потока.

В результате наблюдается существенная перегруженность въездов, расположенных на значительных расстояниях друг от друга. Поток транспорта устремляется по двум возможным направлениям образуя «бутылочное горлышко», вместо того, чтобы равномерно распределяться по точкам съезда на кольцевую магистраль, расположенных равномерно по длине хорды. Здесь обнаруживается проблема низкой связанности дорожной сети.

Длина хорды ближнего обхода а/д М-5 «Урал» в границах от пересечения с ул. Аустрина до строящейся развязки на пересечении с ул. Кордон Сурка составляет порядка 10 км. На территории к северо-востоку от федеральной трассы расположены несколько крупных дачных поселков, зона отдыха и обширный лесной массив, служащие местом притяжения горожан. Ранг связанности этой территории с большей частью города равен двум, поскольку существует только два альтернативных маршрута, соединяющих любую точку на карте города с точкой на данной территории – выезды по ул. Аустрина и по ул. Кордон Сурка. Со стороны Светлополянского лесничества съезд на федеральную трассу организован приблизительно на одинаковом расстоянии от выездов из города по обе стороны от него. Примечателен и тот факт, что на рассматриваемом участке М-5 множество неорганизованных Т-образных пересечений с дорогами с грунтовым покрытием. Таким образом, по факту обнаруживается нехватка дорог, а именно крестообразных пересечений (=выездов), результатом которого становится колоссальный перепробег автотранспорта, возникновение «паразитного» трафика на

магистрали федерального значения и перегрузка основных существующих выездов.

Такая ситуация наблюдается на всех основных пересечениях с а/д М-5. Кроме того, дополнительную загруженность формирует мощный транзитный поток. Согласно Генеральному плану города Пензы от 28.03.2008 в планах дорожного строительства предусмотрен перенос участка федеральной трассы. Однако это не решит проблему перегруженности въезда на пересечении с ул. Кордон Сурка. Еще одним нежелательным фактором станет формирование узла, объединяющего пять направлений. С точки зрения перспективного мышления рациональным решением будет строительство дальнего обхода, дублирующего всю хордовую связь в пределах городской черты. Кроме того, наблюдается необходимость уплотнения УДС на периферии за счет создания дополнительных радиальных связей.

Общие выводы и предложения.

Аналитически выявлено оптимальное среднее расстояние между съездами на кольцевую магистраль, расположенную в пределах городской черты. В городах с населением 500 – 1000 тыс. чел. предлагается принимать его не менее 2,5 – 3 км. Однако при этом следует учитывать такие факторы, как перспективное направление роста города, наличие и расположение загородных зон отдыха и дачных поселков.

На основе разработанной методики определения перспективных потоков на въездах в город сформулированы следующие рекомендации по реконструкции улично-дорожной сети города Пензы и внесению изменений в Генеральный план г. Пензы.

- Корректировка дальнего обхода федеральной трассы «Урал». На участке от существующей развязки пересечение магистралей М-5 и Р-158 до ул. Аустрина он совпадает с намеченным в Генеральном плане города Пензы от 28.03.2008, далее дорогу необходимо проложить севернее поселков Десятая Артель и Победа. Пересечение с ближней обходной дорогой следует

организовать в районе ул. Ушакова с целью недопущения увеличения нагрузки на строящуюся развязку на пересечении М-5 и ул. Кордон Сурка. При этом рекомендуется избегать узлов, объединяющих 5 и более направлений.

- Строительство автомобильной развязки в двух уровнях на пересечении ближнего обхода и Проспекта Победы.

- Строительство автомобильной развязки в двух уровнях на въезде по ул. 40 лет Октября.

- Строительство транспортного моста через р. Суру в районе пос. Барковка (продолжение ул. Звездная). В комплексе с этим считается целесообразным строительство магистрали общегородского значения меридионального направления, соединяющую микрорайон Терновка с центром города. Такая дублирующая связь предназначена для разгрузки существующего выезда по ул. Терновского. В перспективе на данном выезде возможно строительство автомобильной развязки.

- Строительство магистрали, пробиваемой от ул. Светлой в микрорайоне Шуист до федеральной трассы «Урал» и далее к поселкам Новая жизнь и Подлесный. На пересечении вновь пробиваемой магистрали общегородского значения и а/д М-5 «Урал» предусмотрено строительство автомобильной развязки в двух уровнях. В перспективе возможно строительство дополнительной радиальной магистрали.

- Реконструкция дороги по направлению к пос. Малая Валяевка как магистральной улицы районного значения, запуск по ней общественного транспорта по маршруту до села Богословка. Организация пересечения в двух уровнях данной реконструируемой магистрали и а/д Р-158.

- Строительство магистралей радиального направления, соединяющих ул. Строителей и старую обходную дорогу со строительством транспортных развязок.

Закольцованная транспортная система города является обязательным требованием гражданской обороны. К тому же, неизбежным итогом развития

города с радиальной планировкой становится формирование хордовых связей. Такие хордовые связи могут впоследствии быть сформированы вокруг всей территории города.

Все эти меры реконструкции направлены на повышение эффективности работы транспортной системы города Пензы. Данные рекомендации должны быть рассмотрены в комплексе с методами определения перспективных транспортных потоков, разработанными для центральной, серединной и периферийной зон города Пензы.

Список работ, опубликованных по теме научно-исследовательской работы:

1. Проблема проектирования въездов в город. Уровни и методы изучения// «ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВКИ И ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ» Материалы XIX международной научно-практической конференции (28 мая 2017года).
2. Въезды в город как отдельные элементы в структуре поясного зонирования // «ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВКИ И ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ» Материалы XIX международной научно-практической конференции (28 мая 2017года).

