

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

На правах рукописи



Потапенко Анастасия Аркадьевна

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЕДПРОЕКТНОМ АНАЛИЗЕ
И КОНЦЕПТУАЛЬНОМ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)**

2.1.13 Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата архитектуры

Том I

Научный руководитель:
кандидат архитектуры, профессор
Ерышева Елена Андреевна

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)	10
1.1 Современные методы и инструменты планирования регулирования и управления развитием пространственной системы города.	10
1.2 Опыт параметрического моделирования в отечественной и зарубежной архитектурно-градостроительной практике.....	16
1.3 Закономерности формирования пространственной структуры г. Владивостока	23
1.4 Особенности современного планирования пространственного развития города Владивостока	37
1.5 Проблемы и противоречия пространственной структуры г. Владивостока.....	51
Выводы по главе 1	59
ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПРЕДПРОЕКТНОМ АНАЛИЗЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНОМ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	62
2.1 Моделирование, проектирование и управление развитием пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы.....	62
2.2 Параметры пространственной системы города.....	75
2.3 Параметрическая модель пространственной системы города.....	89
Выводы по главе 2.....	100
ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ ОСНОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)	103
3.1 Сбор и подготовка исходных данных для моделирования пространственной системы г. Владивостока	103
3.2 Выявление морфотипов застроенных территорий города по методике пространственных матриц SpaceMatrix	116
3.3 Выявление узлов пространственной структуры г. Владивостока.....	120
3.4 Определение территориальной эффективности пространственной системы города Владивостока.....	131
3.5 Сравнительный анализ результатов моделей территориально-коммуникационной, неравномерно-районированной и Spacematrix	139
3.6 Построение основы параметрической модели города.....	142
Выводы по главе 3.....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	157
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	164
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	182
ТОМ II. ПРИЛОЖЕНИЕ. Графические материалы	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Город как совокупность реализаций множества индивидуальных сценариев поведения в определенной материальной среде представляет собой сложную систему, имеющую свои собственные закономерности развития, обуславливающие самоорганизующиеся процессы в пространственной структуре города. Выявление этих закономерностей и определение тенденций пространственного развития города является важной задачей предпроектного анализа архитектурно-градостроительной деятельности, целью которой является повышение качества, удобства и привлекательности жизни города.

В настоящее время роль города в жизни человека и общества является неоспоримой и возрастающей. Еще 200 лет назад доля городского населения в мире составляла всего 5%, теперь же более половины населения Земли проживает в городах. В России явление урбанизации еще более выражено, в 2023 г. городским населением является 74,9% жителей [149]. Количественные изменения сопровождаются качественным переходом человечества к новой стадии развития, происходит развитие и формирование информационного общества, которое приходит на смену индустриальному и аграрному обществу. Информация становится главной производительной силой, и в той или иной степени этот процесс оказывает влияние на все сферы жизни общества. Скорость изменений, протекающих в информационном и социальном пространстве, сферы идей и отношений, многократно превосходит возможности адаптации материального пространства городов, порождая в городских системах проблемы и противоречия. В новых условиях высокой скорости и сложности традиционные методы управления пространственным развитием городов снижают свою эффективность. Генеральные планы, определяющие в прошлом, в основном, освоение новых территорий и масштабное строительство растущих городов в настоящее время не справляются с задачами разрешения архитектурно-градостроительных проблем уже застроенных территорий города, наиболее активных и живых, остро нуждающихся в профессиональной помощи.

С развитием информационных технологий, позволяющих обрабатывать большое количество данных и получать результаты, труднодостижимые или недостижимые с помощью традиционных методов проектирования, становится возможным говорить о вычислительной парадигме в архитектуре и градостроительстве, о проектировании, основанном на данных, о параметрическом моделировании сложных систем.

Направления градостроительной политики по отношению к конкретной территории должны понимать, учитывать и содействовать процессам ее естественного эволюционного развития. Стратегическое пространственное планирование нуждается в разработке эффективных методик и инструментов реализации, поставленных задач территориального развития.

Деятельность по формированию пространственной системы городов нуждается в переосмыслении понятия города в парадигме информационного общества, а также в разработке новых подходов, методов и инструментов работы с объектами такого рода. Применение информационных технологий в исследовании и проектировании города является неизбежным переходом к качественно новому подходу к развитию территорий, учитывающему протекающие на них динамические процессы. Методологические основания для этого исходят из типа научной рациональности, соответствующего современной стадии развития общества и определяющего общую научную картину мира. Постнеклассическая наука, характеризующаяся освоением сложных саморазвивающихся систем, предоставляет свой понятийный аппарат для переосмысления подхода к планированию, проектированию и управлению пространственным развитием города в соответствии с современными научными представлениями об устройстве мира и уровне развития информационных технологий. Вычислительные информационные системы, описывающие свойства и закономерности функционирования динамических городских систем на основе параметров пространственной структуры становятся актуальным инструментом архитектурно-градостроительной деятельности и единой средой для предпроектного анализа и концептуального проектирования.

Изученность темы и степень ее проработанности. Вопросами теории города и территориального развития городов занимались А.Э. Гутнов, А.А. Высоковский, О.А. Баевский, В.Л. Глазычев, И.Г. Лежава, М. В. Шубенков, И.М. Смоляр, Ю.П. Бочаров, Л.Б. Коган, Г.В. Есаулов, Е.Г. Трубина, Г. М. Лаппо, Е. Н. Перцик, В.В. Владимиров, Г.А. Малоян, З.Н. Яргина и другие авторы.

Труды по теоретической географии, положившей основу современной урбанистики, принадлежат Б.Б. Родоману, В.Г. Каганскому, Г.Ю. Лаппо, Е.Е. Лейзеровичу, Л.В. Смирнягину, К.А. Пузанову, А.В. Новикову, П.М. Поляне, Т.Г. Нефедовой, А.И. Трейвишу, Н.В. Зубаревичу.

Актуализация градостроительной политики и градорегулирования в современных социально-экономических условиях рассматривается в работах М.Я. Митягина, М.В. Шубенкова, Ю.М. Моисеева, А.В. Крашенинникова, Э.К. Смоляра, Э.К. Трутнева, Д.Г. Донцова, Г.В. Есаулова, Н.Г. Юшковой, А.С. Пузанова, А.Ю. Ложкина, Ю.В. Алексеева, Т.М. Говоренковой, А.В. Кузьмина, М.Я. Вильнера.

Концепции изучения феномена городского пространства посвящены работы Л. Вирта, М. Кастельса, А. Лефевра, Д. Харви, Э. Соджа и Р. Сеннета, И. Гофмана, Г. Зиммеля.

Экономические вопросы формирования городского пространства как продукта деятельности человека в условиях ограниченных ресурсов и неограниченных потребностей осязаны в работах М. Вебера, К. Маркса, Ф. Энгельса, Э. Л. Глейзера.

Вопросами социологических аспектов формирования городской среды занимаются такие авторы как Г. Санофф, М. Вебер, Е.В. Чернова, В.Л. Глазычев, В.С. Вахштайн, К.В. Кияненко, А.Т. Бикбов, Л.Б. Коган, О.Н. Яницкий, А.С. Ахиензер, Б. Грушин, Ю. Замошкин, Ю. Левада, А.В. Баранов, П. Сорокин, А.Г. Филиппова.

Транспортному моделированию как часть инфраструктурной, коммуникационной составляющей градостроительных систем посвящены работы А. Якшина, А. Стрельникова, С.А. Тархова, Ю.П. Бочарова, М.Я. Блинкина, Г. Дубелира, М.Л. Петровича, А. Сарычева, В. Вучика.

Вопросы современного этапа развития градостроительной науки, сопряженные с концепциями синергетики и теории сложных систем, рассматриваются в работах Л.Г. Тарасовой, А.Э. Гутнова, Ю. М. Моисеева, В.А. Тимохина.

Над концепциями современной технологической революции и теорией формирования информационного общества работали М. Кастельс, Э. Тофлер, В. Митчел, Г.П. Щедровицкий.

Вычислительная парадигма в архитектуре и градостроительстве, становящаяся в эпоху постиндустриального, информационного этапа развития цивилизации рассматривается в трудах И.А. Добричиной, А.В. Иконникова, П. Шумахера, Н.В. Касьянова, Э.В. Хаймана, Ф.Б. Каца, Е.В. Барчуговой, Г.И. Ревзина, Г.П. Ерохина, М.С. Салех, Д.С. Данилова.

Параметрическое и информационное моделирование территорий освещалось в работах Л.В. Киевского, И.Л. Киевского, С.Ю. Трухачева, Д.Г. Донцова, А.В. Крашенинникова, И.А. Крашенинникова, Е. И. Петровской, Е.А. Шириняна, А.В. Головина, В.В. Лымарь, М.В. Пучкова, М.В. Викторовой, А.А. Мельникова. Основными архитектурным бюро мира, которые сегодня работают с помощью методов вычислительного и алгоритмического проектирования, являются MVRDV, APEX, BIG, MAD, Zaha Hadid architects, SOM, Gregg Lynn, Snohetta, Foster + Partners, Diller Scofidio + Renfro, SHoP Architects, UNStudio, Toyo Ito, Casey Reas, Contour crafting, Djergerber, Kokkugia, Mada S.P.A.M., Neilleach, New territories, Nick Pisca, Pet-lab, Span, Suckerpunch, Theverymany и другие.

Тем не менее тема параметрического моделирования городской среды является молодым, еще недостаточно изученным, но одним из наиболее перспективных направлений развития теории города. В особенности научный и практический интерес представляют закономерности функционирования региональных систем расселения, что и является предметом данного исследования, в частности – пространственная система города Владивостока.

Представители архитектурной школы Дальнего Востока достаточно подробно занимались вопросами исследования региональных систем расселения. Так, история градостроительного развития и организации планировочной структуры г. Владивостока рассматривалось в трудах

Н.С. Рябова, В.А. Обертаса, В.В. Аникеева, А. И. Крушанова, Е.А. Васильева, Н.П. Крадина, Н.П. Матвеева, А.И. Алексеева, и др.

Изучением особенностей сложившейся пространственной структуры города и ее элементов, а также спецификой проектирования и строительства на сложном рельефе занимались В.А. Обертас, В.В. Аникеев, В. К. Моор, Е.А. Ерышева, П. А. Казанцев, А. Г. Бабенко, А. Г. Гаврилов, А. В. Копьева, О. В. Масловская, Г.Е. Игнатов, С.И. Палиенко.

Работы приведенных исследователей не касаются вопросов выявления общих закономерностей формирования архитектурно-градостроительной системы города Владивостока как саморазвивающейся естественно-искусственной системы, но закладывают предпосылки создания единой теоретической модели города Владивостока, описывающей роль сложившихся типов территорий и выявляющей направления градостроительного развития по отношению к данным территориям в целях достижения эффективности пространственной организации и повышения качества жизни граждан.

Исследование города Владивостока посредством новейших современных инструментов и методик, учитывающих сложные динамические процессы городских систем, и разработка принципов параметрического моделирования в предпроектном анализе и концептуальном проектировании является актуальной темой, нуждающейся в детальной разработке.

Научная гипотеза исследования: построение информационной параметрической модели города как пространственной саморазвивающейся естественно-искусственной системы, позволяет обеспечить эффективность и точность предпроектного анализа и концептуального проектирования, являющихся основой планирования и управления развитием пространственной системы города.

Цель исследования: разработка методов параметрического моделирования архитектурно-градостроительной системы города на этапах предпроектного анализа и концептуального проектирования.

Задачи исследования:

1. Анализ особенностей, проблем и противоречий сложившейся системы планирования пространственного развития города, а также эволюционного процесса формирования градостроительной системы города (на примере г. Владивостока).
2. Анализ и систематизация существующих исследований и проектных разработок в области методологии параметрического моделирования архитектурно-градостроительных систем, обоснование эффективности применения параметрического моделирования в предпроектном анализе и проектировании.

3. Разработка эффективной методики предпроектного анализа и концептуального проектирования архитектурно-градостроительных систем на основе методов параметрического моделирования (с конкретизацией ее на примере г. Владивостока);

4. Экспериментальная разработка алгоритмов основы параметрической модели города (на примере г. Владивостока).

Объект исследования: архитектурно-градостроительные системы.

Предмет исследования: параметры и модели архитектурно-градостроительных систем на этапах предпроектного анализа и концептуального проектирования.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые разрабатываются алгоритмы предпроектного анализа и концептуального проектирования архитектурно-градостроительных систем на основе методов параметрического моделирования (с конкретизацией на примере г. Владивостока).

Границы исследования.

Географические границы включают застроенные территории г. Владивостока, расположенные на южной части полуострова Муравьева-Амурского и на полуострове Саперный о. Русский. Северная граница территории определяется трассой Де-Фриз – Патрокл. Временные границы исследования охватывают период с основания города как военного поста Владивосток и до настоящего времени.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты исследования пространственной организации города Владивостока целесообразно внедрять в практику разработки и мониторинга стратегий пространственного развития и документов территориального планирования города в целях определения приоритетных направлений комплексной политики развития пространственной структуры города и оценке влияния проектных решений на изменение эффективности пространственной организации города и качества жизни населения. Разработанные алгоритмы параметрической модели города призваны инструментально обеспечить формирование видения развития пространственной системы города и подготовить данные для закрепления этого видения в параметрах градостроительных регламентов, обеспечивая предсказуемость объемно-пространственных решений девелоперских проектов.

Методология и методы исследования.

Исследование опирается на теоретико-методологические основы теории градостроительства и теории систем. Методологическую основу исследования составляет системный анализ объекта проектирования, выявление наиболее значимых характеристик и закономерностей, построение аналитических моделей, имеющих как описательные, так и

прогностические свойства. Построение аналитических моделей осуществляется посредством инструментов информационного параметрического моделирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Обобщенная идея, структура и методы построения параметрической модели города, обеспечивающей эффективность и комплексность исследования и проектирования архитектурно-градостроительных систем на этапах предпроектного анализа и концептуального проектирования.

2. Содержание и структура предпроектного анализа архитектурно-градостроительных систем на основе методов параметрического моделирования (с конкретизацией на примере г. Владивостока).

3. Принципы типизации и кластеризация территорий города с точки зрения их роли в пространственной структуре города, рекомендации по направлениям архитектурно-градостроительного концептуального проектирования по отношению к определенным типам территорий.

4. Элементы параметрической модели города: алгоритмы предпроектного анализа резервов развития пространственной структуры города и алгоритмы концептуального проектирования объемно-пространственных масс застройки.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Методики, изложенные в материалах данной работы, входят в программу дисциплины «Научно-исследовательский семинар: Методология проектирования», а также апробированы в ряде магистерских работ по программе «Реновация городской среды».

Результаты диссертационной работы были использованы при разработке ряда крупных проектов компании ООО «Конкрит Джангл Архитектура»: проект развития общественного пространства «Парк Минного городка», г. Владивосток; проект и реализация Нагорного парка, г. Владивосток; концепция развития легкого метро города Владивостока; концепция развития туристических маршрутов, г. Владивосток; а также в других проектах общественных пространств. Инструменты параметрического моделирования, на которых основывается диссертационная работа, и алгоритмы, разработанные для целей диссертационного исследования, нашли неоднократное применение для решения аналитических, проектных и производственных задач различного масштаба, выполняемых компанией ООО «Конкрит Джангл Архитектура» и ее партнерами в период 2017 – 2023 г.

Достоверность результатов исследования обеспечена подробным изложением методики проведения исследования в данной работе и в публикациях автора по теме диссертации общим числом 16 статей, в том числе 5 статей в сборниках, рекомендованных ВАК, 1 статья Scopus. Применение алгоритмических методов информационного моделирования также обеспечивают

точность и проверяемость результатов. Данные, на основе которых проведено исследование, являются открытыми и общедоступными.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из двух томов. Том I (объем 185 страниц) представлен введением, тремя главами, заключением, включает библиографический список из 204 наименований. Том II (81 стр.) содержит иллюстративные материалы (90 рисунков).

В первой главе проанализированы современные методы моделирования архитектурно-градостроительных систем как инструменты планирования, регулирования и управления развитием пространственной системой города. На примере города Владивостока исследуется эволюционный процесс формирования градостроительной системы города, его пространственное развитие в соотнесении с ходом исторических событий, предпосылки, определяющие форму города. История планирования г. Владивостока рассматривается во взаимосвязи с изменением количественных и качественных характеристик градостроительной системы города, основными событиями и социально-политическими процессами. Подробно рассмотрены особенности современного планирования пространственного развития города Владивостока, а также проблемы и противоречия пространственной структуры города.

Во второй главе формулируется идея и методика построения параметрической модели города как сложной саморазвивающейся системы. Предложено рассмотрение пространства города как единства материального пространства, пространства процессов и информационного пространства; определены основные зависимости объектов материального, информационного пространства и пространства процессов, выявлены соответствующие группы параметров, необходимые для формирования системной информационной модели города. Параметрическая модель города сформулирована как инструмент сбора, обработки, визуализации и аналитической интерпретации данных, моделирования и прогнозирования альтернативных сценариев, выбора целевой модели, разработки концепции пространственного развития города, проектирования и регулирования пространственного развития города.

В третьей главе выполнена экспериментальная апробация методики построения элементов параметрической модели города на примере города Владивостока, а именно: сбор и подготовка исходных данных высокой степени плотности и достоверности; обработка, визуализация и аналитическая интерпретация по методикам пространственных матриц плотности Sрасематрих, неравномерно-районированной модели города, матриц пространственных диспропорций территориально-коммуникационной модели города. Проводится сравнительный анализ результатов. Предложены алгоритмы предпроектного анализа пространственной системы города и концептуального параметрического моделирования новых городских структур.

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)

1.1 Современные методы и инструменты планирования регулирования и управления развитием пространственной системы города.

Основным инструментом управления развитием территорий в масштабе города в Российской Федерации является генеральный план, подготавливаемый в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса (статья 9) [39] на основании положений стратегий социально-экономического развития муниципальных образований, положений стратегии пространственного развития Российской Федерации, а также иных концептуальных, нормативных и программных документов федерального, регионального и муниципального уровней. Генеральный план содержит положение о территориальном планировании, карту планируемого размещения объектов местного значения, карту границ населенных пунктов и карту функциональных зон. К генеральному плану прилагаются материалы по его обоснованию в текстовой форме и в виде карт.

Наиболее концептуально значимым и ближайшим с точки зрения преемственности документом более высокого уровня для разработки основных положений генерального плана является стратегия социально-экономического развития региона. Именно она определяет основные цели и задачи развития экономики региона во взаимосвязи с социальными аспектами.

Следующим по преемственности документом территориального планирования после генерального следуют правила землепользования и застройки, определяющие градостроительное зонирование территорий и параметры, регулирующие застройку в каждой из зон. Именно правила землепользования и застройки (совместно, конечно, с нормативной документацией) в итоге определяют концептуальную форму застройки конкретных территорий города, дальнейшее уточнение которой реализуется через проекты планировки территорий и архитектурно-строительное проектирование. Общая схема взаимоотношений документов территориального планирования и основных типов нормативных актов представлена в Рисунок 2.

В профессиональном сообществе последние несколько лет, и даже десятилетий, разворачивается дискуссия о способности генерального плана города в частности и документов территориального планирования в целом отвечать задачам эффективного территориального планирования [9, 11, 33, 87, 158]. Так еще в 1985 году один из основоположников отечественной градостроительной теории Гутнов А.Э. указывал: «По сути дела, вся современная градостроительная теория сформировалась в результате последовательных попыток ликвидировать очевидное несоответствие между действительной сложностью конкретного

объекта и элементарной формой его описания на основе принципа функционального зонирования (а также других, связанных с ним допущений). Однако результат едва ли можно считать успешным. Несметное число поправок, дополнений и других частностей, которыми обросла градостроительная теория, не устраняет принципиальных дефектов функционалистской модели, лежащей в ее основе. В то же время эта модель лишилась всякой операционности» [43].

Система «стратегия социально-экономического развития региона – генеральный план города – правила землепользования и застройки – проект планировки территории – архитектурно-строительное проектирование» является нормативным механизмом реализации градостроительной деятельности, но имеет ряд недостатков, связанных с реализацией стратегического планирования и управления такой сложной системой, которой является город. Федеральным законом стратегическое планирование определяется как деятельность участников стратегического планирования по целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию [142].

Недостатками генерального плана как инструмента формирования пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы (то есть, с точки зрения системного подхода) являются:

1) *Точность построения описательной (аналитической модели) исходной системы (ситуации градостроительного проектирования).* Генеральный план не содержит в себе модель города достаточно адекватную оригиналу в том смысле, чтобы с достаточной точностью отображать значимые характеристики оригинала, связанные с физическими измерениями свойств пространственной системы города и процессов, протекающих в них. Построение такой модели должно быть направлено на устранение проблем в исходной системе.

2) *Прогнозирование.* Конкретные решения по управлению пространственным развитием города должны основываться на предварительном прогнозировании — научно обоснованным предположениям о будущем состоянии объекта, определении желательных и нежелательных тенденций и перспектив развития посредством построения прогностической модели на основании точных исходных данных, что генеральным планом и другими документами территориального планирования не предполагается.

3) *Формирование целеполагания и целевой модели.* Согласно текущей редакции Градостроительного кодекса современные документы территориального планирования не требуют постановки целей и задач, таким образом в них и, в частности, в генеральном плане города отсутствует идея города и целеполагание. Не происходит формирование комплексного и сбалансированного видения развития города как цельной картины будущего, по отношению к которому в дальнейшем может быть подготовлен план действий решений и мероприятий,

проектов, направленных на достижение целей, а также перечень показателей эффективности достижения целей (кри) по каждому из проектов или направлений и распределение ресурсов.

4) *Планирование.* Генеральным планом не определяется система последовательных шагов и распределение ресурсов по этапам и территориям для достижения целевой модели будущего города.

5) *Управление и коммуникация.* Одна из характерных особенностей современного использования генеральных планов заключается в догоняющем характере его разработки посредством череды внесенных изменений в зависимости от возникающих инициатив отдельных агентов градостроительной деятельности, как частных, так и государственных. Это свойство могло бы быть охарактеризовано как гибкость, но ввиду разрозненного характера вносимых изменений без учета целостности видения развития системы города можно говорить о несостоятельности генерального плана как инструмента управления и коммуникации. Гибкость механизмов реализации через управление и коммуникацию должна обеспечивать и повышать эффективность достижения целевой модели, а не снижать ее.

В ответ на современные вызовы в области территориального планирования и пространственного развития городов в условиях неспособности формально подготовленных документов территориального планирования, приводящих при реализации к непредсказуемым (на самом деле предсказуемым, но недостаточно спрогнозированным и проанализированным) результатам, обеспечить качество жизни населения, рост экономики города и качества городской среды в практике градостроительного планирования и регулирования осваиваются такие документы как мастерпланы, стратегии пространственного развития, объемно-пространственные регламенты. В качестве технических инструментов проектирования активно внедряются ГИС, BIM, CIM технологии, развиваются системы генерации застройки.

Мастер-план. Понятие мастер-плана в отечественной градостроительной практике возникло сравнительно недавно [92]. «Стандартом комплексного развития территории» [125], разработанным компанией «ДОМ.РФ» совместно с КБ «Стрелка», мастер-план определяется как «концепция развития территории (Концепция градостроительного развития территории), определяющая планировочные и объемно-пространственные решения застройки, принципы формирования открытых пространств и подходы к благоустройству». Под понятием «мастер-план» в настоящее время подразумевается два рода документов планирования развития территории [87]. Более многочисленная группа представляет собой тип проектной документации, разрабатываемой части города, для территории площадью от нескольких гектаров до нескольких тысяч гектар. Мастер-план предполагает в своем составе объемно-пространственные и средовые решения, фактически является архитектурно-градостроительной концепцией. В основном это

инструмент девелоперских компаний по обоснованию инвестиций и коммуникации с населением. Примерами мастер-планов данного типа являются Havencity в Гамбурге (Германия) [173], Nordhaven в Копенгагене (Дания) [185], Bo01 в Мальмё (Швеция)[165], Royal Seaport в Стокгольме (Швеция)[190]. Все эти проекты в настоящее время реализованы или находятся в процессе реализации и являются лучшими европейскими образцами развития территорий. Для города Владивостока мастер-план такого типа был разработан для территории острова Русский компанией КБ «Стрелка» в 2019 году [112].

Второй тип мастер-планов разрабатывается для городов и агломераций, зачастую носит название «стратегический мастер-план» и сравним по масштабу с генеральными планами городов. В отличие от генерального плана стратегический мастер-план фокусируется на ценностях, целях и коммуникации, а не на процедуре и нормативах, и призван восполнить то, чего не хватает генеральному плану: формирование картины будущего развития территории, социальную направленность и учет мнения населения, гибкость решений, проработку генерализированного архитектурно-градостроительного облика и композиции города, проработку средовых характеристик территории, экологического каркаса, системы общественных пространств и пешеходных связей, рекомендации по работе с культурными и историческими ценностями территории, по энергоэффективности и экологичности инженерных, планировочных и архитектурных решений и т.д.

Ярким примером мастер-плана второго типа, или стратегического мастер-плана в России является мастер-план Перми, разработанный КСАР Architects & Planners в 2010 году. Именно эта работа привела понятие мастер-плана в Россию.

Мастер-план Перми был разработан в 2010 году [127]. В основе лежит идея компактного города и прописанные установки качества. Разрабатывается стратегии для развития отдельных аспектов: транспорта, общественных пространств, ландшафта и окружающей среды, кварталов, периферийных территорий, исторического наследия, смешанного использования, приоритетов развития, «красных и зеленых» зон. Для каждой стратегии определены цели и задачи, проведена аналитическая работа. Разработаны правила застройки кварталов. Также мастер-план включает пять ключевых проектов, каждый из которых является предметным исследованием конкретной территории города. Мастер-план Перми разрабатывался не как жёсткая схема развития, а как концептуальная основа для политического курса и частных инициатив.

Актуальными современными работами являются конкурсные проекты мастер-плана Дербента [100]. В качестве зарубежных примеров можно привести Dubai 2020 Urban Masterplan Master Plan, Oslo Towards 2025, мастер-план Амстердама, London Plan.

Согласно анализу, проведенном Институтом экономики города [99], в зарубежных странах мастер-план, не являясь официальным документом планирования, используется как общая стратегия развития территории или отдельной отрасли и как документ внесения изменений в официальные документы.

Понятие стратегического мастер-плана в России зачастую тождественно понятию **стратегии пространственного развития**. Так как содержание этих документов пространственного планирования не регламентировано, их состав и назначение устанавливаются в соответствии с задачами работы и уровнем профессионализма разработчиков. Тем не менее анализ примеров показывает, что мастер-план делает акцент на формирование архитектурно-градостроительной концепции, а стратегия пространственного развития — на межотраслевом планировании развития территории. Примерами стратегий пространственного развития являются совместные работы КБ «Стрелка» и «ДОМ.РФ»: Стратегия пространственного развития Магадана до 2030 года, Стратегия пространственного развития (мастер-план) города Суздаля до 2030 г., Стратегия пространственного развития города Свободный до 2030 года [111].

Объемно-пространственный регламент. Если стратегический мастер-план или стратегия пространственного развития документы нового типа рассматриваются как документы территориального планирования на замену генеральному плану, то пилотным документом, призванным устранить несовершенства градостроительных регламентов (правил землепользования и застройки), является объемно-пространственный регламент.

Мастер-планы и стратегии пространственного развития как документы формирования и планирования пространственной системы города внутри себя предполагают широкие возможности применения различных технологий и методик, способствующих повышению эффективности построения аналитических и проектных моделей. Среди них в качестве технических инструментов уже нашли свое место ГИС — геоинформационные системы, в перспективе интеграция BIM — Building Information Model, информационные модели зданий. Как BIM, так и ГИС представляют собой системы для построения параметрических модели, предназначенные для работы с определенным предметом деятельности: зданиями и территориями соответственно. Объектам присваиваются атрибуты и параметры, между которыми устанавливается соответствие. Проблемы и противоречия конвертации форматов данных, свойственных BIM и ГИС стимулируют развитие технологий CIM — City Information Model, информационная модель города. В России такого рода информационные технологии применяются в Институте Генплана Москвы [60] и фактически является внутренним инструментом работы с массивами пространственных данных и отраслевыми моделями городских систем через призму обеспечения градостроительной деятельности.

Развитие методов информационного моделирования территорий в девелоперской деятельности, т. е. применительно непосредственно к задачам проектирования, привело к созданию **систем генерации застройки**. Системы генерации застройки реализуются алгоритмами на основе исходных данных и параметров, характеризующих геометрические и иные свойства объектов. Общий подход данных систем основан на установлении требуемых параметров плотности населения, плотности, конфигурации и типа застройки, высотности объемов и так далее вплоть до генерации планировок квартир и дворов с учетом нормативных ограничений. Примеры таких генераторов застройки приведены в обзоре Евгения Шириняна [152].

На данный момент подобные системы разрабатываются и примеряются внутри крупных девелоперских компаний в целях автоматизации проектирования и оптимизации посредством возможностей вариативного перебора возможных объёмно-планировочных решений. Соответственно, исходные параметры устанавливаются в соответствии с интересами заказчика (инвестора) в рамках, разрешённых согласно ПЗЗ параметров, зачастую по верхним границам допустимых значений. Но применение подобных систем параметрической генерации застройки в основных массах и соотношениях видов использования очень перспективно для формирования пространственной системы города. Так становится возможным переход от аналитических моделей города, определяющих коридор эффективного развития градостроительной системы, к целевой форме города, к его архитектуре. По сути, речь идет о единой параметрической модели города, образ которой фигурирует в ряде современных научных статей [164, 41].

Схема взаимоотношений системы нормативных документов территориального планирования и таких инструментов как стратегия пространственного развития, мастер-план территории или города, объемно-пространственный регламент и системы генерации застройки представлена в Рисунок 2.

Таким образом, современные методы и инструменты планирования регулирования и управления развитием пространственной системы города включают в себя:

- документы территориального планирования, регулируемые законодательством, центральным из которых является генеральный план города в связке с градостроительными регламентами (правилами землепользования и застройки);

- документы территориального планирования, формально находящиеся вне регулирования градостроительным законодательством, но предусматривающие поиск стратегических направлений развития города по принципам комплексного и устойчивого развития: мастер-план, стратегия пространственного развития, объемно-пространственный регламент;

- информационные технологии и системы, обеспечивающие градостроительную деятельность: ГИС, BIM, CIM;
- методики и алгоритмы построения параметрических аналитических и проектных моделей города.

Задача построения параметрической модели города, которая позволит эффективно описать город как сложный динамический саморазвивающийся объект, спрогнозировать оптимальные направления его развития, зафиксировать целеполагание и обеспечить переход к целевой объемно-пространственной форме и требуемым характеристикам объектов находится на острие актуальности в архитектурно-градостроительной деятельности. Основным исследовательским вопросом в данном контексте становится методика построения параметрической модели города, алгоритмы эффективного формирования пространственной системы города.

1.2 Опыт параметрического моделирования в отечественной и зарубежной архитектурно-градостроительной практике

Применение информационных технологий в исследовании и проектировании города является неизбежным переходом к качественно новому подходу к развитию территорий, учитывающему протекающие на них динамические процессы и исторические особенности развития социокультурной структуры городского населения.

В зарубежных научно-исследовательских подходах дискуссия, посвященная информационному моделированию городов, развивается вокруг концепции CIM. CIM — это концепция системы городских объектов и элементов, представленная в двумерном и трехмерном пространстве, связанная атрибутами и базами данных, определяющая территории и динамические отношения между ними [193]. Концепция CIM предполагает внедрение урбанистических теорий и возможностей описания взаимоотношений между явлениями, представлениями и инструментами, используемыми различными специалистами, работающими с городами: архитекторами, градостроителями, социологами, экономистами, транспортными планировщиками, инженерами и т. д.

Обзор исследований по этой теме, проведенный Souza L. и Bueno C. и охватывающий 80 публикаций 2011–2021 годов, позволил авторам выявить общие контуры концепции [192]. Информационное моделирование городов CIM понимают как вычислительный инструмент подобный информационному моделированию зданий BIM, включающий в себя элементы BIM [167, 182, 202] и ГИС [184, 194]., а также полную городскую базу данных и комплекс технологических инструментов, таких как интернет вещей, большие данные, искусственный

интеллект и другие [201, 199]. Одним из перспективных направлений развития вычислительных направлений является процедурная генерация классов городской морфологии [194]. В дополнение к описанию СИМ, сделанному L. Souza и С. Bueno необходимо указать на важность объединения технологий и баз данных с фундаментальными теориями организации городских систем.

Wang Z [201] очерчивает общие контуры представления о разработке СИМ, которая включает три этапа, первый — это агрегация всех городских данных с определением стандартов процесса сбора, хранения, обновления и удаления данных; второй — исследование вычислительных инструментов и программного обеспечения; третий — интеграция со всеми городскими системами и умными приложениями.

В работах, посвященных СИМ Stojanovskii Т. [193] указывает на важность не столько разработки точных и подробных географических представлений для создания полного соответствия между моделью и городом, сколько исследования символических связей и отношений, выявления слоев социальной географии — внутренних путей и масштабов, городских потоков, выборов. Автор рассматривает не только технологические аспекты городского информационного моделирования, связанные с базами данных и инструментами их обработки и визуализации, но поднимает в этом контексте тему дискуссии о фундаментальных вопросах анализа потоков, связей и пространств, изменений границ и ориентирах, взаимного влияния информационного (социального) пространства, мобильности и физических объектов. Stojanovskii Т. Отмечает, что социальная жизнь может быть рассмотрена через ряд слоев и структурируется посредством тегов — ключевых слов, относящихся к части информации.

Отдельным направлением развития являются параметрические модели гравитационно-дискретного выбора, которые представляют собой статическое моделирование городской структуры в определенный момент времени. Например, модель М. Бэтти QUANT [164] имитирует транспортные потоки различных видов в контексте распределения рабочих мест и мест проживания населения. Исходя из взаимозависимостей между занятостью, плотностью населения и транспортными потоками различной «стоимости», модель предсказывает изменения этих параметров, прогнозирует оптимальное распределение рабочих мест и жилья.

González-Méndez М. [170] описывает концепцию параметрической модели по принципам агент-ориентированного подхода для планирования городского развития, основанного на отношениях между жителями города и физической средой. Центральными элементами имитационной модели являются отношение каждого человека к пространственной системе города и удовлетворение его основных потребностей. Исходным элементом модели становится взаимодействие индивида с его ближайшим окружением, которое описывается

характеристиками соседних участков и состояниями агентов, находящихся внутри них. Начальная динамика возникает на основе свойств участков, предлагающих тот или иной выбор для удовлетворения базовых потребностей агентов. Интегрированная модель описывается составными моделями: во-первых, модель базовых потребностей личности и правил их удовлетворения; во-вторых, модель динамики коллективного взаимодействия; в-третьих, модель принятия новых правил в зависимости от их эффективности в конкретной среде для улучшения удовлетворения основных потребностей людей — модель землепользования; в-четвертых, модель городских сред и морфотипов, формируемая через систему обратных связей. Данная модель предлагается для соучаствующего проектирования (моделирования в данном случае), когда система правил поведения агентов синхронизируется с интересами фокус-группы.

Ряд исследований посвящен моделям города на основе математической концепции клеточных автоматов (cellular automata) [5, 7, 10]. Эти модели используют принцип самоорганизации и призваны описать сложность и неоднородность городских систем, применяются для прогнозирования видов землепользования и неравномерного роста городов. Самой популярной моделью роста города, основанной на клеточных автоматах, стала SLEUTH, разработанная Clarke [7], учитывающая такие параметры как уклон, землепользование, отчуждение, город, транспорт и тень от холмов. Недостатками клеточных автоматов является отсутствие возможности моделирования социальных процессов.

Вопросам формы, плотности и процента застройки и их взаимосвязи с социально-экономическими процессами посвящены принципы построения модели морфотипов застройки городской среды по методике Spacematrix посвящены работы Pont M. B. [192, 186, 187]. Типизация территорий позволяет определить общие принципы и закономерности для того или иного типа, выявить потенциал и резервы развития для территорий переходных типов. Другие актуальные методы исследования форм застройки развиваются в области машинного обучения, а именно нейросетей [179, 167].

Во взаимосвязи с моделями Spacematrix описываются методики Spacesyntax и MXI. Модель Spacesyntax позволяет оценить связность территории через пространственную конфигурацию сетей городской среды [198]. Модель MXI (Mixed Use Index) [197] описывает количественными методами функциональное назначение территории или степень многофункциональности. Функция определяется степенью смешения трех параметров — жилая, общественно-деловая и рекреационная.

В отечественной практике научные исследования в области параметрического информационного моделирования архитектурно-градостроительных объектов развиваются в большей степени в вопросах разработки отдельных методик предпроектного анализа [53, 55, 107,

102, 104, 103]. Ряд статей посвящен дискуссии и общим контурам информационной модели городов [41, 65, 113, 122].

Образ параметрической модели города в отечественном градостроительстве возникает к концу 80-х гг., когда отечественная градостроительная обращается к разработке единых моделей анализа градостроительных систем с использованием количественных и графоаналитических методов (каркасно-тканевая модель А.Э. Гутнова [43, 44], методология градостроительного анализа З.Н. Яргиной [161], динамическая модель города Ю.П. Бочарова – Г.И. Фильварова[19]). Каркасно-тканевая модель А.Э. Гутнова получила свое развитие в территориально-коммуникационной модели города О. Э. Баевского [13] и неравномерно-районированной модели А. А. Высоковского [29]. Обе эти модели имеют мощный аналитический аппарат и возможности прогнозирования развития территорий, формирования проектных вариантов развития градостроительных систем. Неравномерно-районированная и территориально-коммуникационные модели основываются на фундаментальных свойствах градостроительных систем, что делает их наиболее перспективными для формализации в качестве основы параметрической модели города.

Информационные технологии в градорегулировании рассматривались в работе Д.М. Канина и Л. В. Париновой [65]. Авторы выделяют следующую цепочку процесса принятия решений: анализ исходного состояния; постановка целей и задач; проектирование; коммуникация; организация; анализ полученных результатов и оптимизация. Технологии, обеспечивающие управленческую деятельность в градостроительстве на рассмотренных этапах, включают в себя ГИС, системы управления базами данных (СУБД), системы имитационного моделирования (динамическое моделирование, системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование), системы автоматизированного проектирования (САПР). На этапе анализа в предложенной концепции системы управления устойчивым развитием города используется ГИС, на этапе прогнозирования — системы имитационного моделирования, на этапе принятия решений — САПР.

Параметрическая модель, предназначенные для управления масштабными процессами реновации и строительства посредством совокупности расчетных задач на уровнях город – группа кварталов – дома разработаны в теории реновации Киевского Л.В. и Киевского И.Л. [67, 68]. Математическая модель реновации учитывает объем сносимого и вводимого жилья и предназначена, в первую очередь, для управления проектным и строительным процессом в рамках программы реновации жилищного фонда в городе Москве. Модель не предполагает собственных механизмов оценки градостроительного потенциала, но позволяет учитывать дополнительные проработки.

Примером разработки системы помощи принятия решений (СППР) является проект СИППРУГС, представляющий собой программный комплекс на базе интеллектуальной геоинформационной системы [137]. Комплекс предназначен для оценки потенциала развития территорий и сбалансированности пространственной системы города. Центральной частью данной системы является набор онтологий (база знаний), описывающих объекты городской среды и отношения между ними.

Прообраз информационной модели регулирования среды жизнедеятельности рассматривается в работе Самойловой Н.А. [122]. Предложена структура аналитической модели для проведения прикладного исследования территориального объекта, которая включает в себя характеристики территории, типы градостроительной трансформации, типы субъектов градостроительной деятельности и виды градостроительных документов. Приведенный образ информационной модели носит обобщенный характер.

Информационная модель, описанная Карпиком А.П., Мусихиным И.А. и Ветошкиным Д.Н. [66], стремится к точности и полноте описания объектов территориальных систем в 3D, но не учитывает закономерности самоорганизации городских систем.

Пример информационно-аналитической системы представлен в статье А.Ю. Завьялова и П.З. Лоренса [55] в качестве программного инструмента, предназначенного для анализа пространственных данных. В статье исследуются технологические возможности использования прогнозной платформы для бизнес-анализа Prognoz Platform (PP) и программных систем для анализа данных. Рассмотренная платформа позволяет строить аналитические модели на основе пространственных данных и визуализировать их. Рассмотренный функционал близок к функционалам ГИС-систем, исключение составляет наличие таких подсистем мониторинга и моделирования.

Экономические аспекты пространственного параметрического моделирования рассмотрены в статье Евстафьева А. И. и Максимова Д.В. [53]. Посредством применения ГИС инструментов и регрессионного моделирования авторы предлагают устанавливать взаимосвязи пространственной организации городской среды, жилой застройки и рынка недвижимости города в целях совершенствования городской среды через управление эффектами от инвестиционных проектов. Методика моделирования, применяемая авторами, включает в себя следующие этапы: топонимическое районирование города; построение тепловых карт плотности и изолиний: риэлтерских сделок, социальной инфраструктуры, интенсивности предложения объектов недвижимости; определение комплекса переменных для каждого объекта недвижимости в зависимости от положения на соответствующих изолиниях и собственных характеристик объекта, которые позволяют перейти от качественных характеристик к

количественным; сравнительный анализ различных регрессионных моделей; выбор модели с наибольшей степенью надежности; анализ коэффициентов модели и определения вклада каждой из переменных в итоговую цену объекта. Как предполагают авторы, выявленные зависимости стоимости недвижимости от факторов пространственной организации среды не только могут использоваться в процессе планирования девелоперских объектов и оценочной деятельности, но также позволяют выявить факторы и явления, которые отвечают интересам местного сообщества, и перейти к планированию размещения объектов городской среды, повышающих привлекательность определенной локации для инвестора.

Параметрическому моделированию архитектурно-пространственной среды города на основе информационных технологий посвящена статья Пучкова М.В и Бутенко А.А.[113] Статья несет обзорный характер, авторами поднимается проблема «проектного ядра» — части вычислительной системы, способной принимать решения, схожие с решениями экспертов в данной предметной области и высказываются высокие ожидания относительно программной среды Rhinoceros + Grasshopper, предлагающей мощные возможности для построения параметрических моделей 3х-мерных объектов посредством алгоритмов.

Пример аналитической параметрической модели рассмотрен в статье Полуэктова В. В. [107], где авторами была выполнена расчетно-графическая работа с применением информационных инструментов автоматизации, посвященная выявлению факторов влияния на застройку транспортной системы города. Для отдельного района города была произведена оценка транспортной емкости улично-дорожной сети исходя из класса каждого отдельного участка УДС и уровня загруженности, а также обеспеченность общественным транспортом в зависимости от размещения остановочных пунктов и пассажиропотока. Суммарное действие факторов влияния лично-дорожной сети и общественного транспорта на территорию выявляет проблемные территории города, не имеющих резерва к увеличению нагрузки на транспортную сеть и нуждающихся в увеличении интенсивности обслуживания территории общественным транспортом. К недостаткам данной работы стоит отнести предположение о том, что рассматриваемая территория должна обеспечивать равномерный пассажиропоток. Оценка эффективности пространственной организации города в данной работе является неполной: влияние конфигурации УДС ее загруженности позволяет только лишь косвенно судить о связанности данной территории с населением и насыщенности ее точками притяжения, при этом оценка привлекательности территорий и истинная потребность в определенном уровне пассажиропотока не производится.

В работах Е. И. Петровской [102] описана концепция формирования локальных средовых регламентов, призванных корректировать качества городской среды с учетом социокультурных,

экологических и психоэмоциональных факторов. Поднимается вопрос разработки алгоритмов, переводящих желаемые психоэмоциональные состояния в объемно-пространственные решения через ряд выявленных параметров и закономерностей их преобразования. В ее работах описываются алгоритмы, реализованные в программной связке Rhinoceros + Grasshopper, предназначенные для формирования квартальной застройки с точки зрения «пешеходной комфортности» в сочетании линейных и центричных пешеходных пространств [104]. Отдельное исследование посвящено параметризации объемно-пространственных характеристик зданий, выявлению и анализу таких параметров исторической застройки, как: протяженность уличного фронта, пропорции, геометрия кровли, габариты дворового пространства, доля остекления фасадов, пропорции окон, ритмика проемов окон, типология оконных проемов, ритм и членение фасадов, пластика фасадов, карнизы, материалы, цветность, контрастность, фактурность, символика и ассоциации, планировочная структура [103].

Актуализация современного профессионального образования в области архитектуры и градостроительства связана с внедрением цифровых технологий в рабочие программы дисциплин и изучение таких тем как пространственный анализ и выявление градостроительного потенциала, разработка параметрических моделей, объемно-пространственное моделирование и визуализация градостроительного анализа и проектных предложений и т.д. [54, 74]

Новейшие практические разработки в области информационного моделирования территорий реализуются отдельными частными компаниями, занимающимися территориальным планированием, крупными девелоперскими компаниями или отдельными группами исследователей. Сведения о таких разработках находятся в основном в закрытом доступе, общие данные озвучиваются в отдельных выступлениях или видеозаписях [41].

Таким образом, ключевой идеей параметрической модели пространственной системы города является создание на основе системного подхода и исследований текущего состояния городского информационного моделирования, теорий городского пространства и городских концепций технологической платформы, способной объединить базы данных и базу знаний о городе, фундаментальные знания, технологические достижения и системы помощи принятия решений.

В то же время, преемственность и непрерывность пространственного развития города, обусловленность сложившегося положения и значения территорий предыдущими этапами развития пространственной структуры поднимает проблематику историко-генетического анализа. Приложение универсальных методов, к которым относится параметрическое моделирование, к конкретной проблематике в условиях уникального исторического контекста

должно сопровождаться исследованием эволюционного развития города как пространственной саморазвивающейся естественно-искусственной системы.

1.3 Закономерности формирования пространственной структуры г. Владивостока

Формирование архитектурно-градостроительной системы города сопряжено как с планировочной и проектной деятельностью по созданию и реализации генеральных планов городов, так и с внутренними самоорганизующимися процессами, протекающих в городах, как в системах с высоким уровнем сложности собственной организации. Анализ эволюции пространственной системы города как саморазвивающейся системы по основным этапам исторического развития позволяет выявить взаимосвязи и взаимозависимости этих двух сторон развития с течением времени. Каждый исторический этап является новым уровнем организации системы города, оказывающим воздействие на сложившуюся структуру, перестраивает ее в той или иной степени, в результате чего образуется новая целостность.

История планирования г. Владивостока рассматривается во взаимосвязи с изменением количественных и качественных характеристик градостроительной системы города, основными событиями и социально-политическими процессами. Необходимость проведения данного исторического анализа объясняется преемственностью и непрерывностью пространственного развития города, обусловленностью сложившегося положения и значения территорий предыдущими уровнями организации пространственной структуры.

Периодизация этапов пространственного развития города рассматривалась в работах В.К. Моора и Е.А. Ерышевой [96], материалах монографий В.А. Обертаса и В.В. Аникеева [98, 5], Н.П. Крадина, Н.С. Рябова, В. И. Преловского [108]. Недостаточно изученным аспектом периодизации исторического развития является установление взаимосвязей между планировочной деятельностью, изменением количества населения, социально-политическими событиями и пространственным развитием города, изменением его границ и структуры. Материалы указанных авторов вошли в основу периодизации, предлагаемой ниже. Критерием определения рубежа каждого исторического периода является изменение динамики и направления развития города. Общая схема эволюции пространственного развития города Владивостока приведена в Рисунок 3.

1. 1860–1870 г. – период с основания Владивостока как военного поста до перевода главного порта из Николаевска-на Амуре в 1870 г. (Рисунок 4). Именно событие перевода главного порта стало ключевым толчком развития города на месте данного небольшого военного поста. Н. П. Матвеев в кратком историческом очерке города Владивостока пишет: «С 1871 г. Город переходит в другую стадию своего развития» [88]. Принятие этого решения привело к

увеличению разнообразия и количества внешних связей, возрастанию сложности внутренних процессов, которые повлекли за собой необходимость наращивания инфраструктуры. До этого рубежа проходил подготовительный этап, этап зарождения новой пространственной системы, организующей жизнь людей.

В этот период закладываются основы планировочной структуры города как предполагаемого торгового порта. Первые участки под застройку отводились без общего плана планировки города, но с учетом указаний военного губернатора П. В. Казакевича о размерах участков, ширине и конфигурации улиц. В это десятилетие поселение формировалось за счет частной застройки до разработки первого проекта планировки, выполненным областным землемером М. И. Любенским в 1869 году. Часть чертежей межевания городских и пригородных территорий были утеряны, но схема города сохранилась до нашего времени (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 Проект планировки М. И. Любенского 1869 г., совмещенный с исполнительным планом 1866 г. и картой Владивостока 2019 г.¹

Проект планировки М. И. Любенского выполнен на основе регулярной системы планировки городов, регламентированном Строительным уставом Российской империи 1809 г., Строительным уставом 1857 г., Городовым положением 1861 г. Проектом учитывались уже сложившаяся застройка и направления существующих улиц, чем объясняется появление диагональных улиц и трапециевидных кварталов. Несмотря на значительные отступления от регламентов регулярной планировки, орографические особенности местности не были учтены в должной мере автором проекта, в результате чего были заложены улицы с недопустимыми уклонами для движения транспорта (в то время гужевого). Также к недостаткам данной работы относят недостаточную проработанность иерархии элементов градостроительной структуры:

¹ Источник: Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

отсутствует ранжирование улиц, не выявлены функционально и композиционно значимые элементы, образующие каркас города.

В этот короткий период была сформирована пространственная единица города, основополагающий элемент градостроительной системы города – его точка отчета и ядро на северном берегу бухты Золотого рога, вдоль первых улиц Светланской и Береговой. Население на 1868 год составляло 2 453. Дальнейшие направления развития территорий города, их назначение и роли устанавливались относительно этого места основания поселения в соответствии с экономическими и политическими процессами, подчиняясь природным особенностям местности. На настоящее время роль исторического центра не теряет своего фундаментального значения в жизни города, его местоположение определено достаточно конкретно как в документах территориального планирования, так и в сознании граждан.

2. Следующий период – 1870–1898 г. – от указания о переносе во Владивосток главного порта из Николаевска-на-Амуре и до перевода порта уже из Владивостока в Порт-Артур, а коммерческого порта в Дальний (Далень) (Рисунок 5). Решения о расположении военного и коммерческого порта играли судьбоносную роль в формировании города Владивостока. Владивосток становится торговым городом, развивается портовая инфраструктура, открываются магазины и конторы иностранных фирм, прилегающая к порту застройка становится более плотной [120, с.8]. Данный этап характеризуется интенсивным развитием пространственной системы города и формированием городского хозяйства, но после решения о переводе портов последовал период стагнации.

С 1872 года происходит бурный рост и формирование портового города в границах схемы планировки М. И. Любенского. Ведется интенсивное строительство казённых построек Морского ведомства и штабных зданий. Формируются селитебные территории Офицерской и Матросской слободок: казармы и жилье офицеров, служащих, матросов с обслуживающими зданиями – столовые, бани, ремонтные мастерские; возводится госпиталь. Строятся портовые и промышленные сооружения – склады и пристани, судоремонтные мастерские. Размещение складов различного назначения происходит в основном вдоль линии берега, чем закладывается одно из характерных противоречий, не разрешенное и в наши дни – ограниченный доступ к береговой линии бухты Золотой рог. Также ведется гражданское строительство, появляются торговые здания и коммерческие склады, жилые дома, особняки.

Город активно и равномерно развивается как военный и коммерческий порт в течение этих трех десятков лет. В 1879 году население города составляло 8837 человек, к 1897–28933 чел. (Рисунок 1.2).

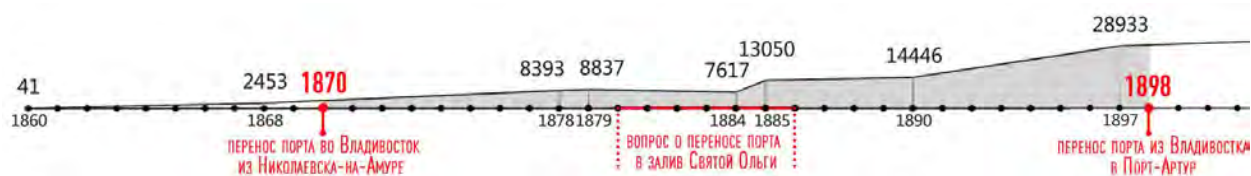


Рисунок 1.2 Динамика численности населения г. Владивостока в 19 в.

Японский план города 1872 г. демонстрирует процесс реализации проекта планировки М. И. Любенского и формирование застройки центральной части города (Рисунок 1.3). На основе регулярной и достаточно формальной схемы «Плана проектированного города» сложилась планировочная структура центральной исторической части г. Владивостока. Но отведенных планом территорий становилось недостаточно для быстроразвивающегося города. В этот период были выполнены генеральные планы Н. И. Почекунина в 1874 г. (Рисунок 1.4), Помаскина в 1879, А. Ф. Машковцева в 1897.

Планы 1874 года и 1879 не были утверждены по причинам неудовлетворительного качества, проект же Помаскина в 1879 совпал с возникшей неопределённостью положения города, связанной с вопросом о переносе порта в залив Святой Ольги [5].



Рисунок 1.3 Японский план г. Владивостока 1872 г.²

² Источник: Японский план Владивостока 1872. — Текст : электронный // retromap : [сайт]. — URL: http://retromap.ru/show_map.php?mcode=1418724 (дата обращения: 27.03.2023).



Рисунок 1.4 Проект плана г. Владивостока землемера Почекунина 1874 г., совмещенный с картой Владивостока 2019 г.³

В 1880 году Владивостоку был присвоен юридический статус города, что несомненно являлось значимым событием, которое привело к изменению его роли на Востоке страны. Эта дата соответствует рубежу традиционной периодизации исторического развития города Владивостока, что закреплено в публикациях и монографиях многих авторов. Но с точки зрения влияния на изменение характера внутренних процессов и типов внешних связей, именно перенос главной базы флота во Владивосток в 1872 году следует считать точкой изменения характера функционирования данного поселения как системы. Объявлен Владивосток городом был еще в 1874 году думой, тогда же ему был присвоен герб [120, с.9]. Получение статуса города в 1880 году – официальное признание разворачивающегося процесса. Это также подтверждается динамикой роста населения: с 1870 по 1880 население возрастает, после 1880 происходит стабилизация численности, что совпадает с периодом неопределенности – встает вопрос о переносе порта в залив Святой Ольги, это также подтверждает большую степень зависимости жизни города от расположения морского порта, нежели от статуса (Рисунок 1.2).

Таким образом, к концу 19 века историческое ядро города становится общественно-торговым центром, на периферии к северо-западу, северу, и востоку размещаются селитебные территории, формируется промышленная зона в долине Первой речки, портовые зоны и обслуживающие их транспортные узлы. Ведется строительство фортификационных сооружений. Прокладываются железнодорожные пути по восточному побережью Амурского залива к торговому порту. Общий план города отсутствует, разработка схем планировок города ведется

³ Источник: Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

без единого общего проекта города на локальных территориях – южном берегу Золотого рога, Куперовой пади, долины Первой речки, побережья бухт Диомид и Улисс.

Период 1870–1898 г. определяется формированием роли Владивостока как главного военно-морского порта России на Дальнем Востоке при одновременном развитии торгового порта вплоть до распоряжения о переводе порта из Владивостока в Порт-Артур и о начале строительства коммерческого порта в г. Дальнем (Далянь), после чего положение города Владивостока становится неопределенным. Пространственная структура города формируется по схеме Любенского, выполненной в преддверии данного этапа в 1868 году. Квартальная планировка в условиях бурного развития города и его социальной и экономической жизни становится основой для строительства лучших объектов архитектуры Владивостока, большинство из которых в настоящее время являются объектами культурного наследия. Так в рамках заданных границ происходит естественная самоорганизация и саморегуляция пространственной системы как результат реализации социальных процессов.

3. Следующий период является сложным и насыщенным историческими потрясениями, охватывает 1898–1922 гг. – от вынесения распоряжения о переводе главной базы военно-морского флота в Порт-Артур и до включения Дальнего Востока в состав РСФСР (Рисунок 6).

В 1899–1903 г. происходит снижение строительной деятельности в городе и застой в городском хозяйстве [5]. Тем не менее проводились некоторые локальные и планировочные работы по благоустройству. В 1904 году после начала Русско-Японской войны были прекращены все строительные работы, кроме фортификационных сооружений, город был переведен на осадное положение.

Поражение России в Русско-Японской войне привело к возвращению Владивостоку значения торгово-экономического центра российского Дальнего Востока, главного порта на Тихом океане и военно-морской крепости в связи с потерей по условиям мирного договора 9 августа 1905 г. Квантунского полуострова с городами Порт-Артур и Дальний.

Начался стремительный рост населения города за счет переселенцев с Квантунской области и демобилизованных солдат, перевода военных гарнизонов (Рисунок 1.5). В городе разразился жилищный кризис, селитебных территорий не хватало, план освоения и межевания новых территорий отсутствовал. На склонах сопок формируются самовольные слободки, положившие начало градостроительному освоению горных территорий города.

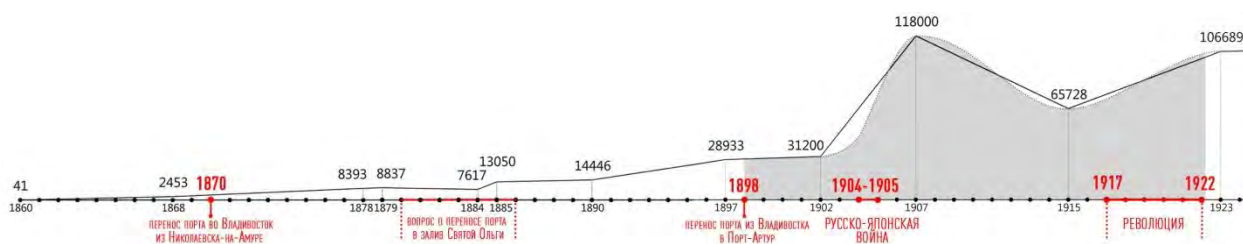


Рисунок 1.5 Динамика численности населения г. Владивостока с основания и до 1922 г.

Городским землемером Н. К. Старожиловым в 1906 году разрабатывается генеральный план сроком на 20 лет, расчетной численностью в 130 тыс. жителей, площадью 710 га и плотностью около 180 чел./га (Рисунок 1.). Развитие территорий предусматривалось только в северном направлении, т. к. территории полуостровов Шкота и Голдобина, Назимова резервировались для фортификационного строительства.

Существующая часть города в основном сохраняла сложившуюся планировку при уточнении категорий улиц, которых было выделено три различных по ширине. В основу планировочной схемы новых районов Н. К. Старожиловым была положена радиально-лучевая схема, образующая сектора селитебной малоэтажной застройки – слободок, состоящих из трапециевидных кварталов. В числе несомненных достоинств генерального плана Н. К. Старожилова — художественно-композиционная цельность планировочного решения, организация функционального зонирования и транспортной схемы.

К недостаткам относятся:

- закрепление изоляции жилых территорий от берегов Амурского залива и Золотого Рога промышленными и транспортными зонами;
- мелкие по размеру жилые кварталы с большим числом второстепенных улиц;
- неприемлемость уклонов некоторых новых улиц, подчиненных радиально-лучевой схеме, для транспортных перевозок.

Город активно строится и развивается: устраиваются железнодорожные станции Первая речка и Эгершельд, на улице Светланской прокладываются трамвайные пути, застраиваются жилые районы. Но фактические темпы роста населения опережают заложенные генеральным планом. Территориальная ограниченность способствовала повышению плотности застройки, развитие города в северном и южном направлении сдерживалось системой сооружений Владивостокской крепости.

Этот период характеризуется развитием значительных противоречий в земельных отношениях между городской управой, казенными ведомствами и частными землевладельцами, чьи интересы не могли быть урегулированы генеральным планом. Единая политическая структура, обладающая полномочиями для разграничения земель, могла быть создана только

вышестоящими властными инстанциями. Это привело к тому, что многие важные решения генерального плана не были реализованы по причине сопротивления ведомств и землевладельцев, например создание улицы-дублера Светланской, устройство некоторых проспектов и площадей.

Начало Первой мировой войны в 1914 году изменило роль порта Владивосток, выведя его на первое место с пятого по грузообороту. Существующий порт не справлялся с нагрузкой и нуждался в расширении и реконструкции, что привело к перераспределению земель в городе. В 1916 году после заключения русско-японского союзного договора часть крепостных сооружений была разоружена и под застройку были отданы территории полуострова Голдобина и склоны сопки Шошина. В северной части полуострова у берега Амурского залива за пределами городских земель формируется пригородная жилая территория, генеральный план которой был разработан под влиянием идей английского общественного деятеля Э. Говарда о создании городов-садов.

Планировкой полуострова Голдобина, района Железнодорожной слободы и поселка Садыгород завершилось формирование планировочной структуры города в его дореволюционных границах.

1918–1922 годы стали кризисными для городского хозяйства. Нестабильная политическая ситуация препятствовала регулированию застройки. Население увеличилось за счет перемещения населения из Сибири, что привело к новому жилищному кризису.

В целом данный период 1898–1922 характеризуется значительной степенью влияния внешнеполитических процессов на город Владивосток как на живую и динамичную систему, что неизбежно вызывало перестройку его внутренних связей. Сложившаяся структура города, его материальное пространство подвергались интенсивной нагрузке стремительно меняющихся социальных процессов, возрастала потребность в усилении внутренних регулировочных механизмов: жестком и сильном самоуправлении. Первый генеральный план города Н. К. Старожилова служил обеспечением данной задачи.

4. 1922–1938 г. – после установления Советской власти на Дальнем Востоке до принятия Генерального плана «Большой Владивосток» (Рисунок 7).

Программа градостроительного развития Владивостока в этот период определялась задачами превращения Владивостока в «первоклассную крепость» и восстановления международного Владивостокского порта, которые были сформулированы на Владивостокском совете депутатов председателем ЦИК СССР М. И. Калининым. В 1924 был принят пятилетний план восстановления Владивостокского торгового порта и Дальневосточного торгового флота. В 1927 году принимается план развития народного хозяйства страны на 1929–1933 год, которым

было предусмотрено увеличение государственных капиталовложений в развитие городского хозяйства Владивостока. Проектные работы ведутся под руководством Н. К. Старожилова и основываются на генеральном плане 1906 года, в 1927 разрабатывается Схема генерального плана Владивостока, включающая полуостров Голдобина (Рисунок 1.7).



Рисунок 1.6 Генеральный план города Владивостока Н.К. Старожилова 1906 г.⁴



Рисунок 1.7 Схема Генерального плана г. Владивостока (Н. К. Старожилов, 1927 г.)⁵

Город впервые был разбит на 11 планировочных районов, в каждом из которых были выделены общественные центры. Под зеленые насаждения отводилось 10% территории, планировались сады и бульвары. Был запроектирован и реализован железнодорожный туннель имени Сталина. Генеральным планом заложен выезд из города через пересечение территории нефтебазы.

Для территории порта отводятся прибрежные земли полуострова Шкота, строятся причалы, прокладываются железнодорожные пути. Строительные работы проводятся в основном в соответствии с решениями генерального плана.

В целом данный период 1922–1938 г. является периодом восстановления городского хозяйства, подобным по этой характеристике первому этапу 1860-1869 гг. Здесь верхним рубежом было принято событие утверждения Генерального плана «Большой Владивосток» Е.А. Васильева в 1938 году, поскольку оно было призвано кардинально изменить не только планировочную структуру города, но и его социальную и экономическую жизнь. По сути, речь шла о беспрецедентные перестройки системы города. И несмотря на то, что этим грандиозным планам не суждено было реализоваться по катастрофическим причинам, предыдущий этап, тем

⁴ Источник: Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

не менее, исчерпал себя, в условиях усиления централизации власти и социалистической идеологии изменения типа саморегуляции города были неизбежны.

5. 1938–1960 гг. – от принятия Генерального плана «Большой Владивосток» до принятия Постановления о строительстве Большого Владивостока (Рисунок 8). В этот период должен был случиться новый виток развития, но трагические события Великой Отечественной войны трансформировали динамику развития этого периода для всей страны.

В 1934 году начинается разработка нового генерального плана бригадой специалистов московского института Гипрогор под руководством Е. А. Васильева. Владивосток подлежал полной социалистической реконструкции, основными факторами, определяющими последующее планировочное решение города, становятся социально-политическое значение Владивостока и естественные климатические и ландшафтные условия. Сложившаяся структура планировки и застройки учитывалась в меньшей степени.

Работы по Генеральному проекту Большого Владивостока были закончены в 1938 году (Рисунок 1.8). Объемы материалов проекта и планируемые масштабы строительства производят впечатление даже сейчас.

В связи с военными событиями 1941–1945 годов идеи Генерального проекта Большого Владивостока Е. А. Васильева не были реализованы, но учитывались при разработке последующих генеральных планов города. Генеральный проект Большого Владивостока Е. А. Васильева называют памятником истории градостроительного проектирования периода «утопической романтики социализма».

В 1950 году Владивосток становится закрытой военно-морской базой Тихоокеанского флота, одного из четырех флотов СССР, наряду с городами Севастополь, Балтийск и Североморск. Столица Приморья переносится в г. Уссурийск, торговый порт – в г. Находку.

В 1953 году для новых условий и целей города разрабатывается генеральный план архитектором А. М. Суворова (Рисунок 1.9), в основном с сохранением планировки проекта Е. А. Васильева. Наиболее значимое изменение касалось места центральной площади города, существующее положение которой было закреплено данным проектом. В 1954 и 1959 годах Владивосток посещает Н. С. Хрущев в результате чего роль и значение города пересматривается. 8 января 1960 года было принято постановление Совета Министров СССР «О развитии г. Владивостока», согласно которому снимаются ограничения, связанные с его закрытым режимом, Владивосток становится административным, культурным и хозяйственным центром Приморского края, приобретает роль восточных морских ворот СССР.



Рисунок 1.8 Схема генерального плана Владивостока (арх. Е. А. Васильев, 1938 г.)⁵



Рисунок 1.9 Схема генерального плана Владивостока (арх. А. М. Суворов, 1953 г.)⁶

Таким образом, данный период 1938–1960 гг. характеризуется чередой становления и сменой идей, касающихся развития и роли города, ход реализации которых замедлила или отменила Великая Отечественная война, вплоть до принятия постановления «О развитии Владивостока» в 1960 году. Период, который должен был стать этапом развития, «схлопнулся» в кризисный ввиду катастрофических военных событий и перешел в длительный восстановительный. Завершающим рубежом этого периода ввиду политического устройства могло стать только лишь проявление государственной воли, что и произошло в 1960 году в лице Н. С. Хрущева.

6. 1960–1991 гг. – от начала работ по строительству Большого Владивостока до изменения социально-экономических условий в стране и регионе (Рисунок 9). В этот период была возведена основная масса застройки современного города Владивостока. Изменение характера проектных работ выражается в увеличении числа разработчиков и нивелировании индивидуального авторства.

⁵ Схема генерального плана Владивостока (арх. Е. А. Васильев, 1938 г.) Источник: Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

⁶ Рисунок 1.9 Схема генерального плана Владивостока (арх. А. М. Суворов, 1953 г.). Источник: Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Скорость разработки Генерального плана (4 месяца), определяющего самое массовое строительство в истории города, вызывает сомнения относительно уровня и глубины проработки этих решений.

Ведется экстенсивная реализация решений Генерального плана 1960 года. Осуществляется массовое строительство жилья, а также уникальных общественных зданий. При этом в ситуации необходимости достижения показателей установленных планов испытывается недостаток времени на разработки детальных проектов планировки районов. От темпов роста города отстает строительство транспортной инфраструктуры и инженерных систем, работы по озеленению в основном остаются нереализованными. В этот период был принят ряд недальновидных решений, например, о строительстве канализационных систем без очистных сооружений

В 1970-х темпы развития города превышают расчеты Генерального плана 1960 года. На основе согласованных в 1974–1976 гг. технико-экономических основах был разработан новый генеральный план города. По итогу длительного этапа согласований в 1984 году был утвержден новый генеральный план города, в 1989 в него были внесены изменения. Застройка в 1984–1989 годах велась согласно Генплану-84 до развала СССР в 1991 году. В связи со сломом системы централизованного планирования и финансирования жилищно-гражданского строительства дальнейшая реализация положений Генерального плана 1989 года стала невозможной.

Решения Генеральных планов данного периода кардинально изменили планировочную структуру некогда квартального города. Участки были укрупнены, конфигурация улично-дорожной сети приобрела нерегулярные формы, подчиненные рельефу, лишилась значительной части проездов, что привело к снижению плотности улично-дорожной сети. Принципы свободной планировки, соответствующие советской идеологии планового хозяйства, которая не допускала частной собственности и предпринимательства, определили облик протяженных монофункциональных территорий города с типовой жилой застройкой. Дороги приобрели исключительно транзитные функции, ориентированные на автомобильное движение, обширность внутренних пространств микрорайонов не способствовала их интенсивному освоению и благоустройству.

Данный период 1960–1991 годов безусловно является этапом развития города, вехи его определены достаточно конкретно и не вызывают сомнений. Но характер развития при этом являлся исключительно экстенсивным, плановым, стремительным и утопическим. В условиях плановой экономики процессы локальной самоорганизации отсутствовали, происходило искусственное формирование не только пространственной структуры, но и социальных

процессов, что привело к их нежизнеспособности впоследствии при сломе политической системы в стране.

7. 1991–2007 гг. – с начала перехода от централизованного планирования к рыночной экономике до принятия решения о проведении саммита АТЭС-2012 (Рисунок 10). В этот период происходит системный кризис развития города, сопровождающийся сокращением численности населения.

Происходит перестройка всей государственной системы, на фоне кризиса социально-экономического развития, неизбежно становление градостроительного законодательства, реформирование системы местного самоуправления.

Планировочная структура города, сложившаяся в советский период развития города, продемонстрировала неспособность к гибкому преобразованию в соответствии с изменениями социально-экономических процессов. В этот период действующим являлся генеральный план 1989 года, выполненный в условиях плановой экономики и рассчитанный на соответствующие механизмы реализации, решения которого так и не были реализованы. В условиях правовой неопределенности и политической нестабильности велась хаотичная застройка отдельных территорий вне общей логики развития города, движимая только лишь локальными коммерческими интересами. Вплоть до 2008 года город фактически существовал без генерального плана.

8. 2007 – до настоящего времени – современный период развития города. Впервые встаёт вопрос о разработке документов стратегического планирования города (Рисунок 11). Развитие города получает значительный импульс, обеспечивается федеральным финансированием и подчиняется мегапроектам по подготовке к саммиту АТЭС-2012, решение о проведении которого было принято указом Президента в 2007 году.

В этот период принимается генеральный план 2008 года, разработка которого велась в течение 7 лет. В 2011 году был издан проект изменений, что требовалось необходимо привести градостроительных документов в соответствие мероприятиям по подготовке к Саммиту АТЭС.

Горькая ирония заключается в том, что реализация необходимых городу транспортных сооружений, идеи которых закладывались еще в 1930-х Генеральным планом Е. А. Васильева, а именно мосты через бухту Золотой рог, выездная магистраль, а также низководный мост через Амурский залив и мост на о. Русский были обеспечены и обоснованы единовременным мероприятием. Для этого необходимо было расположить место проведения Саммита АТЭС таким образом, чтобы подъездные пути к нему пронизали весь город. В результате на острове Русском появился мощный объект притяжения – Дальневосточный федеральный университет,

провоцирующий ежедневную маятниковую трудовую миграцию около 30 тысяч человек. В изоляции от активной городской жизни находятся 10 тысяч студентов, проживающих в общежитиях университета. Городская среда лишилась своих наиболее активных пользователей. Университет лишился возможности вовлечения практикующих специалистов в преподавательский процесс, поскольку издержки на транспортные перемещения между основным местом приложения труда и университетом слишком высоки.

Застройка острова Русский теперь неизбежна, уникальной природе острова будет нанесен ущерб, в то время как к северу от Владивостока в направлении предполагаемого развития агломерации располагаются протяженные слабо урбанизированные территории, а застройка самого города имеет низкую плотность и рыхлую структуру.

Несомненно, преждевременно давать оценочную характеристику текущего этапа, начавшегося с 2007 года, но логика процессов подсказывает, что мы можем говорить, по крайней мере, об этапе восстановления, но скорее – об этапе развития, направление характера которого, интенсивный или экстенсивный, определяется в настоящее время.

История планирования г. Владивостока показывает высокую степень зависимости развития города от административных решений, принимаемых или наоборот, не поддерживаемых (как разработка генерального плана в 1870–1880 или межевание земель в 1900-х), властными структурами страны. Исторически сложилось, что Владивосток – это город мегапроектов.

В отдельные короткие периоды исторического развития робко формировалось самостоятельное городское хозяйство Владивостока, прерываемое то военными и революционными потрясениями – Русско-японская война 1904-1905 г., годы интервенции 1917-1922, Великая отечественная война 1941-1945 г., события 1990-х; то решениями о ведущих к понижению статуса города – перенос базы флота в Порт-Артур и коммерческого порта в г. Дальний в 1898, в 1950 в г. Находку.

Формирование пространственной структуры города на протяжении всей его истории сопровождалось разработкой схем планировок и генеральных планов (Рисунок 12). В дореволюционный период часть этих работ не была утверждена своевременно, развитие города опережало проектные работы. Наиболее значимыми планами, определившими структуру исторического ядра дореволюционного города, являлись схема планировки М. И. Любенского (1868 г.) и генеральный план Н. К. Старожилова (1906 г.). Эти схемы закладывали принципы квартальной застройки города на сложном рельефе.

В советский период наибольшее влияние на структуру и застройку города имел генеральный план «Большой Владивосток» от 1960 года авторства коллектива ЛЕНГИПРОГОР.

Высокие темпы проектных работ, экстенсивное жилищное строительство, принципы микрорайонной планировки и типовые серии определили современный облик города. Генеральный план в условиях плановой экономики и централизованного управления был в полной мере основным инструментом реализации градостроительной деятельности. Изменение социально-экономических условий в связи с распадом Советского Союза сделало невозможным реализацию решений, заложенных генеральным планом 1989 года в эпоху плановой экономики. Новый Генеральный план города был разработан только лишь в 2008 году при одновременном росте интереса к стратегическому планированию, как к разработке документации, определяющей направления развития города. Последующие проекты внесения изменений были призваны, в основном, приводить генеральный план в соответствие с реальными преобразованиями города, происходящими в результате реализации мегапроектов или нерегулируемой частной застройки.

1.4 Особенности современного планирования пространственного развития города Владивостока

В данном разделе более подробно рассматривается современный этап истории планирования пространственного развития города. Приводится критический и сравнительный анализ основных градостроительных документов, разработанных в XXI столетии, а именно: Стратегии развития г. Владивостока (администрация г. Владивостока, 2008 г.); плана социально-экономического развития г. Владивостока (ЗАО «Международный центр развития регионов», г. Москва, 2011 г.) [114]; концепции внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа (ОАО "РосНИПИУрбанистики", г. Санкт-Петербург, 2015 г.) [73]; плана социально-экономического развития г. Владивостока (ЗАО «Международный центр развития регионов», г. Москва, 2016 г.) [105]; проекта внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа (ООО «Институт Территориального Планирования «Град», г. Омск, 2017 г.) [109].

Место генерального плана в системе документов нормативного территориального планирования представлено на Рисунке 1.10. Общая схема работ, выполненных в период 2007–2022 г., и посвящённых пространственной структуре города и его архитектурно-градостроительной системе приведена в Рисунок 13. Помимо документов стратегической и градостроительной направленности, в этот период проводилось несколько масштабных исследовательских работ.



Рисунок 1.6 Место генерального плана г. Владивостока в системе документов территориального планирования

Методология стратегического планирования социально-экономического развития территории зародилась на Западе и нашла свое отражение в трудах таких ученых, как Дж. Гилбрейт, У. Кинг, Дж. Гордон, Р. Кемп, Ф. Котлер [138]. С середины 1980-х гг. в западноевропейских странах стал появляться интерес к стратегическому планированию со стороны органов власти. В США методы стратегического планирования стали использоваться государственными органами управления с начала 1970-х гг. при создании комплексных социально-экономических программ развития и планировании деятельности социальных и муниципальных служб [138]

К концу 1990-х гг. методы стратегического планирования постепенно начинают внедряться и в российскую управленческую практику. Идея городского стратегического планирования нашла понимание как у муниципальных властей, так и у городской общественности. [138]

Стратегическое планирование призвано разработать механизмы упорядочивания общественных процессов в условиях развивающейся рыночной экономики, обеспечивая эффективное устойчивое развитие и являясь альтернативой плановому планированию советской системы администрирования с ее жесткими нормативами, временными рамками реализации очередного этапа, вовлечением огромного количества ресурсов и т. д.

Наиболее активно внедрение стратегического подхода идет в крупных и крупнейших городах, которые сталкиваются с проблемами определения векторов развития, оптимизации использования доступных материальных, финансовых и человеческих ресурсов в условиях возросшей неопределенности внешней среды и процессов самоорганизации.

Во Владивостоке внедрение стратегического подхода было инициировано Администрацией города в 2008 г. в качестве реакции на принятое 27 января 2007 года решение Президента России В. В. Путина о возможности проведения в 2012 году саммита стран Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС-2012). Необходимо обратить внимание, что Саммит АТЭС в 2012 году стал мощным импульсом для развития города.

До начала разработки «Стратегии и стратегического плана развития г. Владивостока до 2020 года» в 2008 году существовали следующие документы о перспективном развитии:

– «Концепция экономического развития Южного Приморья», проект «Большой Владивосток», подготовленный Координационной группой Владивостокского городского Совета народных депутатов, в которую входили ученые Дальневосточного отделения Российской Академии наук, специалисты отраслевых и проектных институтов, университетов и других вузов Владивостока.

– Стратегический план экономического развития Приморского края и г. Владивостока, Институт развития Японии (Engineering Consulting Firms Association, Japan, ECFA), 1994 г.

– «Стратегический план устойчивого развития г. Владивостока на 2004–2008 гг. и на период до 2020 г.», разработанный совместными усилиями Международного института конъюнктуры и прогнозирования, Тихоокеанского института географии ДВО РАН и ряда вузов города (2004г.).

Цель Владивостока, согласно Стратегии, была сформулирована как «стремление при поддержке государства занять позиции одного из федеральных интеллектуальных и культурных лидеров, способного не только производить инновационные, научно-технические и культурные идеи, но и воплощать их на Дальнем Востоке, в России, в странах АТР, обеспечивая высокий уровень и качество жизни жителей города, вызывая уважение в мире, экспортируя наукоемкую продукцию и услуги, притягивая к себе как людей, так и капиталы».

Одной из функций Владивостока, как административно-организующего центра Приморского края, является создание единого пространства городской агломерации Владивосток — Артем. Целью развития данной агломерации является повышение управляемости единого урбанизированного пространства с населением к 2020 году около 1 млн. чел.

Несмотря на то, что в Стратегии развития Владивостока 2008 года была декларирована функция Владивостока как административно-организующего центра Приморского края, которая должна выражаться в развитии агломерации Владивосток-Артем, в результате реализации объектов Саммита 2012 года не только была усилена централизующую роль Владивостока, но и произошло смещение «центра тяжести» урбанизированной территории за счет формирования отдаленной мощной точки притяжения в противоположной от Артема стороне – Дальневосточного федерального университета на о. Русском.

В Стратегии были сформулированы целевые положения: повышение уровня благосостояния рождаемости и продолжительности жизни населения и устойчивое расширенное воспроизводство высокого качества жизни. Предложена таблица индикаторов, используемых для

оценки развития. Ответственность за предоставление данных возлагается на различные отделы Администрации: управление по труду и занятости населения, управление здравоохранения, управление финансов и экономики; управление по работе с муниципальными учреждениями образования, управление культуры и молодежной политики, управление международных отношений и туризма, управление муниципального имущества, градостроительства и архитектуры и др. Всего приведено 41 показатель, например: материнская смертность, уровень госпитализации, численность иностранных студентов, количество преступлений, Количество единиц хранения музейного фонда и т.д. Индикаторы, используемые для оценки развития г. Владивостока являются перечнем количественных параметров, в котором отсутствует классификация и систематизация. Ключи к интерпретации показателей или алгоритмы их оценки в данном документе не приводятся.

Тем не менее, данный документ положил начало стратегическому планированию социально-экономического развития г. Владивостока.

План комплексного социально-экономического развития г. Владивостока [114] выполнен некоммерческим партнерством "Дальневосточный центр экономического развития" совместно с обществом с ограниченной ответственностью "Центр Программ и Инвестиций" в 2011 г.

Целью работы являлась разработка, обоснование и создание задела для успешной реализации Плана комплексного социально-экономического развития Владивостокского городского округа, а также оценка соответствия Владивостокского городского округа критериям присвоения статуса наукограда с учетом ввода в эксплуатацию всех объектов, запланированных к Саммиту АТЭС в 2012 году.

Отчет состоит из одного тома и содержит 6 документов (в виде разделов отчета):

1. План комплексного социально-экономического развития Владивостокского городского округа (раздел 3.2);
2. Концепция укрепления роли города Владивостока в Азиатско-Тихоокеанском регионе через реализацию инициативы по организации регулярного Саммита городов АТЭС в рамках форума АТЭС-2012 (раздел 4);
3. Обоснование необходимости разработки концепции новой редакции подпрограммы развития г. Владивостока как центра международного сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе в рамках федеральной целевой программы «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года» (раздел 5.1);
4. Ключевые положения проекта концепции новой редакции подпрограммы развития г. Владивостока как центра международного сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе

в рамках федеральной целевой программы «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года» (раздел 5.2);

5. Подготовка обоснования возможности присвоения Владивостокскому городскому округу статуса наукограда Российской Федерации (раздел 6);

6. Рекомендации по организации работ по присвоению Владивостокскому городскому округу статуса наукограда Российской Федерации (раздел 6.3).

В приложении 1 рассматриваются международные связи Дальневосточного федерального университета, состояние и перспективы.

В приложении 2 приводится концепция развития водных и смежных видов спорта на базе ДВФУ (о. Русский). При этом в перечне предполагаемых для развития на острове Русском видов спорта приводится внушительный список, в котором отсутствуют такие по факту единственно представленные на острове в 2019 г. популярные водные виды спорта как серфинг и САПбординг (катание на доске с веслом). Несмотря на то, что на момент написания стратегии (2011 год) ситуация могла быть иной, данный факт демонстрирует несостоятельность стратегического видения рассматриваемого документа.

В приложении 3 приведены ключевые международные организации и объединения Азиатско-Тихоокеанского региона с участием России.

План социально-экономического развития представлен на 256 страницах, содержит историческую справку о городе и географические сведения. Распределение территории ВГО по функциональным зонам представлено в виде неинформативной таблицы. Дана комплексная характеристика социально-экономического положения города, изобилующая многочисленными количественными показателями. В целом по показателям наблюдаются практически исключительно положительные тенденции: инвестиции растут, жилье строится, средняя заработная плата увеличивается, численность безработных снижается и т. п.

Фиксируется проблемное состояние транспортной системы. Предлагаемое решение – конечно же, «умный» транспорт, для создания которого необходимо использовать принципы системного инжиниринга.

«Это означает, что она должна быть продуманно спроектированной, приспособленной к особенностям и специфике города, подчеркивающей его преимущества и географические особенности, надежно построенной, эффективно управляемой, с адекватной ценой пользования, удобной и привлекательной для пользователей и жителей города, экологически безопасной, вызывающей у горожан не раздражение, а чувство гордости, а у гостей – чувство безопасности и уважения.»

Конкретных механизмов решения, исходя из имеющихся у города ресурсов, особенностей устройства Владивостокской транспортной системы и достижений современной технологии и транспортной науки, Стратегией не предусмотрено. Решения заменяются декларацией расплывчатых общих очертаний прекрасных и светлых мечтаний.

В анализе конкурентных характеристик позиций города выделяется высокий уровень образованности населения, что противоречит тезисам доклада к Стратегии 2008 года, а также утверждается, что «по соотношению заработной платы к уровню жизни населения Владивосток конкурирует с Москвой и Санкт-Петербургом», при этом в данные, подтверждающие этот факт, в разделе не приводятся.

Определение целевой модели развития города предлагается исходя из рассмотрения всех, по мнению разработчиков Стратегии, теоретически возможных типов развития городов: инерционное развитие, активное экономическое развитие, промышленный центр, транспортно-логистический и торговый центр, инновационно-промышленный центр, туристический центр. По итогу перечисления возможных стратегий приводится вывод о том, что стратегическая цель развития Владивостока – универсальный город. Несомненно, это прекрасная и желательная цель, но является ли она рабочей и реализуемой стратегией? Сказать, что Владивосток – «универсальный город, сочетающий в себе функции транспортно-логистического, индустриального и сервисного центра краевого, дальневосточного и международного уровня, научного, образовательного и туристического центра», – это все равно, что не сказать ничего, поскольку ресурсы и время ограничены, а заявленная цель – бесконечна.

Стратегия градостроительного развития Владивостокского городского округа направлена на превращение его в центр международного сотрудничества России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, крупный морской порт, промышленный, административный, культурный, научно-образовательный и туристский центра Дальнего Востока.

Целью разработки *проекта изменений генерального плана Владивостокского городского округа 2011* являлось определение направлений развития города в рамках принятой стратегии, и приоритетов развития, проектирование сценариев социально-экономического развития. Генеральный план Владивостокского городского округа. Основные проблемы и недостатки касаются следующего.

1. Работа не основана на объективных пространственных городских данных. Содержание раздела, посвященного современному состоянию территорий, носит краткий общий поверхностный описательный характер. Перечисляются основные географические объекты и типы зон.

2. Методики проведения исследований и описание принципов определения направлений градостроительной политики не приводятся. Направления территориального развития Владивостокского городского округа определяются укрупненно как северное, южное и среднее, обоснование не приводится, по всей видимости, рассматриваются не урбанизированные свободные территории. Понятия каркаса и ткани города, эффективности территориальной организации авторами не затрагиваются.

3. Проектное предложение распределения территории Владивостокского городского округа по функциональному использованию основывается на экспертном мнении, обоснованность которого в рамках документации непроверяема.

В 2015 году проект Концепции внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа осуществлялся ОАО "РосНИПИУрбанистики" (г. Санкт-Петербург) [73].

Цель разработки данной концепции была заявлена как: построение образа будущего города как многофункционального центра, интегрированного в российскую и мировую экономику, обеспечивающего высокое качество среды жизнедеятельности и производства, укрепление Владивостока как крупного российского контактно-коммуникационного центра в системе АТР.

Отличительной особенностью работы является ее выраженная научная направленность, структура проекта обладает цельностью и последовательностью. Впервые в документах стратегического планирования представлена модель компактного города, предполагающая пересмотр ценности земли урбанизированных территорий в соответствии с эффективностью использования и пространственной организации города. Альтернативные модели – создание новых намывных территорий и город-спутник являются дополняющими сценариями и выглядят, вероятно, умышленно неубедительно.

Представлена исследовательская часть проекта: анализ эффективности использования территории жилых (по плотности населения), промышленно-транспортных и коммунально-складских территорий (по профилю размещаемых объектов); анализ распределения объектов культурного наследия; ландшафтно-градозэкологический анализ территории.

Интерес представляет результаты анализа потенциала территории для жилищного строительства на основе ландшафтного анализа и с учетом исключения зон с особыми условиями.

Проведен анализ транспортной ситуации по укрупненным транспортным районам, но способ графической подачи информации затрудняет ее восприятие. Выбранный масштаб элементов анализа (транспортных районов) недостаточен для обоснования описанных в

концепции проектных предложений по развитию транспортной инфраструктуры: общественного транспорта и улично-дорожной сети (Рисунок 1.11).

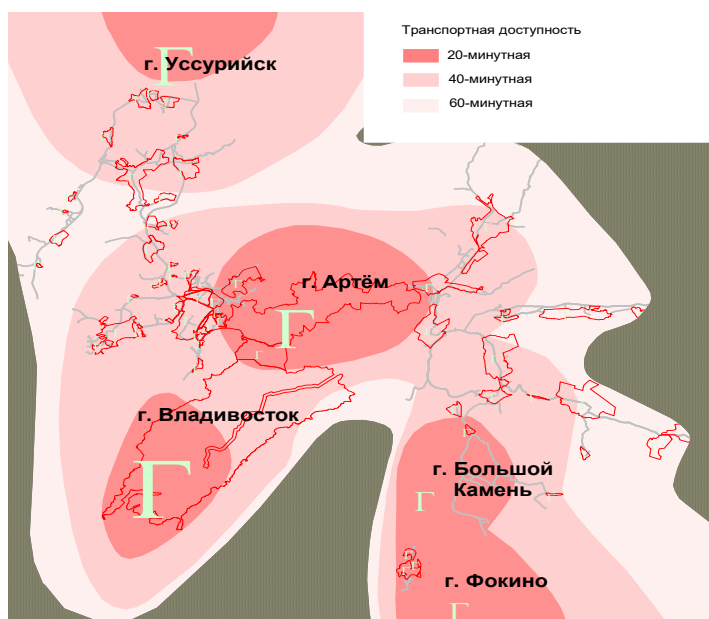


Рисунок 1.7 Схема транспортной доступности (ГП Владивостока, 2017).⁷

Выполнено социологическое исследование, в котором подробно рассмотрены модели, соответствующие различным социальным группам с определенными экономическими интересами: соцгород, азиатская модель, европейская модель. В качестве претендующих на сценарий будущего развития Владивостока анализируются две модели, где предпочтение отдается европейской, обладающей социальными преимуществами в долгосрочной перспективе в противовес азиатской, в которой заинтересованы экономические субъекты. В выводах коротко зафиксировано предложение об этапности реализации долгосрочного сценария развития ВГО.

Последний на настоящее время *Проект внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа Приморского края* был разработан в 2017 году Институтом территориального планирования «Град» (г. Омск) [109].

Его яркой особенностью является полное следование нормативной документации, регламентирующей градостроительную деятельность, что иллюстрируется, например, материалами презентации принципов подготовки проекта (Рисунок 1.12).

⁷ Проект внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа Приморского края. — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град», 2017. — С. 163.



Рисунок 1.8 Принципы подготовки проекта внесения изменений в Генеральный план г. Владивостока⁸

Этот факт подтверждается также текстами пояснительной записки: «Расчет потребности в объектах местного значения городского округа выполнен с учетом предельных значений расчетных показателей минимально допустимого уровня обеспеченности объектами местного значения и предельных значений максимально допустимого уровня территориальной доступности таких объектов». Таким образом, подменяется требования реальной ситуации и запросов общества нормативными показателями и обобщенными характеристиками градостроительной системы. Так, в разделе «анализ использования территории городского округа» приведены общие сведения о территории городского округа, касающиеся географии и положения в составе агломерации, описания климата и природных ресурсов: рельефа, водоемов, побережья, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, почвы, флоры и фауны. Приводятся перечни особо охраняемых территорий и объектов культурного наследия. Анализ выполнен в описательной форме, графических иллюстраций пространственного распределения параметров рассматриваемых явлений, сред и объектов не содержит. Здесь же приведена «комплексная оценка и информация об основных проблемах развития территории городского округа», где рассматриваются вопросы системы расселения, отраслевой специализации, сельского хозяйства и промышленности, жилищный фонд и т. д.

Комплекс мер, предлагаемый генеральным планом по вопросам системы расселения и трудовых ресурсов и направленный на повышение привлекательности территории для въезжающего на нее населения, отражен в Концепции демографической политики Дальнего

⁸ Источник: Проект внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа Приморского края. — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град», 2017. — С. 163.

Востока на период до 2025 года: создание территорий опережающего социально-экономического развития; создание свободного порта Владивосток; внедрение уникального механизма поддержки инвестиционных проектов; бесплатное предоставление земельных участков на Дальнем Востоке гражданам Российской Федерации; обеспечение комплексного социально-экономического развития дальневосточных регионов путем реализации мероприятий специальных разделов по опережающему развитию; создание коммерческих и некоммерческих организаций – институтов развития Дальнего Востока.

Приведенные меры описывают крупные инфраструктурные проекты, государственные программы и экстенсивное освоение территории, что соответствует вектору реализации «азиатской» модели города, альтернативой которой является «европейская модель», обеспечивающая постиндустриальное развитие города на кадровых ресурсах населения. «Реализация «азиатской» модели приводит к форсированному притоку в город мигрантов первичной индустриализации, существующее городское население, ориентированное на европейскую цивилизацию и постиндустриальный тип занятости, будет вытесняться мигрантами первичной индустриализации» [147].

Обзор промышленности и сельского хозяйства нуждается в создании реестра с отражением данных по предприятиям, влияющих на градостроительную ситуацию (расположение, площадь, численность сотрудников, объем грузоперевозок, оборот и т. д.)

Оценка уровня развития физической культуры и массового спорта вне рассмотрения распределения спортивных объектов и сооружений в пространственной структуре города, их качественного состава, объема и занятости, а также распределение спортивной деятельности в целом, в том числе, не связанной со спортивными объектами, не может считаться убедительной. Так, например, в открытом доступе на карте мира публикуются неперсонифицированные данные спортивной активности популярного приложения Strava, что позволяет оценить и сравнить плотность и интенсивность занятий спортом на территориях города для повышения эффективности программ развития спорта во Владивостоке.

Раздел «Транспортное обеспечение» целиком состоит из перечня объектов транспортной инфраструктуры и количественных показателей. Транспортная система города является болезненной проблемой Владивостока, и ее рассмотрение не может быть сведено к перечислению ее объектов и характеристик.

Размещение объектов местного значения городского округа выполнено на основе анализа использования территорий Владивостокского городского округа, возможных направлений развития этой территорий и прогнозируемых ограничений ее использования, определяемых на основании сведений, содержащихся в информационных системах обеспечения

градостроительной деятельности, в федеральной государственной информационной системе территориального планирования, материалов и результатов инженерных изысканий, содержащихся в указанных информационных системах, а также в государственном фонде материалов и данных инженерных изысканий. Типы данных и методы анализа использования, определения направлений развития и прогнозируемые ограничения не приводятся.

Характеристика современной планировочной структуры территории описывается географическим положением города в составе субъекта федерации и краткими сведениями населенных пунктов, входящих в состав городского округа. Анализ современного использования представляет собой описание роль некоторых укрупненных территорий города: центральной части, побережья, полуострова и т. д.

Анализ реализации действующего генерального плана заключается в перечислении дат уточнения Подпрограмм и решение о внесении изменений в Генеральный план, которые были связаны с проведением саммита АТЭС-2012. Можно сделать вывод о том, что генеральный план служит реализации крупных федеральных проектов, оценка степени достижения целей генерального плана не производится.

В разделе «Основные направления пространственно-планировочной организации территории городского округа» приводится описание обобщенных градостроительных решений по планировочным районам городского округа.

В разделе «Проектное функциональное зонирование территории» приводится перечень функциональных зон. Критерии назначения зон неизвестны.

В разделе «Планируемые для размещения объекты федерального значения, объекты краевого значения» приводится перечень соответствующих объектов. Обоснование и целесообразность их размещения обеспечивается нормативами, сложившимися в эпоху плановой экономики.

Планирование развития жилищного строительства генеральным планом осуществляется по принципу достижения расчетной обеспеченности определенной жилой площади на человека на срок до 2036 года на основе резервирования территорий.

Выводы по генеральному плану Владивостокского городского округа 2017 года

1. Основная ориентация мероприятий генерального плана направлена на инвестиционные проекты и федеральные программы.
2. Основной принцип «за все хорошее, против всего плохого» без постановки: «развитие», «создание условий», «увеличение доступности» и т. д. без постановки понятных и реализуемых задач.
3. Генеральным планом не рассматриваются следующие вопросы:

- показатели эффективности пространственной организации города – каркаса и ткани города, культурных, общественно-деловых, жилых, промышленных территорий;
- выявление, формирование и повышение эффективности каркаса города – высокосвязных интенсивно используемых, многофункциональных территории, играющих структурообразующую роль в пространственной системе города и являющихся источниками экономической жизни и развития;
- эффективное и справедливое по отношению ко всем группам пользователей улично-дорожной сети повышение связности территорий города. Конкретные меры должны быть обоснованы расчетами транспортной модели города;
- естественная неравномерность пространства города в границах выделяемых функциональных зон;
- вопросы комфорта и безопасности городской среды
- формирование безопасных и комфортных улиц (типология и благоустройство);
- формирование комфортной эффективной городской застройки;
- формирование природного каркаса города.

На основе подробного рассмотрения проекта внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа, выполненном Институтом Территориального планирования «Град» (г. Омск) в 2017 году дана краткая характеристика генерального плана как основного инструмента градостроительного развития по ряду аспектов и выявлены основные проблемы:

1. Цель генерального плана не сформулирована, отсутствуют целеполагание, принципы, целевая модель развития города.
2. Форма инструмента, представленная графическими материалами и пояснительной запиской, имеет статичный формат и продолжительный срок внесения изменений, что приводит к формированию догоняющего характера документа, не успевающего за динамичным развитием города.
3. Содержание генерального плана исчерпывается установлением границ, расположение функциональных зон объектов транспортной инфраструктуры, объектов местного значения. При этом отсутствует расстановка приоритетов и разработка альтернативных сценариев в рамках вероятностного подхода в соответствии с бюджетом реализации.
4. Модель функционального зонирования по доминирующей функции не обеспечивает эффективного использования территорий города в условиях рыночной экономики и информационного общества и противоречит естественным закономерностям формирования систем расселения.

5. Основание генерального плана как инструмента градостроительного развития составляет нормативная документация, база которой сложилась в условиях плановой экономики и индустриального общества. Нормативные положения подменяют исследования, необходимые для формирования точного и актуального знания о системах города и пространственной локализации экономики города.

6. Основная функция генерального плана – безальтернативно ограничивать деятельность субъектов, что не может обеспечить гибкого преобразования материального пространства города.

Необходимо при этом отметить, что данный проект выполнен в соответствии с нормативной документацией, таким образом, рассмотренные недостатки генерального плана обеспечиваются системой современного градорегулирования.

Несмотря на то, что проект выполнен с применением компьютерных геоинформационных технологий в программе ГИС «MapInfo Professional 11» в нем воспроизводятся устаревшие методики проектирования.

Несомненно, сложно обвинить авторов и проектировщиков Проекта внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа в строгом следовании требованиям нормативной документации, полный перечень которой составляет всю первую главу пояснительной записки, и техническому заданию.

В настоящее время существует ряд исследований, отвечающих динамичности функционирования городского пространства и тонко разделяющие мобильность и активность, в том числе финансовую, пользователей территорий города не только в пространстве, но и во времени; что позволяет тонко и эффективно программировать сценарии использования городской среды и управлять пространственным развитием города. Проведение подобных исследований не предполагается градостроительным кодексом и не учитываются генеральным планом, тем не менее, в рассматриваемый период современного планирования пространственного развития города Владивостока осуществлялись некоторые исследования градостроительной структуры следующими авторами: В. А. Обертасом, В. В. Аникеевым, П. А. Казанцевым, В. К. Моором, Е. А. Ерышевой.

В целом в рассмотренных документах территориального планирования города Владивостока отмечены следующие проблемы и недостатки:

1. Преемственный характер документов: наследуется основное содержание и структура, а также целые фрагменты текста, имеющие только лишь формальную и номинальную ценность

2. Субъективность: принятие решений по пространственному развитию города основывается на непроверяемых экспертных мнениях авторского коллектива, научно обоснованная аргументация не приводится.

3. Форма документов и порядок проведения работ противоречат пространственности, системности и динамичности города как объекта исследования, планирования и управления.

4. Множественность агентов развития и отсутствие инструментов принуждения к исполнению в отличие от советской эпохи, когда существовал один субъект принятия решений и контроля их исполнения.

5. В документах территориального планирования не учитываются исследовательские работы, посвященные тем или иным аспектам пространственной структуры города Владивостока.

Основная проблема несоответствия градостроительной документации запросу современного общества на формирование пространственной среды города видится в следовании стратегии воспроизводства структуры данного вида работ, сложившейся в XX веке, а также в опоре на нормативную документацию, основы которой были разработаны в условиях плановой экономики и, на сегодняшний день, не отвечают сложившимся реалиям или являются недостаточными. Современные информационные технологии проведения исследований и проектирования позволяют значительно повысить эффективность разработки проектных решений, а также эффективность управления пространственным развитием города. Но технологии являются только лишь инструментом реализации целенаправленной сознательной творческой деятельности, ориентированной на достижения устойчивого созидательного эффекта, потому актуальной задачей является формирование целеполагания по отношению к проектированию и управлению пространственным развитием города.

Основные проблемы системы планирования и управления развитием городом в настоящее время заключаются в следующих пунктах:

1. Исходные данные: перечень необходимых данных о различных подсистемах города, установленный нормативной документацией, их формат, частота и плотность, не могут обеспечить эффективность решений по пространственному развитию города.

2. Инструменты анализа: методы и инструменты обработки информации в основном основаны на авторской интерпретации данных. Экспертные мнения, определяющие основные направления пространственного развития города, не подтверждаются аналитическими исследованиями, основанными на данных и точных методах работы с ними.

3. Целеполагание: формирование целевой модели города отсутствует или носит обобщенный характер, заменяется совокупностью нормативных и количественных показателей.

Поиск и разработка реальных механизмов осуществления градостроительной деятельности с точки зрения реализации поставленных целей наиболее эффективными средствами не производится.

1.5 Проблемы и противоречия пространственной структуры г. Владивостока

Современный этап развития города Владивостока характеризуется необходимостью в регулировании развития уже застроенных территорий. Существующие проблемы города не могут быть решены посредством освоения новых территорий. Пространственная система города нуждается в подробном и точном анализе исходя из совокупности существующих проблем. Способы рассмотрения проблем города при этом могут быть разнообразны и неисчерпаемы. Исходя из представления города как сложной системы подобной органической предлагается различать группы проблем по схеме элементы (ячейки) + связи (сети) + среда (качество пространства).

Элементами города как места жизни и деятельности людей будем считать распределения населения и мест реализации различных видов деятельности, как трудовой, так и потребительской. Наиболее острые проблемы данной группы — это **распределение плотности населения, обеспеченность жильем и качество жилой среды; распределение производственной и общественной застройки, обеспеченность спроса** на производственные и общественно-деловые пространства и **качество среды**, а также **диспропорции распределения населения и мест реализации деятельности**. Отдельно важно рассмотреть аспект формирования внешнего облика перечисленных элементов города как материальных объектов — выражение свойств пространственной системы города в архитектуре, т. е. **проблему формирования архитектурного облика города**.

Связи пространственной структуры города обеспечиваются транспортной инфраструктурой, доступными видами городской мобильности и инженерными коммуникациями. Проблемы данной группы касаются **пешеходной и транспортной связности пространственной системы города и эффективности и экологичности инженерной инфраструктуры**.

Проблемы третьей группы касаются особенностей среды, территории, климата и влияния данных особенностей на архитектуру и пространственную структуру города.

Ниже рассмотрим подробнее некоторые из указанных проблем. В качестве подтверждения важности обозначенных проблем приводятся результаты опроса «Каким должен быть Владивосток?», проведенным в рамках разработки видения пространственного развития города Владивостока в преддверии Восточного экономического форума 2021 Администрацией города

совместно с рабочей группой архитекторов и градостроителей. Опрос прошли 6050 человек, и результаты позволяют оттенить наиболее болезненные проблемы города, связанные с особенностями пространственного развития.

Одной из наиболее острых проблем города Владивостока является вопрос развития жилищного строительства и **обеспеченности жильем населения города**. Высокий спрос на жилье при одновременном низком качестве архитектурных и градостроительных решений сопровождаются социальной напряженностью по отношению к новому строительству на уже застроенной территории города. Владивосток испытывает дефицит жилой застройки, при этом новое жилое строительство на уже застроенных территориях, так называемая точечная застройка, преимущественно имеет форму, не способствующую регенерации городской ткани и гуманизации городской среды. Новое строительство на свободных территориях, количество которых остро ограничено, также воспроизводит устоявшуюся типологию жилых башен с протяженными паркингами между ними, при том, что та же плотность застройки может быть достигнута иными, более благоприятными для города объемно-пространственными решениями.

Согласно исследованию Института экономики города, посвященному анализу жилищной сферы, Владивостокская агломерация среди 17 агломераций России находится на третьем месте по уровню цены на жилье, и на последнем месте — по уровню обеспеченности жильем и количеству вводимого жилья [4]. Одно из последних мест Владивостокская агломерация занимает также по притоку населения. Оно еще положительное за счет региона, но не такое высокое, как в других 12 столицах агломераций России, рассматриваемых в приводимом исследовании. При этом уровень стоимости жилья во Владивостоке среди городов с населением свыше 500 тыс. чел. уступает только Москве и Санкт-Петербургу (Рисунок 1.9).

Стоимость жилья руб./кв.м		Обеспеченность жильем кв.м. на душу населения		Общая площадь введенного жилья млн. кв.м. в год (млн.)	
Москва	262 115	Воронеж	28,8	Москва	10,5
Санкт-Петербург	133 549	Саратов	28,2	Санкт-Петербург	3,7
ВЛАДИВОСТОК	119 498	Краснодар	27,1	Краснодар	2,4
Хабаровск	82 934	Екатеринбург	26,1	Новосибирск	2,1
Казань	81 604	Самара	25,7	Екатеринбург	1,8
Екатеринбург	73 492	Челябинск	25,6	Самара	1,7
Новосибирск	71 350	Нижний Новгород	25,2	Воронеж	1,6
Нижний Новгород	69 663	Уфа	25,0	Уфа	1,5
Иркутск	67 967	Ростов-на-Дону	24,8	Казань	1,4
Уфа	67 105	Красноярск	24,6	Саратов	1,3
Тюмень	66 255	Новосибирск	24,5	Красноярск	1,1
Красноярск	61 777	Санкт-Петербург	24,3	Нижний Новгород	0,9
Ростов-на-Дону	59 366	Пермь	23,5	Челябинск	0,8
Томск	58 095	Москва	22,7	Пермь	0,7
Самара	57 772	Волгоград	22,6	Волгоград	0,5
Краснодар	57 085	ВЛАДИВОСТОК	11,3	ВЛАДИВОСТОК	0,1

Рисунок 1.9 Показатели социально-экономического развития Владивостокской городской агломерации: стоимость жилья, обеспеченность жильем, общая площадь введенного жилья.

Маловероятно, что связь цен на жилье и такого относительно низкого притока населения не является причинно-следственной. Внутренний спрос высок. Даже если не учитывать и не предполагать прирост населения для того, чтобы обеспечить сегодняшних 633 тыс. жителей целевыми 30 кв. м необходимо еще 5,0 млн. кв. м жилья или 1150 одноподъездных 9-этажных зданий. При приемлемо высоком проценте застройки в 40% это составляет 200 га. — более пяти парков Минного городка, который является крупнейшим во Владивостоке с площадью 36 га. Свободные незастроенные территории Владивостока на настоящее время — это ценные леса Русского и бесценные леса водоохранных зон водохранилищ. Жертва очень значительная. Поэтому для Владивостока как ни для какого другого города должны рассматриваться резервы развития уже застроенных территорий (Рисунок 1.10).

Градостроительный и инвестиционный потенциал Владивостокской агломерации согласно результатам исследования, приведенной выше работы Института экономики города составляет 11 млн. кв. м., что среди 17 крупнейших агломераций России размещает его на последнюю строчку. Но укрупненная методика анализа, применяемая в данном исследовании, оставляет возможность для более детального рассмотрения территории в большем масштабе (Рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 Ограничения развития свободных территорий города Владивостока



Рисунок 1.11 Градостроительный потенциал Владивостокской агломерации по результатам анализа состояния жилищной сферы на территориях основных российских городских агломераций

Опираясь на данные по стоимости жилья в городе Владивостоке, доли введения нового и степени прироста населения по сравнению с другими агломерациями России, можно говорить об остром жилищном кризисе. Но при этом территориальные ресурсы для решения данной проблемы необходимо искать в границах существующей застройки, поскольку пределы города заданы физически морским побережьем. Несомненно, это значительно более сложная задача, нежели строительство на свободных территориях, но показатели плотности и процента застройки значительно ниже оптимальных, а компактное строительство способствует росту эффективности городских процессов, возникновению социального синергетического эффекта и повышению уровня удовлетворенности граждан.

Обозначенная проблема в полной мере касается и **обеспеченности спроса на производственные и коммерческие площади**. Согласно результатам проведенного опроса в июле 2021 года [64] одной из основных проблем, с которой сталкиваются предприниматели во Владивостоке – это недостаток как коммерческих и офисных, так и производственных площадей. Респондентов не устраивает как количество, так и качество предложений по продаже и аренде такого рода недвижимости (Рисунок 1.12), предприниматели указывают, что в городе «мало достойных красивых помещений на первой линии, с адекватной арендой платой».



Рисунок 1.12 Уровень удовлетворенности количеством и качеством офисных и производственных помещений на рынке недвижимости г. Владивостока

Так, к примеру, согласно исследованиям, Knight Frank рынка складской недвижимости Владивосток находится на 11 месте среди 13 крупнейших городов России (исключая Москву и Санкт-Петербург) по показателю обеспеченности складскими помещениями (Рисунок 1.13)

Region*	Supply, thousand sq m	Vacancy, %	Inhabitants as of 1 January 2018, thousand people *	Retail turnover in 2017, billion rubles	Asking rent rate, RUB/sq m/ year**
Yekaterinburg	1,128	4.3%	4,325.27	1,078.23	3,800
Novosibirsk	1,060	2.9%	2,788.85	473.4	3,700
Samara	598	10.0%	3,193.51	613.6	3,200
Kazan	517	1.5%	3,894.28	843.9	3,400
Rostov-on-Don	475	4.2%	4,220.45	880.4	3,700
Nizhniy Novgorod	400	0.9%	3,234.75	696.9	3,200
Voronezh	393	1.1%	2,333.77	516.6	3,200
Krasnodar	385	0.2%	5,603.42	1,306.9	3,600
Chelyabinsk	258	9.8%	3,493.04	492.4	3,600
Perm	174	4.6%	2,623.12	502.3	3,400
Krasnoyarsk	157	5.1%	2,876.50	511.1	3,000
Vladivostok	124	1.6%	1,913.04	375.0	4,800
Ufa	110	0.0%	4,063.29	841.1	3,000

Рисунок 1.13 Ключевые показатели рынка складской недвижимости в регионах России⁹

Традиционно стратегиями развития строительной отрасли стимулируется обеспеченность жилыми квадратными метрами. Проектом стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [128], подготовленным Минстроем, приводятся целевые показатели обеспеченности жилой недвижимостью в России должна достигнуть 33,8 кв. м на человека к 2030 году при 26,9 кв. м на человека в 2020. Общественно-деловые, коммерческие, офисные, производственные и складские помещения оставлены на откуп рыночного саморегулирования, хотя именно эти пространства

⁹ Источник: Рынок складской недвижимости России — 2018 год. — Текст : электронный // KnightFrank : [сайт]. — URL: <https://www.knightfrank.ru/research/rynok-skladskoy-nedvizhivosti-rossii-2018-god-6193.aspx> (дата обращения: 25.03.2022).

являются индикаторами и сосредоточением собственно городской жизни, предоставляющей разнообразие видов деятельности, благ и услуг, определяют каркас города. Развитие жилищной сферы в отрыве от общественно-деловых и производственных пространств приводит к образованию «спальных» районов и увеличению затрат на перемещения, усилению маятниковой миграции, следовательно, снижению комфорта и качества жизни. Иными словами, данное явление можно охарактеризовать как **диспропорции распределения мест проживания и мест приложения труда**. Направленность и масштабы диспропорций пространственной структуры города были выявлены по результатам анализа данных соцопроса. Для выделенных 13 укрупненных районов города близким по конфигурации к вернакулярным районам было получено количество работающих по месту проживания, приезжающих на работу и уезжающих в другие районы (Рисунок 1.14).

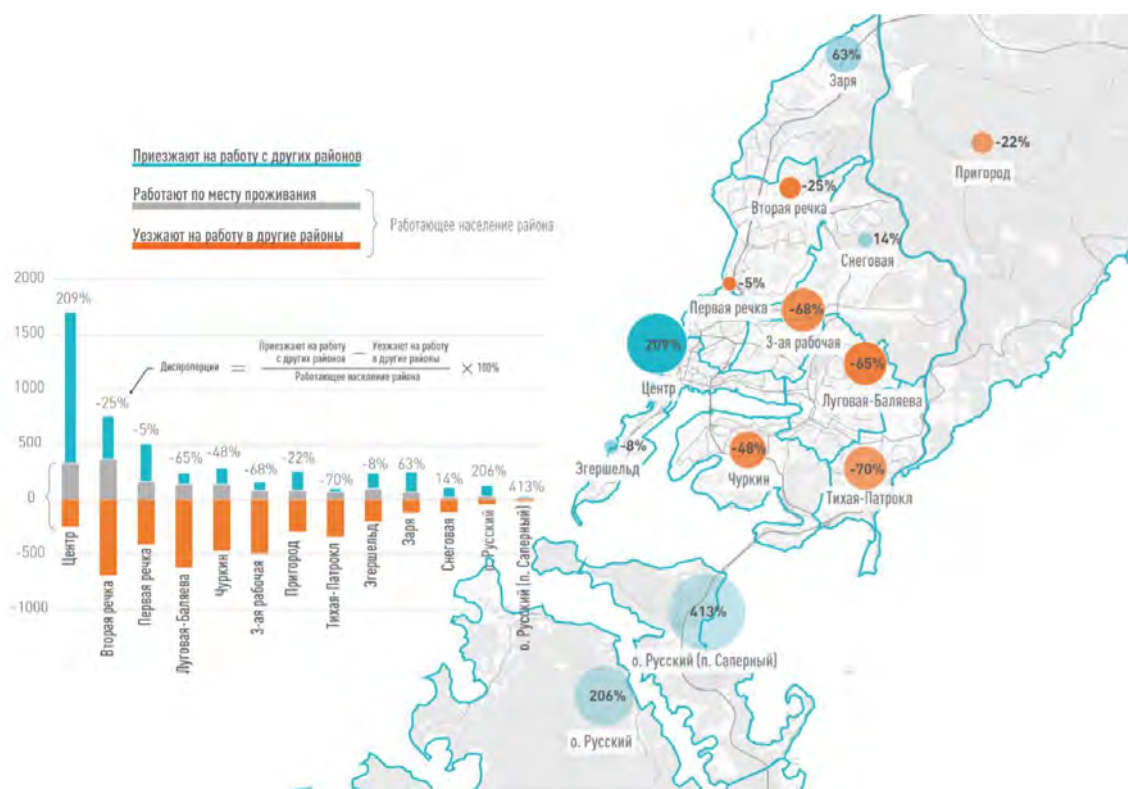


Рисунок 1.14 Диспропорции распределения мест проживания и мест приложения труда по данным соцопроса [64]

В результате была выявлено выраженное «центростремительное» движения в городе Владивостоке. В центр города на работу приезжает в 2 раза больше человек, чем, собственно, составляет работающее население этого района. Обширные районы улиц Луговой и Балаява, 3-ий рабочей, полуострова Чуркина, улиц Тихая и бухты Патрокл фактически являются «спальными» — на более чем 50% больше человек уезжает с этих районов на работу, чем приезжает.

Пешеходная и транспортная связность. Владивосток — компактный высоко автомобилизированный город с низкой плотностью улично-дорожной сети. При этом его

пространство является очень неудобным для перемещения пешком ввиду сложного рельефа, нерегулярной планировочной структуры, низкой проницаемости территории и общей непригодности для пешеходного движения и неблагоустроенности. Результаты опроса показали (Рисунок 1.15, Рисунок 1.15), что автомобильное движение действительно является наиболее удобным способом перемещения по городу, при этом его средняя оценка невысока — 3 балла. Общественный транспорт получил более низкую оценку — 2,6 баллов, а удобство перемещения по городу пешком оценено на 2,1 балла. Такой низкий уровень удовлетворенности различными типами городской мобильности требует дополнительных исследований пространственных характеристик пешеходной и транспортной связности.

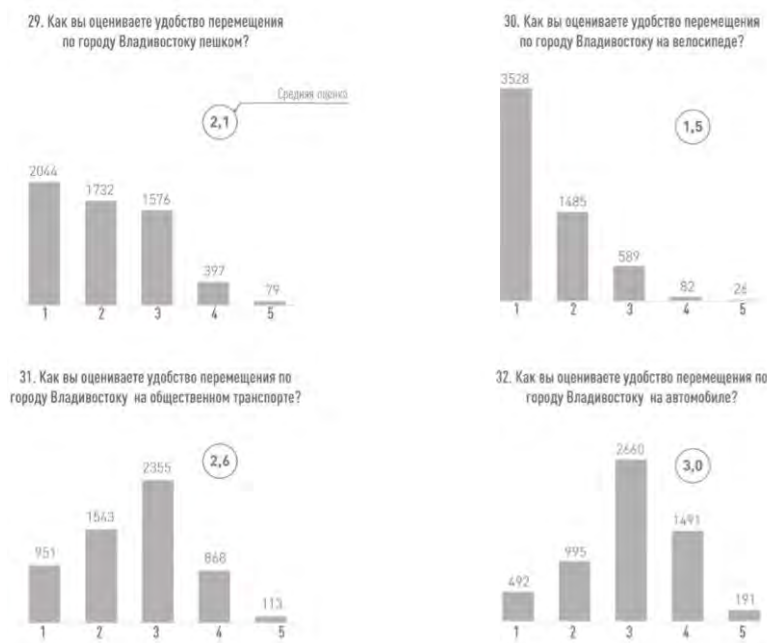


Рисунок 1.15 Оценка респондентами удобства различных типов городской мобильности Владивостока

При этом ожидания населения от городской мобильности ориентированы в первую очередь на пешеходное движение и автобусный общественный транспорт (Рисунок 1.15).



Рисунок 1.16 Оценка респондентами перспектив развития различных типов городской мобильности

Комфорт и доступность городской среды, качество объектов городской среды. Один из действенных инструментов оценки качества городской среды является Индекс качества городской среды, разработанный Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ [59] для оценки качества городской среды Российских городов. Оценка производится для шести типов пространств по шести критериям. Шесть типов пространств, участвующих в оценке — это улично-дорожная сеть жилье и прилегающие пространства, общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, социально-досуговая инфраструктура и прилегающие пространства, озелененные пространства и общегородское пространство. Критерии: безопасность, идентичность и разнообразие, комфортность, современность и актуальность, экологичность и здоровье, эффективность управления. Суммарная оценка по данным критериям может быть достигнута в 360 баллов. Город Владивосток по итогам 2020 года имеет 186 баллов и занимает 34 место среди городов своей категории, что можно считать очень низкими показателями.

Жители оценили качество городской среды Владивостока еще строже. На рисунке 1.21 представлены результаты оценки качества благоустройства районов из опроса «Каким должен быть Владивосток?». Жителям предложили оценить качество по шкале от 1 до 5. Средняя оценка составляет 2,4 балла, что более чем в два раза ниже максимально возможного.

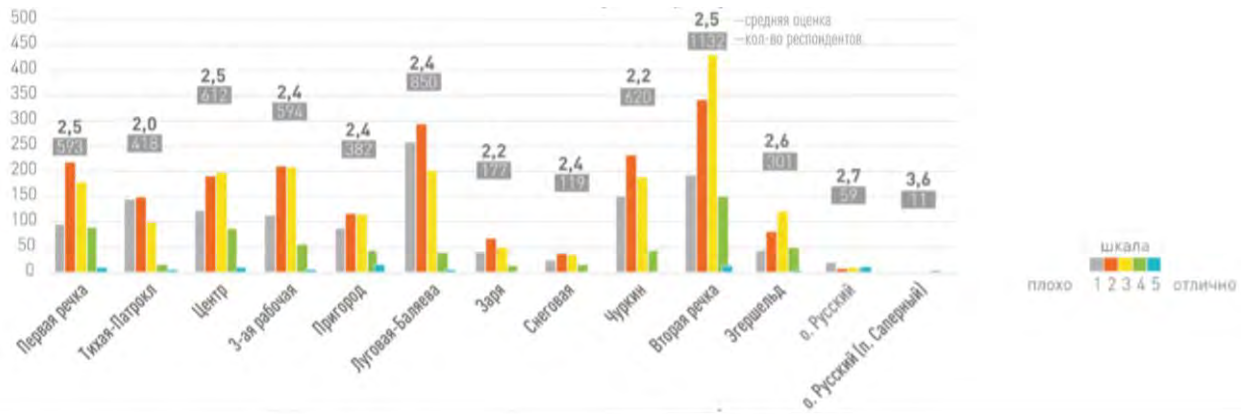


Рисунок 1.17 Оценка качества городской среды Владивостока по районам города респондентами по шкале от 1 до 5.

Перечисленные проблемы (Рисунок 14) нуждаются в поиске эффективных инструментов решения, позволяющих охватить комплексно все значимые аспекты формирования пространственной системы города, и предоставляющих действенные возможности анализа, прогнозирования, планирования и управления.

Существующие проблемы города, касающиеся градостроительных, архитектурных и социальных аспектах в вопросах жилищного строительства, транспортной инфраструктуры, территориального развития, качества городской среды экономического развития и образования и культуры, не могут быть решены посредством освоения новых территорий. Современный этап пространственного развития города характеризуется необходимостью регулирования развития уже застроенных территорий, что требует детального и глубокого исследования его структуры и свойств, выявления значимых параметров и установления взаимосвязей между ними, анализа внутренних процессов самоорганизации и направлений естественного развития, выработки гибкого и вариативного подхода к разработке сценариев стратегического планирования. Данным задачам в полной мере отвечают методы параметрического информационного моделирования архитектурно-градостроительных систем, позволяющие соединять данные, аналитические характеристики и проектные решения в единой среде, автоматизируя и оптимизируя процесс исследования, проектирования и регулирования.

Выводы по главе 1

Выводы по первой главе касаются основных проблем системы планирования и управления пространственным развитием в разрезе представлений об эволюционном становлении города как сложной саморазвивающейся системы, а также перспектив параметрического информационного моделирования городов.

1. Современные методы и инструменты планирования регулирования и управления развитием пространственной системы города, регулируемые законодательством, не в полной мере способны отвечать на возникающие перед градостроителями и управленцами стратегические задачи, вследствие чего развитие получают документы территориального планирования, формально находящиеся вне регулирования градостроительным законодательством, но предусматривающие поиск стратегических направлений развития города по принципам комплексного и устойчивого развития: мастер-план, стратегия пространственного развития, объемно-пространственный регламент. Документы территориального планирования новой формации демонстрируют профессиональный запрос на поиск более эффективного инструментария для работы с территориальными системами.

2. Показано, что в настоящее время исследователи и практики в области формирования пространственной системы городов переосмысливают понятие города в парадигме информационного общества. Разворачивается широкая дискуссия, посвященная общим контурам структуры информационной модели города, одновременно ведется разработка отдельных подходов, методов и инструментов, призванных моделировать и анализировать сложные динамические системы.

3. Выявлено, что на острие актуальности в области архитектурно-градостроительной деятельности находится задача построения параметрической модели города, которая позволит эффективно описать город как сложный динамический саморазвивающийся объект, спрогнозировать оптимальные направления его развития, зафиксировать целеполагание и обеспечить переход к целевой объемно-пространственной форме и требуемым характеристикам объектов. Основным исследовательским вопросом в данном контексте становится методика построения основ параметрической модели города, алгоритмы эффективного формирования пространственной системы города и алгоритмы концептуального моделирования на основе аналитических моделей.

4. Определено, что наиболее перспективной программной средой для поставленных задач параметрического моделирования является связка Rhinoceros 3D с плагином для визуального программирования Grasshopper.

5. Показано, что эволюционное развитие пространственной системы города сопровождалось и направлялось посредством схем планировок и генеральных планов, определяющих преимущественно планировочную структуру освоения новых земель. Наибольшее значение на формирование пространственной структуры города Владивостока оказало три генеральных плана: схема проекта планировки Владивостока М.И. Любенского (1868 г.), генеральный план Старожилова (1906 г.) и Генеральный план «Большой Владивосток» (1960

г.). Существующие проблемы города не могут быть решены посредством освоения новых территорий, остро стоят проблем устойчивого развития и жизнестойкости города.

6. Охарактеризован современный этап развития города Владивостока как этап возрастания его роли на Дальнем Востоке России при обострении проблем и противоречий сложившейся городской среды в условиях слабого стратегического планирования и градостроительного регулирования. Подробный анализ основных градостроительных документов современного этапа развития Владивостока (Стратегии развития г. Владивостока (2008 г.); плана социально-экономического развития г. Владивостока (2011 г.); концепции внесения изменений в генеральный план ВГО (2015 г.); плана социально-экономического развития г. Владивостока (2016 г.); проекта внесения изменений в генеральный план ВГО (2017 – 2022 г.)) показал, что они не отвечают задачам создания градостроительной концепции, соответствующей актуальным требованиям к формированию структуры городского пространства и содержат ряд общих недостатков, касающихся: полноты исходных данных; инструментов и методов анализа; проблемы формирования целеполагания и видения образа города.

ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПРЕДПРОЕКТНОМ АНАЛИЗЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНОМ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

2.1 Моделирование, проектирование и управление развитием пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы

Город как сложная саморазвивающаяся система. Теория градостроительства как система научных знаний рассматривалась в трудах многих российских и советских инженеров и архитекторов. С учетом опыта Российской академии архитектуры и Московского архитектурного института написана книга Владимирова В. В. «Градостроительство как система научных знаний» [25]. Структура градостроительного знания осмысливается здесь как комплекс взаимодействующих дисциплин, охватывающих природно-экологические аспекты, социально-демографические, экономические, инженерно-технические, а также градостроительное право и управление. Методология и инструментарий системного анализа процессов развития крупных городов в условиях неопределенности описывается Моисеевым Ю.М.[94] и Ресиным В. И. [22] также с позиции макросистемного подхода, на основе которого рассматриваются модели основных подсистем: градообразующей базы, населения, обслуживания, жилого фонда, транспорта, и функционально-пространственная модель города. Системообразующая роль социально-экономических процессах описана Бочаровым Ю. П. [19]. Общая теория градостроительных систем с точки зрения подходов системного анализа рассматривалась Смоляром И.М. [124], Трухачевым Ю.Н. [137]. Автор выделяет четыре подсистемы города: социальную, экономическую, пространственную и экологическую, на основе которых предлагает выстраивать методику создания имитационных моделей. Проблемы регулирования развития территориальных систем рассматриваются в работах Донцова Д.Г. и Юшковой Н.Г. [51 52, 159]. Более свободные размышления о градостроительных системах как о динамичных, протяженно-временных системах, «городских организмов» предложены в работах Гутнова А.Э. и Лежавы И.Г.[45], впоследствии они были развиты в каркасно-тканевую модель города [44].

К сожалению, рассмотренные подходы к представлению города как системы не позволяют перейти к построению параметрической модели города без дополнительной проработки представления о моделировании, проектировании и управлении развитием пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы. Это также подтверждается подробным анализом трудов отечественных авторов о градостроительстве как системе научных знаний, произведенным Бочаровым Ю.П. [18].

Формирование научного систематизированного знания основано на экспериментальном контроле и выводимости одних знаний из других, истинность которых уже доказана, что обеспечивает перенос истинности и связанность. Город как объект исследования имеет фундаментальное свойство, которое определяется научным подходом и является основанием и условием его познания – системность. Понятие системы становится отправным для осмысления города как объекта изучения, планирования и управления.

Философия науки [80] предлагает следующее определение системы (от греч. целое, составленное из частей; соединение): совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

А.Ю. Бабайцев в определении системы отмечает важность ее синергетического эффекта: «система – категория, обозначающая объект, организованный в качестве целостности, где энергия связей между элементами системы превышает энергию их связей с элементами других систем, и задающая онтологическое ядро системного подхода» [10]. Так система приобретает некоторые признаки, по которым она может быть выделена из внешней по отношению к ней среды (Рисунок 2.1).

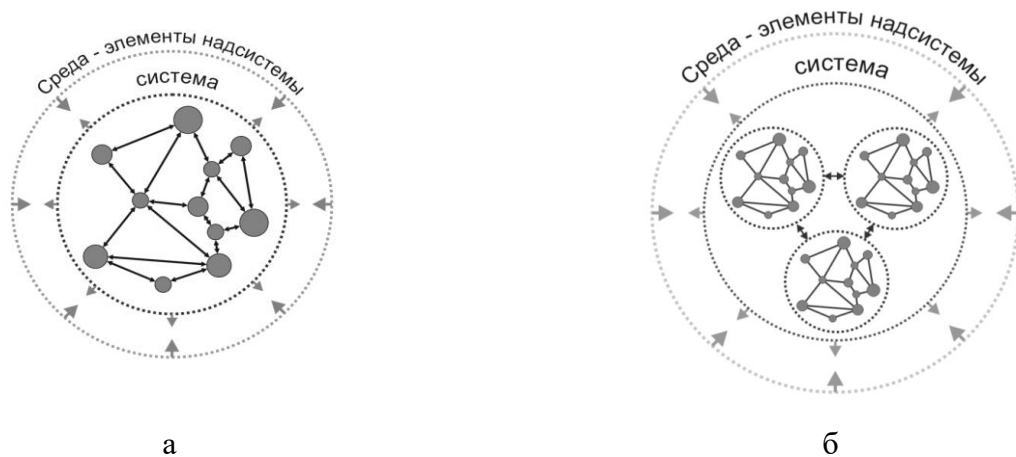


Рисунок 2.1 Схема строения системы:
а — простая система, б — сложная система

При этом объекты, являющиеся элементами сложных систем, также могут быть рассмотрены как системы. По отношению к исходной системе они являются подсистемами, вступающими во взаимоотношения как некоторые целостности. Сеть связей и взаимоотношений системы определяют структуру системы. Таким образом, общее определение принимается следующим: система – целостная совокупность объектов и взаимосвязей между ними, отделяющая себя от внешней среды (Рисунок 1).

Необходимо заметить, что в трудах, посвященных теории города, выделяются два основополагающих подхода: средовой и системный. Так доктор архитектуры К. В. Кияненко [69]

критически высказывается по отношению к системному подходу в архитектуре в пользу средового: «Разочарование упрощенными системными моделями города и жилища, их неспособностью отражать реальную сложность. Разнообразие, изменчивость и спонтанность жизни городского сообщества привели к поиску новых ценностей. Их и воплотила концепция среды». Далее приводится обоснование противопоставления среды и системы: «В средовой психологии распространен взгляд на среду как нерасторжимое и потому несистемное единство человека и его окружения, которое не поддается анализу извне. Оно может быть воспринято лишь самим человеком в процессе так называемого «нерефлексивного» обитания». Именно средовой подход лежит в основе достаточно новой дисциплины, отличающей себя от градостроительства и архитектуры, хотя и фокусирующейся на том же объекте исследования и деятельности — урбанистике, становление которой связано с трудами Глазычева В. Л. [34, 35].

Для того чтобы уточнить границы применения системного подхода, который является отправным для выстраивания нашей логики осмысления города, необходимо уточнить положение понятия «среда» по отношению к понятию «система». Согласно Национальной философской энциклопедии, «среда — это внешнее по отношению к системе пространство, во взаимодействии с которым в открытых системах осуществляются процессы диссипации и самоорганизации»¹⁰.

Таким образом, если система — это объект рассмотрения, то среда — это контекст объекта, свойства и характеристики надсистемы. Таким образом, средовой подход не противоречит, а дополняет системный, направлен на формирование системы «изнутри».

Особенности системной организации рассматриваемых наукой объектов претерпевают изменения по мере развития и усложнения знаний об устройстве мира. В процессе развития общества и научно-технического прогресса происходит смена типов научной рациональности и технологических платформ, характеризующих эпохи исторического развития науки: классическую, неклассическую и постнеклассическую рациональность [126]. Смена типов научной рациональности коррелирует с другими концепциями технологического развития общества, в частности, с наиболее распространенной идеей о трех стадиях развития человечества: аграрной, индустриальной, постиндустриальной [132].

Структура систем расселения, в частности городских систем, формируется в соответствии со стадиями развития общества и науки. Развитие систем расселения происходит в направлении усложнения, поскольку происходит увеличение количества и разнообразия различных элементов

¹⁰ Источник: <http://terme.ru/termin/sreda.html>

систем: объектов инфраструктуры, видов деятельности, товаров и услуг, социальных связей и т. д. Задачи управления сложными городскими системами начинают формировать запрос на исследование и построение моделей города. История моделей города начинается с середины XIX века и может быть рассмотрена в понятиях классической, неклассической и постнеклассической науки [42, 84, 130].

Классические модели города. Основными объектами исследования классической науки являются простые системы. Предполагается, что суммарные свойства их частей исчерпывающе определяют свойства целого, элементы системы внутри целого и вне ее обладают одними и теми же свойствами. Пространство в классической рациональности характеризуется как изотопное и внешнее по отношению к объекту. Объектом познания является изолированный статический объект, причинность явлений детерминирована. Степин В. С. указывает: «Механическая картина мира выступала... как общенаучная картина мира, ориентируя исследователей рассматривать не только физические, но и биологические, а также социальные объекты в качестве простых механических систем». Такой способ рассмотрения объектов применялся и в области размышлений о природе городов и систем расселения.

В период классической науки создаются модели идеального города, гармония которого реализуется через композицию, в основе которой лежит централизованная иерархическая структура [42]. Поиски идей идеального строения общества тесно связаны с формой пространства, которая выражается в правильной организации геометрической структуры [117]. Примерами являются идеальный город Платона (360 г до н. э.), Антонио Филарете (1430 г.), Томаса Мора (1512 г.), Винченцо Скамоцци (1600), Город Солнца Томмазо Кампанелла (1602 г.), город Шо Клода Никола Леду (1804 г.) и др.

Неклассические модели города. Следующие попытки выстроить объяснительные модели города, затрагивающие игнорируемые ранее факторы, обнаружили необходимость корректировки категориального аппарата, развитого на положениях классической механики. На этапе неклассической науки основными объектами исследования становятся сложные саморегулирующиеся системы. Основные особенности сложных саморегулирующихся систем касаются структуры и программы системы, соотношения части и целого, свойств причинности, пространственно-временных отношений.

Структура. Сложные саморегулирующиеся системы дифференцируются на подсистемы. Взаимодействие элементов носит массовый характер с фактором случайности. Целостность системы, ее саморегулирующиеся функции и гомеостатичность обеспечиваются наличием в ней блока управления с программами функционирования, прямыми и обратными связями между ним и подсистемами. Изменяется роль процесса по отношению к вещи: сложные системные объекты

предстают как процессуальные системы, самовоспроизводящиеся в результате взаимодействия со средой и благодаря саморегуляции.

Часть и целое. Категории части и целого применительно к сложным саморегулирующимся системам обретают новые характеристики: целое имеет системное качество, не исчерпываемое свойствами частей, и в свою очередь, определяет свойства части. Часть внутри целого и вне его обладает разными свойствами.

Причинность. Причинность в саморегулирующихся системах не сводится к лапласовскому детерминизму, который строго однозначно определяет количественные соотношения между параметрами объекта, дополняется идеями «вероятностной» и «целевой причинности». Под принципом целевой причинности или телеологическим принципом подразумевается такая причинно-следственная связь, в которой в качестве причины действует цель.

Пространство-время. Изменяются отношения в пространственно-временных описаниях больших, саморегулирующихся систем, вводится понятие «внутреннего времени».

Степин В. С. приводит следующие примеры [126]: «Автоматические станки, заводы-автоматы, системы управления спутниками и космическими кораблями, автоматические системы регуляции грузовых потоков с применением компьютерных программ и т.п. – все это примеры больших систем в технике. В живой природе и обществе – это организмы, популяции, биогеоценозы, социальные объекты, рассмотренные как устойчиво воспроизводящиеся организованности».

В этот период развитие градостроительной науки мысль исследователей двигалась в направлении рассмотрения города как биологического организма, что связано с возникновением таких областей науки как кибернетика, теория систем, теория информации. За метафорой «город как организм» скрываются мощные объяснительные возможности, предлагаемые категориальным аппаратом неклассической науки.

К моделям города, сложившиеся в период неклассической рациональности можно отнести модели концентрических колец Тюнена [139] и Берджеса, секторная модель Хойта, модель Гарриса – Ульмана, модель внутригородского расселения К. Кларка [56], волновая модель роста города Блюменфельда, модель системы расселения Кристаллера [83], гравитационные модели потенциалов Кларка-Медведкова [44, 135].

Постнеклассические исследования модели города. Стратегию развития современной (постнеклассической) науки определяет освоение сложных, саморазвивающихся систем. Саморазвивающиеся системы представляют собой еще более сложный тип системной целостности, чем саморегулирующиеся системы. Этот тип системных объектов характеризуется

развитием, в ходе которого происходит переход от одного вида саморегуляции к другому. Здесь саморегуляция выступает как устойчивое состояние развивающейся системы. Смена вида саморегуляции системы представляет собой фазовый переход, который может быть охарактеризован в терминах динамического хаоса. В современной науке он описывается в рамках динамики неравновесных систем и синергетики [28, 71]. На этих этапах разрушается прежняя организованность системы.

Сложные саморазвивающиеся системы характеризуются открытостью, обменом веществ, энергией и информацией с внешней средой. В таких системах формируются особые информационные структуры, фиксирующие важные для целостности системы особенности ее взаимодействия со средой («опыт» предшествующих взаимодействий). Эти структуры выступают в функции программ поведения системы.

Саморазвивающимся системам присуща иерархия уровней организации элементов и способность к созданию в процессе развития новых уровней организации. Причем каждый такой новый уровень оказывает обратное воздействие на сложившиеся ранее, перестраивает их, в результате чего система обретает новую целостность. С появлением новых уровней организации система дифференцируется, в ней формируются новые, относительно самостоятельные подсистемы. Вместе с тем перестраивается блок управления, возникают новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей.

К таким системам относятся биологические объекты, рассматриваемые в аспекте их развития, социальные объекты, рассматриваемые в их историческом развитии, объекты биотехнологий и генной инженерии, социально-техничко-технологические системы: системы проектирования с комплексом взаимосвязей, социальные сети и интернет и т. д.

Можно выделить следующие особенности состояния, становления и развития города как сложной саморазвивающейся системы, сформулированные в терминах постнеклассической науки:

Пространственность – дифференциация внешнего и внутреннего пространства-времени.

Иерархичность – соподчиненность уровней организации элементов. Город включает в себя подсистемы, которые являются его элементами, и сам является элементом систем более высокого уровня – агломерации и национальных систем расселения, например, которые образуют внешнюю среду по отношению к городу (Рисунок 2.2).

Связанность – существование прямых и обратных связей между подсистемами.

Открытость – обмен веществом, энергией и информацией с внешней средой.

Саморегуляция – устойчивость состояния, обеспечиваемая некоторым блоком управления и связями между подсистемами, как прямыми, так и обратными. Саморегуляция целостной системы города

Саморазвитие – способность к переходу к другому виду саморегуляции, фазовому переходу

Целевая причинность – обусловленность целью и вероятностная направленность саморазвития.

Естественно-искусственность – искусственное действие субъекта является частью естественного развития системы – внутренним фактором, изменяющим поле возможных состояний системы. Естественные системы возникают в результате самопроизвольного и свободного саморазвития всех составляющих эту систему элементов, в то время как искусственная система создается с определенной целью. Функции искусственной системы присвоены ей извне, связаны с сознательной деятельностью человека и ею обусловлены. В системологии искусственную систему определяют как "средство достижения цели". Именно целесообразностью системы определяется ее состав и структура. Искусственные системы предназначены для повышения эффективности труда, его механизации, автоматизации и кибернетизации [145].

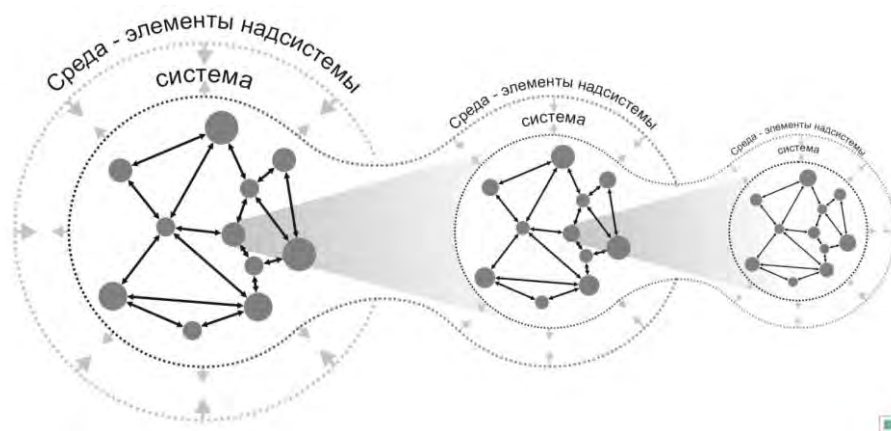


Рисунок 2.2 Иерархичность сложных систем

Сущность города – среда обитания человека, вместе с человеком представляющая единую сложную систему, в которой реализуется целевая причинность саморегуляции и вероятностная направленность саморазвития, где действия субъекта становятся внутренним фактором, изменяющим поле возможных состояний системы. Город формируется обществом и развивается в заданном пространстве среды, воздействуя на нее и образуя новую систему, новую среду, новое пространство.

Цельность, а также устойчивость и адаптационные свойства системы обеспечиваются разнообразием элементов и плотностью прямых и обратных связей. Эволюционное развитие

города как сложной системы связано с возрастанием числа отношений/ возможностей при сохранении целостности. Множество отношений или возможных взаимодействий – степень свободы системы, по отношению к человеку – предоставляемый выбор. Качественной целевой функцией города является дифференциация и соединение частного и публичного, личного и социального. Количественной функцией – обеспечение выбора (повышение степени свободы) [20,21]. Таким образом, целеполаганием по отношению к моделированию пространственной системы города становится эффективное проектирование выбора, свободы и возможностей развития человека, сообщества, города.

Цельность, а также устойчивость и адаптационные свойства системы обеспечиваются разнообразием элементов и плотностью прямых и обратных связей. Эволюционное развитие города как сложной системы связано с возрастанием числа отношений/ возможностей при сохранении целостности. Множество отношений или возможных взаимодействий – степень свободы системы, по отношению к человеку – предоставляемый выбор. Качественной целевой функцией города является дифференциация и соединение частного и публичного, личного и социального. Количественной функцией – обеспечение выбора (повышение степени свободы) [20,21]. Таким образом, целеполаганием по отношению к моделированию пространственной системы города становится эффективное проектирование выбора, свободы и возможностей развития человека, сообщества, города.

В архитектуре переход от неклассической картины мира к постнеклассической отражен в трудах И. А. Добричиной под названием, отражающим сущность это перехода: «От постмодернизма к нелинейной архитектуре» [50]. Архитектура рассматривается в контексте современной философии и науки, исследуется поворот архитектурного мышления, произошедший в последней трети XX века к нелинейной парадигме в архитектуре, в которой представление о модели мира как «живом организме» неразрывно сплетаются с технологиями и эстетикой информационного моделирования [48, 49]. Градостроительному планированию и регулированию в отечественной постнеклассической теории градостроительства посвящена диссертационная работа Л. Г. Тарасовой [130].

Города являются сложными естественно-искусственными системами [43, 118, 157], так как развитие города происходит как в результате действия определенных внутренних естественных законов и процессов самоорганизации, так и под воздействием сознательной контролирующей деятельности человека.

Город как совокупность реализаций множества индивидуальных сценариев поведения в определенной материальной среде представляет собой сложную систему, имеющую свои собственные закономерности развития, обуславливающие самоорганизующиеся процессы в

пространственной структуре города. Выявление этих закономерностей и определение параметров пространственного развития города является важной задачей исследовательского этапа градостроительной деятельности, целью которой является повышение качества жизни города.

К моделям города, становление которых приходится с опорой на идеи постнеклассической науки, можно отнести каркасно-тканевую модель А. Э. Гутнова, неравномерно-районированную модель А.А. Высоковского, территориально-коммуникационную модель О.А. Баевского. В зарубежной практике развиваются модели на основе клеточных автоматов и агент-ориентированных системах, а также модели гравитационно-дискретного выбора, схожие по логике с территориально-коммуникационной моделью. Развитие и дополнение этих и других моделей, объединение в единую систему с использованием информационных технологий становится актуальной задачей современного этапа развития градостроительной теории и архитектуры.

Каркасно-тканевая модель А. Э. Гутнова. Основоположник системной теории города в отечественном градостроительстве А.Э. Гутнов писал: «Главное правило городского развития состоит в увеличении числа потенциальных контактов (свободы выбора или обмена) при минимизации связанных с этим затрат», — А.Э. Гутнов [44]. На основе этой идеи им была разработана каркасно-тканевая модель градостроительной системы, которая затем была развиты и дополнены территориально-коммуникационной моделью О.А. Баевского [13, 14, 15, 16] и неравномерно-районированной моделью А.А. Высоковского [29, 30]. Все три модели носят эвристический характер и укладываются в рамки общей теории городского развития А. Э. Гутнова [37].

Территории города, предлагающие наибольший выбор и обеспечивающие функции обмена — места концентрации общественных объектов, мест приложения труда, услуг, социальных контактов и обладающие при этом инфраструктурной связностью называются каркасом пространственной системы города. Иными словами, **каркас города** — это устойчивая структурообразующая часть системы, концентрирующая основные процессы жизнедеятельности городского населения, связанные с высокой интенсивностью пространственного освоения. Каркас города обеспечивает его пространственную и функциональную целостность. Параметры каркаса определяет потенциал выбора, который город в состоянии предложить своему жителю, как главное определяющее качество городской жизни. **Ткань** — это основной материальный субстрат города, монофункциональные зоны, локализирующие единичные типы видов деятельности [44, 37].

В системной теории города градостроительная система рассматривается как динамический, непрерывно развивающийся объект. В процессе циклического развития города территориальная экспансия сменяется структурной реорганизацией. Увеличение размеров системы должно обеспечиваться развитием каркаса, активным формированием новых элементов. Диспропорции в развитии каркаса города — это основной градостроительный потенциал и резерв формирования эффективной пространственной системы города. Устранение диспропорций создает возможности для дальнейшего увеличения градостроительной системы и запуска нового цикла ее развития.

Неравномерно-районированная модель А.А. Высоковского. В основе неравномерно-районированной модели А.А. Высоковского [29, 30] лежит дифференциация поведения людей, упорядочиваемого с помощью пространственных ориентиров между ситуациями публичности и приватности. Согласно этой модели, в качестве фундаментальной характеристики поведения людей в городе принимается дихотомия коллективного (публичного) и индивидуального (приватного) пребывания в пространстве города. Точка отсчета публичности по А.А. Высоковскому — место города, являющееся наиболее значимым и привлекательным для жителей, содержащее основные городские смыслы и характеризующееся высокой интенсивностью протекающих на нем процессов, разнообразием видов деятельности, концентрацией объектов обслуживания, культуры, офисов. Точка отсчета приватности субъекта имеет значение для самого субъекта и не значима для остальных жителей города, место размещения связано с его личной, частной жизнью.

Под влиянием упорядочивающих факторов реализации публичных и частных стратегий поведения происходит формирование социальной и физической пространственной структуры города. Ключевым типом структур в неравномерно-районированной модели являются пространственные городские единицы - «узловые районы». Теория районирования была развита в работах доктора географических наук Б.Б. Родмана [116]. Узловой район — это пространственная единица, зачастую с нечеткими границами, которая охватывает территорию, примыкающую к узлу пространственной структуры города, выделяемому как центр данной территории. Концентрация публичных объектов образует многофункциональный центр узлового района, на периферийной территории располагаются монофункциональные участки жилья, производства или рекреации (Рисунок 1). Каждая такая связка элементов образует устойчивую, относительно автономную структуру, обеспечивающую базовую жизнедеятельность проживающего населения. Узловые районы характеризуются неоднородностью и неравномерностью. По мере движения от центра на периферию узлового района изменяются виды деятельности и степень их разнообразия в соответствии с изменением ситуаций

публичности и приватности, а также показатели экономических и социальных явлений городской жизни. «Город формируется и развивается путем создания, развития, соединения и разделения территориальных единиц. Обычно, формирование города начинается с создания одной, первой пространственной единицы — узлового района. Далее, по мере роста города формируются следующие территориальные единицы» [29, с.100]. Неравномерно-районированная модель фактически детализирует описание структуры каркаса города и предсказывает его эволюцию за счет аппликативного эффекта.

Территориально-коммуникационная модель О.А. Баевского. Территориально-коммуникационная модель описывает структуру пространственной системы города как совокупность территориальных единиц, объединенных комплексом транспортно-коммуникационных связей — корреспонденций. Каждая территория как элемент системы может быть источником, целью или посредником корреспонденции в зависимости от количества и типов объектов, располагающихся на ней, и ее пространственно-временной доступности. Эффективность организации пространственной структуры города обуславливается выбором, которая территория предоставляет населению, иначе говоря «количеством и качеством потенциальных контактов-взаимодействий между объектами и их потребителями, находящимися в пределах времени комфортной доступности такой территориальной единицы и на ней самой» [13].

Анализ эффективности пространственной структуры города по методике матриц диспропорций территориально-коммуникационной модели проводился для оценки эффективности размещения общественно-деловой застройки как мест концентрации общественных объектов, предоставляющих наибольший выбор мест приложения труда, товаров, услуг, социальных контактов, относительно распределения жилья при заданной конфигурации улично-дорожной сети, а также для оценки эффективности размещения жилой застройки относительно распределения доступных общественных объектов. Оценочная матрица пространственных диспропорций — это основной прикладной инструмент территориально-коммуникационной модели [13]. Метод оценки резервов пространственного развития для размещения общественной застройки и развития функций центральности строится на сопоставлении градостроительного потенциала территории и уровня ее градостроительного использования. Градостроительный потенциал характеризует связность с населением — положение территории относительно проживающего населения, ее доступность; или связность с точками притяжения — положение территории относительно объектов общественно-деловой застройки и мест приложения труда. Уровень градостроительного использования характеризует насыщенность территории «точками притяжения» — общественными объектами, которыми

пользуются жители города; или насыщенность населением — плотностью населения. То есть для каждой расчетной единицы территории города должен быть определен показатель насыщенности территории (плотность точек притяжения или плотность населения) и показатель связности этой территории (с населением или точками притяжения). Соотношение данных показателей попарно характеризует роль территории в пространственной структуре города: каркас или ткань города, а также наличие и выраженность диспропорций развития. Диспропорции в развитии каркаса города — это основной градостроительный потенциал и резерв формирования эффективной пространственной системы города. Устранение диспропорций создает возможности для дальнейшего увеличения градостроительной системы и запуска нового цикла ее развития.

Модели на основе клеточных автоматов. Модели городских систем, описанные в зарубежных изданиях, развивают подходы к моделированию динамических систем на основе клеточных автоматов (СА) и агент-ориентированных моделей (АМВ). Эти модели используют принцип самоорганизации и призваны описать сложность и неоднородность городских систем, применяются для прогнозирования видов землепользования и неравномерного роста городов [166, 169, 172]. Самой популярной моделью роста города, основанной на клеточных автоматах, стала SLEUTH, разработанная Clarke et al. (1997) [169], учитывающая такие параметры как уклон, землепользование, отчуждение, город, транспорт и тень от холмов. Недостатками клеточных автоматов является отсутствие возможности моделирования социальных процессов.

Модели на основе агент-ориентированного подхода. Актуальным вопросом в аспекте имитационного моделирования являются возможности применения агент-ориентированных моделей. Общественные науки, в том числе экономические, стоят на пороге масштабного и эффективного использования нового средства для получения знаний об обществе. Так называемые агент-ориентированные модели (agent based models, сокращенно АВМ или АОМ), относящиеся к классу моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для компьютерных симуляций [141]. Основная идея, лежащая в основе АОМ, заключается в построении вычислительного инструмента, представляющего собой совокупность агентов с определенным набором свойств и позволяющего проводить симуляции реальных явлений [86]. В исследованиях, посвященных моделированию городских систем, агент-ориентированные модели применяются для прогнозирования развития городов на основе поведения автономных агентов [171, 204].

Например, González-Méndez M. [170] предлагает агент-ориентированную модель для планирования городского развития, основанную на отношениях между жителями города и физической средой. Центральными элементами имитационной модели являются отношение

каждого человека к пространственной системе города и удовлетворение его основных потребностей. Исходным элементом модели становится взаимодействие индивида с его ближайшим окружением, которое описывается характеристиками соседних участков и состояниями агентов, находящихся внутри них. Начальная динамика возникает на основе свойств участков, предлагающих тот или иной выбор для удовлетворения базовых потребностей агентов. Интегрированная модель описывается составными моделями: во-первых, модель базовых потребностей личности и правил их удовлетворения; во-вторых, модель динамики коллективного взаимодействия; в-третьих, модель принятия новых правил в зависимости от их эффективности в конкретной среде для улучшения удовлетворения основных потребностей людей — модель землепользования; в-четвертых, модель городских сред и морфотипов, формируемая через систему обратных связей. Данная модель предлагается для соучаствующего проектирования (моделирования в данном случае), когда система правил поведения агентов синхронизируется с интересами фокус-группы.

Недостатками агент-ориентированных моделей являются длительность вычислений и сложности с подготовкой данных. Существует проблема точности описания правил поведения агентов и калибровки таких моделей. Ряд исследований объединяет методы клеточных автоматов и агент-ориентированных систем в единую модель [162, 188]. Несмотря на растущее разнообразие городских моделей, основанными на клеточных автоматах и агентных симуляциях, возникает ряд сложностей с развитием использования в них городских «больших» данных, большая часть которых собирается в режиме реального времени.

Модели гравитационно-дискретного выбора. Отдельным направлением развития являются модели гравитационно-дискретного выбора, которые представляют собой статическое моделирование городской структуры в определенный момент времени. Например, модель М. Бэтти QUANT [164] имитирует транспортные потоки различных видов в контексте распределения рабочих мест и мест проживания населения. Исходя из взаимозависимостей между занятостью, плотностью населения и транспортными потоками различной «стоимости», модель предсказывает изменения этих параметров, прогнозирует оптимальное распределение рабочих мест и жилья.

Модель гравитационно-дискретного выбора, описанная М. Бэтти имеет много общего с территориально-коммуникационной моделью О.А. Баевского, но она не оперирует такими фундаментальными с точки зрения общей теории города понятиями как каркас и ткань, а также диспропорции пространственного развития, потому имеет несколько меньшую операционную мощность на данный момент, но представляет большой интерес с точки зрения детальности

подхода к дифференциации потоков и типов занятости, а также с точки зрения технической реализации в формате вэб-сервиса.

Рассмотренные теоретические и экспериментальные модели, а также иные модели и алгоритмы, призванные решать частные задачи, имеют потенциал включения результатов их апробации в соответствующие слои параметрической информационной модели города. В данном исследовании подробно будут рассмотрены модели, основанные на каркасно-тканевой теории: неравномерно-районированная и территориально-коммуникационная, как элементы параметрической модели города. Полнота описания модели города основывается на описании системы необходимых и существенных параметров.

2.2 Параметры пространственной системы города

Представления о пространстве города. Город как объект исследования и предмет деятельности представляет собой сложную пространственную естественно-искусственную систему, обладающей свойствами саморегуляции и саморазвития (способностью к переходу к другому виду саморегуляции, фазовому переходу). Пространственно-временные свойства городских систем являются основоположными посылками для формирования параметрической модели пространственной системы города. Параметр системы — это физическая величина, поддающиеся непосредственному измерению и характеризующая свойства и состояние физической системы, в которой происходит моделируемый процесс [123]. В программировании понятие параметра расширяется: параметр — это переменная, влияющая на значение функции, параметры могут иметь не только количественное, но и символическое значение, характеризующее определенные качества объекта. Параметры принимают любые, но допустимые значения. Параметры пространственной системы города являются характеристиками ее свойств и состояния в определенный момент времени.

Взаимосвязь и взаимовлияние человека и архитектурного пространства исследуется многими авторами на стыке социальных наук и градостроительных практик. Сложившиеся архитектурные, социальные и урбанистические концепции пространства в первую очередь касаются социальных аспектов формирования пространства жизнедеятельности людей. Пространство города интерпретируется как продукт деятельности его обитателей. Под социальным пространством понимают многомерное пространство социальных процессов, социальных отношений и социальных позиций, функционально взаимосвязанных между собой, взаимосоотнесенных с физическим пространством, а также социальная характеристика самого пространства как места [17].

Подходы к рассмотрению социального пространства разнообразны. О.С. Чернявская [148] и А.Ф. Филиппов [143, 144] выделяют три аспекта социального пространства: пространство взаимодействия социальных акторов; социальное пространство как порядок социальных позиций и пространство как место расположения тел — физическое, географическое пространство.

Обзор основных подходов к взаимосвязи человека и архитектурного пространства В. Мельниковой [90] показал, что большинство теорий социального пространства включает три основных элемента: эмоции, мысли, поведение. Если показатели, определяющие уникальность данного пространства и показатели, позволяющие сделать общие выводы, соответствуют принципам конкретных теорий, это поможет сделать выводы о взаимоотношениях населения в различных пространственных ситуациях.

Основоположником социологии пространства называют Г. Зиммеля [57]. Его пространство социально, поскольку оно освоено человеком, его граница и структура определены социальными связями и зонами деятельности человека. Представление Г. Зиммеля о социальном пространстве как «совокупности социальных смыслов физического пространства» [57] положило начало подходу, продолженному другими авторами, изучающими общие структуры и смысловые форматы социальной жизни, которые И. Гоффман называет как «фреймы» (формы организации повседневного опыта и общения объективной и субъективной двойственности) [21, 1], а А. Лефевр — «производством пространства» [82]. Теория фреймов предполагает наличие некоторых устоявшихся структур ситуаций, определяющих каркас взаимодействия людей в этих конкретных ситуациях, реализующихся в физическом пространстве.

То, как происходит возникновение и формирование социального пространства французским исследователем А. Лефевром было рассмотрено как «производство пространства». Лефевр обозначает триединство пространственных практик, репрезентаций пространства и пространства репрезентаций, которое призвано объединить выделяемые им отдельные пространства — физическое, ментальное и социальное [82].

Теория пространства Э. Соджа развивается на работах А. Лефевра, он также рассматривает три городских пространства: «первое», «второе», «третье». Первое пространство — материальное, физическая среда, которую можно нанести на карту, количественно измерить и «увидеть» в реальном мире, воспринимаемое пространство. Второе — это концептуальное пространство, которое определяют, как люди действуют и ведут себя в нем, ожидаемое пространство. Третье — это «живое» пространство, то, как люди живут и ощущают городское пространство на самом деле. Идея «третьего пространства» (thirdplace) Э. Соджа развивается на работах А. Лефевра и направлена на преодоление сведения исследовательского фокуса только лишь либо к реальным объектам, либо к воображаемым [81]. Третье пространство вбирает в себя

физическое и ментальное, пространство, где жители в процессе повседневных практик подчиняются господствующему социальному порядку или оспаривают его [133].

В отечественной практике социология пространства получает развитие в работах А.Ф. Филиппова, где теоретические принципы социологии пространства формулируются как для отдельной социологической дисциплины, которая исследует пространственные отношения социальных событий [144, 143].

В работах В.К. Моора природа архитектурного пространства выявляется как единство его предметного, функционального, семантического аспектов. Предметный аспект (или морфологический) архитектурного пространства определяется через закономерности материализации пространственных структур в архитектуре, характеризуется объективными формами инженерно-конструктивного и художественно-эстетического назначения. Функциональный аспект пространственной организации определяет архитектурное пространство в зависимости от протекающих в нем процессов жизнедеятельности и совокупности требований, которые к формирующемуся пространству предъявляют типы жизнедеятельности. Структура процессов определяет структуру пространства. Третий, семантический аспект архитектурного пространства учитывает интерпретации архитектурного или обитаемого пространства в диапазоне культурно-исторических значений, наполняемость пространства смыслами, взаимодействующими и трансформирующимися во времени.

Пространство как порядок следования материи, энергии и информации. Для целей формирования параметрической модели пространственной системы города недостаточно опереться на какую-либо из предложенных авторских систем рассмотрения природы архитектурного пространства или пространства города — необходимо обратиться к предельным основаниям концепции пространства, которых философия выделяет три [2, 20, 36]:

- 1) Пространство как контейнер, который содержит в себе все сущее (И. Ньютон) — абсолютная концепция пространства.
- 2) Пространство как трансцендентное понятие, непознаваемое, за гранью опыта (И. Кант) — априорная концепция пространства.
- 3) Пространство как координатная сетка, порядок расположения, отношения между вещами (Г. Лейбниц) — реляционная концепция пространства.

Именно реляционная концепция пространства предоставляет необходимые возможности для осмысления свойств пространственности применительно к задачам частных наук. «Пространство (благодаря Лейбницу) — это порядок объектов, объекты — суть пересечения

отношений. Изменение отношений приводит не только к изменениям самих объектов, но и к изменениям форм пространственности» [20].

Современная наука оперирует математическим понятием пространства, которое определяется как множество объектов – точек. По определению вводятся какие-либо отношения между точками, определяющие структуру пространства. То, что математическое пространство абстрактно, безразлично к природе его элементов, позволяет использовать его в различных областях науки, «при этом точка множества, представляющего пространство, получает содержательную предметную интерпретацию в соответствии с исследуемой проблемой». [63]. Например, точки четырехмерного многообразия метрического пространства-времени интерпретируются как физические события, компьютерные науки оперируют пространством процессов, которое определяется виртуальными адресами операционной системы, современная психология устанавливает пространство как множество систем отношений.

В пространствах сложных саморазвивающихся системах происходит обмен веществом, энергией и информацией, это является фундаментальным условием их функционирования [126]. Материя, энергия и информация — категории, которые обеспечивают функционирование сложных саморегулирующихся и самовоспроизводящихся систем.

- Вещество — передача частиц, обладающих массой покоя. Количество вещества — протяженность системы в пространстве
- Энергия — передача способности к движению. Количество энергии – интенсивность движения.
- Информация — передача формы (структуры) системы. Количество информации – мера сложности системы

Рассмотрение пространства как множества точек или объектов с несущими в себе величинами переменных значений подготавливает основу для установления возможности взаимодействия между объектами пространства. Так происходит введение понятия физического поля. Переменные значения точек поля характеризуют одно из проявлений объекта: вещественное, энергетическое или информационное, каждое из которых взаимосвязано с другими. Таким образом, пространство города предлагается рассматривать как единство и взаимодействие пространств материального, энергетического и информационного в движении во времени (Рисунок 15).

Материальное пространство (физическое, морфологическое) – порядок расположения физических объектов, тел, обладающих массой. Пространство обмена веществом, т. е. передача частиц, обладающих массой покоя. Количество вещества определяет плотность и протяженность системы в пространстве. Наиболее изученное пространство в теории города, описывается

данными об объектах города и составляет содержание современных геоинформационных систем (Рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 Иллюстрация объектов материального пространства города¹¹

Элементы материального пространства включают в себя естественные объекты, искусственные объекты, субъектов.

Естественные объекты – это объекты, сформировавшиеся в результате процессов, не связанных непосредственно с целенаправленной деятельностью субъектов. Естественные объекты описываются системой наук физической географии, изучающих структуру, динамику и функционирование географической оболочки и её структурных частей – природно-территориальных комплексов и их компонентов. Группы параметров естественных объектов материального пространства города изучаются такими науками как геоморфология и геология, климатология и метеорология гидрология, биогеография.

Искусственные объекты – объекты, созданные в результате целенаправленной разумной деятельности человека. Группы параметров искусственных объектов описывают территории и участки, объекты инфраструктуры, здания и сооружения:

– земельные участки и территории: назначение, положение в структуре города, виды собственности, кадастровая и рыночная стоимость, конфигурация, отступы, процент застройки, плотность населения и т. д.;

¹¹ Источник: Нью-Йорк - Полная коллекция городов и пригородов 3D модель от META Group Модели 3D . — Текст : электронный // turbosquid : [сайт]. — URL: <https://www.turbosquid.com/ru/3d-models/3d-model-buildings-new-york-1329483#> (дата обращения: 27.03.2023).

- объекты инфраструктуры – улично-дорожная сеть, сети водоснабжения и водоотведения, электроснабжение, сети связей, транспортно-пересадочные узлы: плотность, площадь, количество, структура, направление, ширина, значение, удобства и другие показатели;
- здания и сооружения: назначение, функции, этажность, площадь, год постройки, плотность застройки, процент застройки, материал, категория, техническое состояние.

Субъекты системы – источники действия и целеполагания: человек, группы людей, население в целом. Параметры, характеризующие субъектов материального пространства города, включают в себя, например, следующие показатели: численность и возрастная структура, естественный и миграционный прирост, занятость, продолжительность и качество жизни.

Темпы изменения материального пространства низки и измеряются годами, направления изменений определяются пространством процессов и информационным пространством.

Примером исследований материального пространства города является проект CityClass Р. Кучкова [179] (Рисунок 16). Проект посвящен анализу типов городской застройки по спутниковым снимкам с помощью сверточной нейросети. Целью работы является разработка эффективного инструмента классификации типов застройки городов. Система автоматически подстраивает свои параметры под задачу методами обратной связи. Каждый из слоев нейросети обрабатывает изображения, в результате чего выявляются характерные контуры, отдельные структуры и комплексы структур, определяющие класс объекта. В результате работы впервые в России разработан инструмент классификации типов застройки и выявления структуры города методами машинного зрения.

Другой пример исследования материального пространства города — масштабный онлайн-проект The Atlas of Urban Expansion (Атлас расширения городов), содержащий карты, спутниковые снимки и данные о пространственных изменениях в городах по всему миру, созданный в сотрудничестве Линкольнским институтом земельной политики, ООН-Хабитат и Нью-Йоркским университетом [163] (Рисунок 16). Атлас развития городов представляет собой глобальную выборку из 200 городов, представляющую совокупность всех 4231 городов и мегаполисов, в которых в 2010 году проживало 100 000 и более человек. Цель состоит в наблюдении роста городов мира и измерении эффективности реализации Новой программы развития городов, разработанной после саммита глобальных городов Хабитат, состоявшегося в Кито, Эквадор, в октябре 2016 года. Эффективность реализации программы определяется посредством исследования количественных и качественных характеристик роста городов и агломераций. Исследуемые параметры: общая протяженность городов, средняя плотность населения, фрагментация застроенной территории, открытые пространства, компактность географической формы, степень и тип включения новых городских районов в застроенные

территории: включение, расширение, надстройка. Источниками данных являются открытые базы данных, спутниковые снимки, данные переписи населения. В результате работы создан открытый ресурс мониторинга роста 200 городов мира в течение трех временных этапов: 1990 г., 2000 г., 2014 г.

Примером исследования материального пространства города Владивостока является исследование особенностей формирования устойчивой городской среды в условиях реновации водной системы Владивостока Казанцева П. А. [62] (Рисунок 17). Цель работы заключалась в разработке направлений по обеспечению восстановления природной экосистемы в границах основного пятна застройки, и формирования на этой основе комфортных условий для жителей города. Исследуемыми параметрами являлись: рельеф территории, зимний ветер, летний ветер, инсоляционный режим, режим осадков. Использовались данные метеорологических источников. В результате была проведена оценка резервов восстановления естественного гидрологического цикла на городской территории.

Пространство процессов (энергетическое пространство). Пространство обмена энергией – это пространство передачи способности к движению, к совершению работы. «Движение определяет отношение между временем и пространством, материей» [31]. Количество энергии, таким образом, характеризует интенсивность движения. Все объекты и явления, рассматриваемые во времени, в движении, описывают пространство процессов города. Элементы пространства процессов включают в себя целенаправленную деятельность субъектов и естественные процессы. Целенаправленная деятельность субъектов разделяется на производящую, потребляющую и транспортирующую (обеспечивающие перемещение, мобильность). Естественные процессы включают в себя природные явления и внесистемные процессы – внешние по отношению к рассматриваемой системе, например, внешнеполитические и внешнеэкономические явления.

Физический смысл понятия энергии заключается в установлении взаимоотношений между массой, пространством и временем. Энергетическое пространство города описывается данными о его процессах: о порядке следования последовательности порядков расположения объекта в пространстве. Критерий различения объектов пространства процессов — приведение ко времени.

Темпы изменения пространства процессов ниже, чем пространства материального, наблюдается цикличность (суточная, сезонная). Пространство процессов реализуется в материальном пространстве, направление определяется информационным полем.

Все объекты и явления, рассматриваемые во времени, описывают пространство процессов города. Элементы пространства процессов включают в себя целенаправленную деятельность субъектов и естественные процессы (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 Иллюстрация объектов пространства процессов города¹²

Деятельность субъектов определяется стремлением «быть», а значит сохранять себя и распространять. Процессы, обеспечивающие «бытие субъектов», разделяются на: 1) производящие – направленные на рост и распространение; 2) потребляющие – направленные на сохранение; 3) транспортирующие – обеспечивающие перемещение в пространстве, мобильность.

Вопросы мобильности, производства и потребления изучаются экономической наукой и описываются экономическими и транспортными моделями.

Деятельность субъектов имеет отношения причинности с искусственными объектами материального пространства, которые являются ее продуктом, а также с субъектами, являющимся результатом воспроизводящей деятельности самих же субъектов.

Параметры пространства процессов представлены следующими объектами и подсистемами:

¹² Источник: KUANG, C. The Data Viz That's Helping Transform A \$45 Billion Company / C. KUANG. — Текст : электронный // The Data Viz That's Helping Transform A \$45 Billion Company : [сайт]. — URL: <https://www.fastcompany.com/90147145/the-data-viz-thats-helping-transform-a-45-billion-company> (дата обращения: 27.03.2023).

- транспортные потоки: движение частного, вело- и общественного транспорта, трудовые миграции, пешеходные и туристические потоки, стоянки транспорта и парковочные места, перемещения маломобильных граждан;
- производственные процессы, в т. ч. строительные, сервисные, ремонтные работы.
- финансовое поведение: локализация экономики города, распределение мест трудовой деятельности и потребления;
- коммунальные и энергетические ресурсы: водоснабжение и водоотведение, электроснабжение, теплоснабжение, обращение твердых коммунальных отходов.

Естественные процессы включают в себя природные явления и внесистемные процессы – внешние по отношению к рассматриваемой системе, например, внешнеполитические и внешнеэкономические явления. Естественные природные процессы являются причиной формирования естественных объектов – экосистем, биогеоценозов, атмосферных явлений и т. д. и оказывают значительное влияние на жизнь города. Микроклиматические параметры определяют уровень комфорта городской среды и возможности эффективного энергосбережения.

Примером отечественного исследования параметров пространства процессов города является проект «Магистраль» (Urbica) — система помощи принятия решений по автоматизации сети наземного общественного транспорта Москвы [47] (Рисунок 18). Цель работы заключалась в повышении эффективности и комфортности наземного общественного транспорта. Исследуемые параметры включали в себя: интервальность и скорость движения транспорта, объем и направленность пассажиропотоков, загруженность остановок, количество посадок и высадок на каждой из них, плотность населения, пешеходная доступность. Источниками данных служили данные валидаторов, статистика метрополитена, данные валидаторов, а также более 30 других источников. В результате был разработан инструмент помощи принятия решений для разработки сети общественного транспорта.

Примером отечественного исследования параметров пространства процессов города является проект «Магистраль» (Urbica) — система помощи принятия решений по автоматизации сети наземного общественного транспорта Москвы [47] (Рисунок 18). Цель работы заключалась в повышении эффективности и комфортности наземного общественного транспорта. Исследуемые параметры включали в себя: интервальность и скорость движения транспорта, объем и направленность пассажиропотоков, загруженность остановок, количество посадок и высадок на каждой из них, плотность населения, пешеходная доступность. Источниками данных служили данные валидаторов, статистика метрополитена, данные валидаторов, а также более 30

других источников. В результате был разработан инструмент помощи принятия решений для разработки сети общественного транспорта.

Примером проекта международного уровня, анализирующего параметры пространства процессов города, является Strava Global Heatmap — глобальная карта активности, которая визуализирует траектории физической активности спортсменов, пользователей приложения Strava (Рисунок 18). Целью данного проекта является выявление мест тренировок, беговых, велосипедных и иных маршрутов, формирование локальных спортивных сообществ. Исследуемые параметры — типы активности: бег, велосипед, плавание, циклические зимние виды спорта; и их траектории, положение в пространстве, частота. Источником данных являются пользовательские данные приложения Strava. В результате реализации проекта создана открытая карта физической активности всего мира.

Примером исследования пространства процессов города Владивостока является анализ мобильности жителей города по данным оператора сотовой связи (Рисунок 19). Для анализа динамики перемещения людей в пространстве города Владивостока использовались данные о перемещении около 200 тысяч человек — абонентов сотовой сети за будний день 11 марта 2020 года. Объем выборки составляет 241 200 человек. Было выявлено 311 расчетных зон средней площадью около 500 кв. м. исходя из возможной точности определения местоположения абонента. Границы расчетных зон определялись по участкам улично-дорожной сети и протяженным линейным объектам. Для каждой расчетной зоны присвоен ID. В таблице исходных данных каждая строчка содержит сведения о количестве абонентов для определенной зоны, которые прибыли в неё, выбыли или переместились внутри неё с интервалом 1 час. Данное исследование было выполнено автором в рамках внепроектной деятельности архитектурного бюро Concrete Jungle (Владивосток). На Рисунок 2.5 представлены результаты визуализации данных о городской мобильности. Цветом визуализируется диспропорция: желтый тон свидетельствует о преобладании на данных территориях целей перемещений, зеленый — преобладание источников перемещений. Серый тон — сбалансированные перемещения. Высота получившегося геометрического тела характеризует плотность перемещений на единицу территории, объем — количество перемещений. Визуализация показывает пик перемещений в утренние часы в центральную часть города и на полуостров Саперный острова Русский. В вечерние часы на этих территориях соответственно наблюдается обратный процесс.

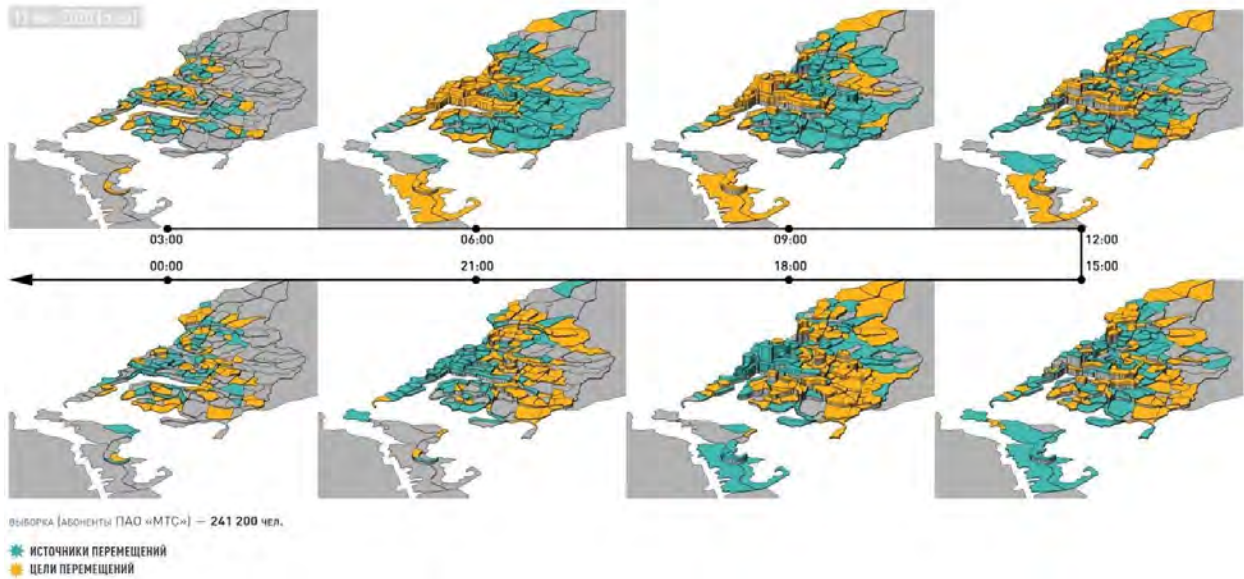


Рисунок 2.5 Динамика перемещения населения г. Владивостока в течение суток 11 марта 2020 года

В результате работы было выявлено, что динамика перемещений населения города Владивостока демонстрирует наличие выраженных диспропорций. Для того, чтобы количественно оценить степень моноцентричности города, были выделены 13 вернакулярных районов города: Центр, Первая Речка, 3-ая Рабочая, Луговая–Балаяева, Чуркин, Тихая–Патрокл, Снеговая, Вторая Речка, Заря, Пригород, п-ов Саперный, о. Русский (Рисунок 2.6). Вернакулярный район — тип географического района, выделяемый и осознаваемый его обитателями в виде образа территории, обладающей названием и специфическими качествами [156]. Административные районы города Владивостока слишком велики для такого рода анализа и не обладают детерминированной внутренней структурой «ядро – периферия».

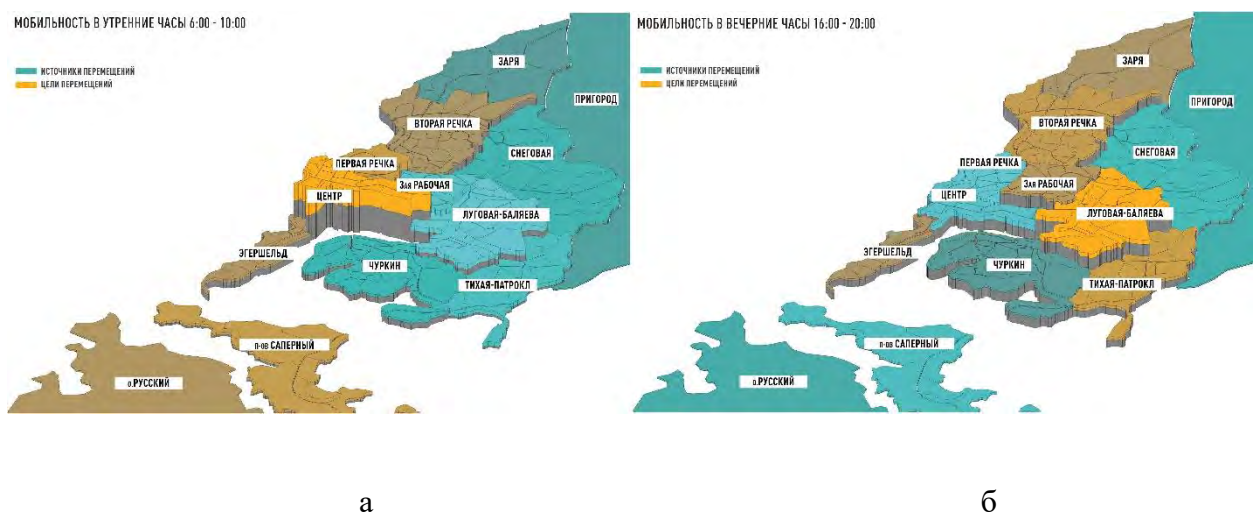


Рисунок 2.6 Динамика перемещения населения г. Владивостока в течение суток 11 марта 2020 года по вернакулярным районам города: а — мобильность в утренние часы 6:00 – 10:00; б — мобильность в вечерние часы 16:00 – 20:00

Визуализация перемещений абонентов сотовой сети в городе Владивостоке подтверждает выраженную моноцентричность его структуры, что свидетельствует о необходимости развития локальных центров в районах города через усиление его каркаса, в особенности в районах Луговая–Баляева, Тихая–Патрокл, 3-я Рабочая.

Информационное пространство – пространство, в котором происходит обмен информацией – передача формы (структуры) объектов. Физический смысл понятия информации является противоположным по отношению к понятию энтропии. Количество информации – мера определенности, упорядоченности системы. Критерий различения объектов информационного пространства – снижение энтропии системы. Информационное пространство составляет культурный, социальный, ментальный, психологический ландшафт города, описывается данными об идеях и включает в себя все предпосылки действий субъектов: программы, мотивы, мнения, смыслы, ценности, отношения, связи, коммуникации, культуру, образование и т.д. (Рисунок 2.7).

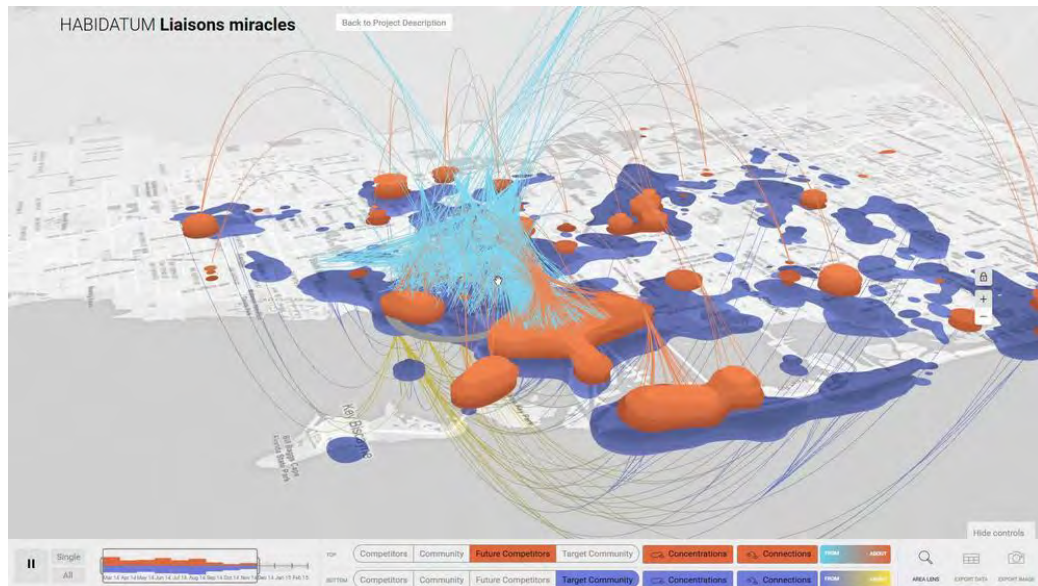


Рисунок 2.7 Иллюстрация социального пространства города¹³

Информация является первопричиной движения материи и энергии, а также определяет направленность этого движения [72]. Между информационным пространством, пространством процессов и материальным пространством действуют отношения причинности. Информационное пространство, содержащее предпосылки действий субъектов, определяет пространство

¹³ Источник: Les Liaisons Miracles: Semantic Map of Consumer Behavior on Miracle Mile. — Текст : электронный // HABIDATUM : [сайт]. — URL: <https://habidatum.com/projects/les-liaisons-miracles> (дата обращения: 27.03.2023).

процессов, а именно деятельность субъектов, которая направлена и формирование материального пространства: производство искусственных объектов и воспроизводство себе подобных субъектов.

Информационное обеспечение пространства процессов можно разделить на две группы источников в зависимости от направленности: формирующие материальное пространство целенаправленно и косвенно.

Данные о предпосылках целенаправленных намерений формирования пространства касаются нормативных и регулирующих документов территориального планирования, инвестиционных намерений, девелоперских интересов, мероприятий вовлечения граждан.

Косвенные данные информационного пространства – социальные и культурные программы.

Информационное социальное пространство – поле, представляется некоторыми динамическими переменными параметрами, определёнными во всех точках пространства, принимающее разные значения в разных точках пространства, меняющееся со временем. Имеет высокие скорости изменения, близкие к мгновенным. Информационное пространство проявляется в пространстве процессов и физическом пространстве, но предшествует им.

Примером исследования информационного пространства города является проект *Les Liaisons Miracle*, выполненный компанией *Habidatum* (Рисунок 20). Цель работы заключалась в маркетинговом анализе локальной аудитории, выявленной по географическому признаку, и семантических связей территории торгового района *Miracle Mile* в Корал-Гейбос, штат Флорида. Источником данных являлись сообщения, опубликованные в социальной сети *Twitter*. Исследуемые параметры включали в себя семантические связи, темы сообщений, распределение целевой аудитории, распределение потенциальной аудитории, распределение текущих конкурентов, распределение потенциальных конкурентов. В результате анализа были разработаны стратегии пространственного данного района.

Проектом более глобального масштаба, исследующего информационное пространство городов, является *Cambridge Analytica* [176] — система, позволяющая получить психологический профиль пользователей социальной сети *Facebook*, основываясь на поведении пользователей в сети (личные реакции на посты, ответы на опросники) (Рисунок 20). Цель данной работы заключалась в разработке таргетированной политической рекламы во время президентских выборов в США в 2016 году на основе психометрических данных. Исследуемыми параметрами являлись открытые профили социальной сети и поведение пользователей сети в информационном пространстве. В результате реализации данного проекта было оказано влияние на результаты выборов президента США.

Примером исследования информационного пространства города Владивостока является работа, проведённая компанией Concrete Jungle для предпроектного анализа крупнейшего парка города — парка Минного городка [110] (Рисунок 21). Цель работы заключалась в составлении общего половозрастного портрета аудитории. Исследуемыми параметрами стали ответы на социологический опрос, который прошли в общей сложности 10970 человек, а также сегменты интересов по деперсонализированным данным сотового оператора с привязкой к территории. В результате работы составлен общий половозрастной портрет аудитории, выявлены интересы, принадлежность к различным сообществам, предпочтения по типам мобильности, питания и другим видам деятельности, связанной с территорией парка Минного городка.

Между **информационным пространством, пространством процессов и материальным пространством** действуют отношения причинности. Информационное пространство, содержащее предпосылки действий субъектов, определяет пространство процессов, а именно деятельность субъектов, которая направлена и формирование материального пространства: производство искусственных объектов и воспроизводство себе подобных субъектов.

Таким образом, следует рассматривать пространство города как единство материального пространства, пространства процессов и информационного пространства, что позволяет выявить соответствующие группы параметров, необходимые для формирования системной информационной параметрической модели города.

Актуальная информация в контексте пространственной структуры города является знанием о реальной жизни города, необходимым для принятия решений по его развитию и трансформации. Большое количество статей отечественных и зарубежных специалистов посвящены обсуждению проблематики и методологии применения технологий, основанных на данных, в градостроительстве и территориальном планировании [174, 175, 195, 27, 79]. Комплексные проекты, посвященные анализу материального пространства города, пространства процессов и информационного пространства [91, 110], позволяют подготовить глубокое понимание ситуации проектирования и составить описательную модель, для которой в дальнейшем становится возможным переход к формированию видения и построения проектной, целевой модели. Следующим этапом работы в этом направлении является сборка цельных моделей города, основанных на данных материального пространства, пространства процессов и информационного пространства города, как на явлениях объективной реальности.

2.3 Параметрическая модель пространственной системы города

Опыт информационного моделирования городских систем и подсистем.

Необходимость обеспечения градостроительных решений расчётными обоснованиями на основе современных информационных технологий в целях снижения рисков управленческих ошибок обсуждается в статьях ряда авторов [65]. Речь идет не только лишь о геоинформационных системах (ГИС), системах информационного моделирования зданий (BIM) или системах автоматического проектирования (САПР), которые давно уже вошли в повседневную практику, но и о системах имитационного моделирования и мониторинга изменений.

Существующие типы информационных моделей представлены BIM (Building Information Model) — информационная модель зданий и GIS (Геоинформационные Системы). Теоретические информационные системы, призванные объединять преимущества несоединимых в настоящее время BIM и GIS, называют CIM (City Information Model) — информационное моделирование города, а также TIM (Territory Information Model) или RIM (Regional Information Model) — моделирование территориального планирования. Создание такого рода программных систем сталкивается с проблемой конвертации форматов и технологическими аспектами реализации практического продукта.

Информационное моделирование зданий. Информационное моделирование зданий (BIM — Building Information Modelling) устойчиво вошли в архитектурно-строительную практику в последнее десятилетие вслед за САПР (системами автоматизированного проектирования). Информационная модель здания представляет собой взаимосвязанную систему 3D моделей и баз данных, реализуемых внутри программного комплекса [129]. Технология информационного моделирования зданий отличает интегрированный характер проектного процесса, функционирование которого обеспечивает полидисциплинарная команда, что необходимо для обеспечения целостного рассмотрения здания и его частей [107]. Взаимодействие членов команды происходит на протяжении всего жизненного цикла проекта, через интерактивность процесса мониторинга и корректировок, а также благодаря возможности учета стоимости всех этапов проектирования, строительства и эксплуатации обеспечивается поиск оптимальных решений в условиях взаимозависимости систем зданий. Важной особенностью проектирования на основе информационного моделирования является возможность сосредоточения усилий на этапах концептуальной разработки, когда стоимость внесения изменений минимальна, что повышает эффективность проектно-строительного процесса.

Основные преимущества и перспективы внедрения BIM являются [140]: высокое качество проекта; повышение уровня понимания проекта всеми его участниками; повышение

информативности проекта; сокращение сроков проектирования; повышение прибыльности и рентабельности; повышение эффективности расходования ресурсов; сокращение сроков строительства; сокращение количества ошибок.

Взаимная интеграция вычислительных и физических процессов информационного моделирования зданий в совокупности с возможностями накопления, анализа и использования больших объемов данных переводит процесс синтеза и принятия решений в режиме реального времени на качественно новый уровень, что позволяет говорить о концепции киберфизических систем в строительстве [26], а по мере развития информационного моделирования территорий — о концепции киберфизических градостроительных системах. Информационное моделирование является ключевой технологической тенденцией, предшествующей новому уровню возможностей применения киберфизических систем в архитектуре и градостроительстве, или, иначе говоря, становится возможным освоение и управление развитием сложных саморазвивающихся систем.

Информационное моделирование территорий. Если в области архитектурно-строительной деятельности основной технологической системой является BIM, то в области территориального планирования распространение получили так называемые геоинформационные системы (ГИС, GIS). BIM и ГИС интерпретируют 3D-моделирование с двух разных точек зрения: ГИС больше ориентирована на моделирование реального мира, а BIM больше ориентирована на процесс проектирования. Несмотря на то, что возможны варианты взаимного экспорта и импорта данных и сведения моделей BIM и ГИС в единой среде, взаимодействие этих систем друг с другом осложнено различными целями применения, программным обеспечением и структурами данных, что приводит к проблеме совместимости используемых форматов потере данных [181, 191, 196]. Интеграция ГИС и BIM в единую модель перспективно с точки зрения повышения планировочных и проектных решений на стыке территориального планирования, архитектуры и строительства. В совместимости на уровне данных и программного обеспечения кроется ключ к бесшовному непрерывному проектно-производственному процессу от построения аналитической модели к реализации, управлению и эксплуатации.

Метод, объединяющий геоинформационные системы (ГИС) и информационное моделирование зданий (BIM) аналог BIM в урбанистике и градостроительстве — CIM (city informational model). CIM — это концепция системы городских объектов и элементов, представленная в двумерном и трехмерном пространстве, связанная атрибутами и базами данных, определяющая территории и динамические отношения между ними [193]. Концепция CIM предполагает внедрение урбанистических теорий и возможностей описания

взаимоотношений между явлениями, представлениями и инструментами, используемыми различными специалистами, работающими с городами: архитекторами, градостроителями, социологами, экономистами, транспортными планировщиками, инженерами и т. д.

Разработка СИМ включает три этапа, первый — это агрегация всех городских данных с определением стандартов процесса сбора, хранения, обновления и удаления данных; второй — исследование вычислительных инструментов и программного обеспечения; третий — интеграция со всеми городскими системами и умными приложениями [201].

Системы мониторинга, интеллектуального анализа и визуализации данных, информационные и коммуникационные вычислительные инфраструктуры, геолокация и навигация, «интернет вещей», многомерное моделирование и симуляторы, процедурная генерация, «умный город», лазерное 3d сканирование и искусственный интеллект, и другие технологические достижения, трансформируют динамические городские системы в киберфизические, а значит, поддающиеся директивному управлению.

Городское информационное моделирование — это не только технологические аспекты, связанные с базами данных и инструментами их обработки и визуализации, но и повод для дискуссии о фундаментальных вопросах анализа потоков, связей и пространств, изменений границ и ориентирах, взаимного влияния информационного (социального) пространства, мобильности и физических объектов. Так социальная жизнь может быть рассмотрена через ряд слоев и структурируется посредством тегов — ключевых слов, относящихся к части информации. Stojanovskii T. [193] указывает на важность не столько разработки точных и подробных географических представлений для создания полного соответствия между моделью и городом, сколько исследования символических связей и отношений, выявления слоев социальной географии — внутренних путей и масштабов, городских потоков, выборов.

Ряд отечественных исследований посвящен информационному моделированию в области градостроительства незначительно и методикам рассмотрения отдельных аспектов пространственного параметрического моделирования [122, 65, 66]. Информационная модель, описанная А.П. Карпиком [66], стремится к точности и полноте описания объектов территориальных систем в 3D, но не учитывает закономерности самоорганизации городских систем.

Основам информационного обеспечения регулирования градостроительных систем посвящена работа Д.Г. Донцова [52]. В работе рассматриваются механизмы информационного и организационно-правового обеспечения градостроительной деятельности по архитектурно-планировочной организации градостроительных систем и современные градостроительно-информационные системы.

Информационные технологии в градорегулировании рассматривались в работе Д.М. Канина и Л. В. Париновой [65]. Авторы выделяют следующую цепочку процесса принятия решений: анализ исходного состояния; постановка целей и задач; проектирование; коммуникация; организация; анализ полученных результатов и оптимизация. Технологии, обеспечивающие управленческую деятельность в градостроительстве на рассмотренных этапах, включают в себя ГИС, системы управления базами данных (СУБД), системы имитационного моделирования (динамическое моделирование, системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование), системы автоматизированного проектирования (САПР). На этапе анализа в предложенной концепции системы управления устойчивым развитием города используется ГИС, на этапе прогнозирования — системы имитационного моделирования, на этапе принятия решений — САПР.

Новейшие практические разработки в области информационного моделирования территорий реализуются отдельными частными компаниями, занимающимися территориальным планированием, крупными девелоперскими компаниями или отдельными группами исследователей. Сведения о таких разработках находятся в основном в закрытом доступе, общие данные озвучиваются в отдельных выступлениях или видеозаписях.

В целом, в научно-исследовательских подходах, посвященных информационному моделированию городов, отсутствует устоявшаяся концепция CIM, но обзор исследований по этой теме, проведенный Souza L. и Bueno C. и охватывающий 80 публикаций 2011–2021 годов, позволил авторам выявить общие контуры концепции [192]. Информационное моделирование городов CIM понимают как вычислительный инструмент подобный информационному моделированию зданий BIM, включающий в себя элементы BIM [167, 182, 202] и ГИС [184, 194]., а также полную городскую базу данных и комплекс технологических инструментов, таких как интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект и другие [201, 199]. Одним из перспективных направлений развития вычислительных направлений является процедурная генерация классов городской морфологии [194]. В дополнение к описанию CIM, сделанному L. Souza и C. Bueno необходимо указать на важность объединения технологий и баз данных с фундаментальными теориями организации городских систем.

Пример информационно-аналитической системы представлен в статье А. Ю. Завьялова и П.З. Лоренса [55] в качестве программного инструмента, предназначенного для анализа пространственных данных. В статье исследуются технологические возможности использования прогнозной платформы для бизнес-анализа Prognoz Platform (PP) и программных систем для анализа данных.

Таким образом, ключевой идеей параметрической модели пространственной системы города является создание на основе системного подхода и исследований текущего состояния городского информационного моделирования, теорий городского пространства и городских концепций технологической платформы, способной объединить базы данных и базу знаний о городе, фундаментальные знания, технологические достижения и системы помощи принятия решений.

Параметрическое моделирование. Параметрическое моделирование — это проектирование с использованием количественных параметров модели, взаимосвязей и соотношений между данными параметрами. Параметрическое моделирование реализуется посредством зависимостей, заданных алгоритмами. Примером математического параметрического моделирования является построение регрессионных моделей, описывающих функции зависимости определенного признака объекта — отклика модели от ряда параметров, описывающих свойства этого объекта и влияющих на отклик.

Параметрическое моделирование в архитектурно-градостроительном проектировании посредством алгоритмов в среде для 3D-моделирования позволяет оперировать объектами в трехмерном пространстве, трансформировать исходные данные, задавать параметры, регулирующие геометрические и качественные характеристики объектов и элементов модели, устанавливать взаимосвязи между элементами модели, создавать последовательности операций преобразования, оценивать результаты моделирования. Таким образом становится возможным создавать очень сложные «функции» — параметрические модели, описывающие возникновение архитектурно-градостроительных объектов, позволяющие обрабатывать различные варианты для различных наборов параметров и исходных данных и визуализировать результаты.

Параметрическое моделирование в архитектурно-градостроительном проектировании является основой исследовательских программ таких институтов как AA, MIT, IaaS. Методы параметрического моделирования реализуются в таких зарубежных бюро как MVRDV, APEX, Zaha Hadid Architects, Snohetta, BIG, Foster + Partners, Diller Scofidio + Renfro, SHoP Architects, UNStudio, Toyo Ito и др.

В России параметрическому моделированию посвящены статьи и работы А.В. Иконникова [58], И. А. Добричиной [48, 49], Э. В.Хаймана [146], Е. И. Петровской [104], М.В. Пучкова [113], А. И. Евстафьева [53], Е. А. Шириняна [152, 153], диссертационные исследования М.С. Салех [121] и Д.С. Данилова [46]. Методы параметрического проектирования применяются в практической деятельности таких проектных бюро как Atrium, ADM, Meganom, Wowhaus, ПИК, ТПО Резерв, Sergey Skuratov Architects, Concrete Jungle, Параметрика, Новое, Аффинум, SA lab, J. Mayer H. Architects и др.

Наиболее популярной средой для параметрического (или алгоритмического) моделирования является Grasshopper¹⁴ — графический редактор визуального (нодового) программирования, интегрированный в среду 3D-моделирования Rhinoceros¹⁵. Для данной программой среды благодаря открытому исходному коду создано большое количество инструментов и дополнений (плагинов), с помощью которых можно решать широкий спектр аналитических и проектных задач.

Принципы параметрического моделирования:

1. **Проектирование, основанное на данных.** Моделирование и проектирование ведется на основе обработки, трансформации и преобразования наборов исходных данных. Формообразование основывается на аналитической информации.

2. **Алгоритмизация проектирования.** Результат проектирования в параметрическом моделировании — это не столько конкретный объект, сколько система взаимосвязей, правил и ограничений, описывающее через алгоритмы некоторое многообразие объектов, конкретные геометрические параметры и иные свойства которого зависят от значений параметров, где параметр — это переменная, характеризующая определённые качества и свойства моделируемого объекта.

3. **Процессуальность.** Формообразование основывается на процессах и сценариях трансформации исходных данных и параметров. Ключевое значение имеют творчески осмысленные непрерывные логические последовательности этапов преобразования информации в 3D пространстве.

4. **Оптимизация, адаптивность и вариативность.** Алгоритмизация и параметризация обеспечивает возможность перебора вариантов, выявления наиболее подходящих решений для заданных или для изменяющихся условий.

5. **Генеративность.** Составной частью параметрического моделирования является генеративное проектирование, адаптирующее к целям архитектурно-градостроительного моделирования математические модели, описывающих самоорганизующиеся процессы формообразования и цифровой поиск формы (нейронные сети, машинное обучение, генетические алгоритмы, симуляции физических воздействий, мультиагентное моделирование, клеточные автоматы и т.п.).

¹⁴ Плагин Grasshopper \ [Электронный ресурс] .URL : <http://www.grasshopper3d.com/> (дата обращения: 13.03.2023).

¹⁵ Rhino 7 [Электронный ресурс]. -URL: <https://www.rhino-3d.ru/rhino-6/new-in-rhino-6/> (дата обращения: 13.03.2023).

6. Управления сложностью. Алгоритмизация и параметризация открывает возможности сложного нелинейного формообразование. При моделировании объекта одновременно может контролироваться широкое многообразие составляющих элементов.

7. Цифровая интеграция. Цифровое производство, взаимодействие с роботизированными системами, управление базами данных реализуется посредством алгоритмов и подключаемых программных модулей.

Выявленные принципы параметрического моделирования подтверждают эффективность и, как следствие, необходимость применения данных методов в предпроектном анализе и архитектурно-градостроительном проектировании. Единая программная среда для обработки данных, моделирования и проектирования за счет управления множеством взаимосвязанных параметров посредством алгоритмов обеспечивает возможности автоматизации, оптимизации и гибкого управления сложными моделями.

Параметрическая модель пространственной системы города: общая структура. Основной идеей параметрической модели города является моделирование вариантов концептуальных масс застройки на основе параметров текущего состояния системы города, прогнозируемых направлений эволюционного развития (исходя из закономерностей функционирования и развития пространства процессов) и индивидуальных (групповых) урбанистических интересов, выявляемых в социальном (информационном) пространстве с определением соотношения экономических и социальных характеристик альтернативных решений и степени их вероятности.

Логика информационной параметрической модели города включают в себя следующие последовательно связанные блоки: системный анализ (1); построение аналитической модели (2); формирование видения и целевой модели (3); построение проектной модели (4); реализацию через управление и регулирование (5). Информационная параметрическая модель обеспечивает описание, прогнозирование и управление формированием пространственной системы города (Рисунок 22).

Развитие города как сложной динамической естественно-искусственной системы зависит не только от управляющего воздействия, но и от внутренних самоорганизующихся процессов, учёт которых обеспечивается полнотой и точностью исходных данных и определением их взаимосвязей и взаимозависимостей в аналитических моделях. Реализация данной цепочки во времени носит циклический характер, данные о системе обновляются. Каждый цикл (t_i) увеличивает вероятность (P_i) воплощения определенного целевого сценария (A).

Процесс информационного моделирования более развернуто представлен в Рисунок 23. Важной особенностью данного процесса является то, что только его отдельные этапы могут быть полностью формализованы в информационных моделях.

1. **Системный анализ.** Выявление значимых для моделирования свойств и характеристик объекта и его связей с контекстом, представление объекта в качестве системы, выявление структуры системы исходя из формулируемого целеполагания. Этот этап не может быть формализован, поскольку именно здесь происходит актуализация объекта, формулировка целей и проблем, осмысляются методологические подходы, большую роль играют когнитивные процессы. По отношению к некоторой ситуации «объект + контекст», существующей во времени применяется некоторое целеполагание и для реализации его осуществляется переход к пониманию объекта как системы. Особенностью методик системного анализа заключается в комбинации формальных методов и экспертного знания. Объектом системного анализа являются конкретные проблемы, возникающие при создании и функционировании градостроительных систем, а также выработка и интеграция общетеоретических и конкретных научных методов, и инструментов конструирования или усовершенствования действующих систем [137].

2. **Построение аналитических моделей.** Данный этап включает в себя сбор и подготовку данных, построение имитационных моделей систем и визуализацию, а также аналитическую интерпретацию результатов.

2.1 **Сбор и подготовка данных.** Определение параметров системы. Первый этап сбора и подготовки исходных данных определяет эффективность построения параметрической модели города. Под «данными» понимается «особая форма знания, фиксирующая эмпирическую информацию о состоянии и тенденциях развития объектов живой и неживой природы, явлений и процессов общественной жизни» [106]. Существуют различные типы городских данных. По возможностям применения их в информационных моделях и алгоритмах выделяются две принципиальные группы: не машиночитаемые и машиночитаемые данные.

Не машиночитаемые данные (экспертные): формируются целенаправленно специалистами частных наук. В области городских исследований это, в первую очередь, результаты наблюдений, глубинных интервью, социальных опросов. Так, исследования в области прикладной городской антропологии позволяют выявить актуальные запросы, многообразие интересов, потребностей и ценностей различных категорий пользователей городской среды [3]. Такого рода данные описывают сложные структуры социальных и культурных связей городских систем и позволяют рассуждать о возможности исследования и моделирования информационного пространства города.

Машиночитаемые данные, составляющие в настоящее время основу новейших способов описания городского контекста, разделяются на две категории.

Первая категория – это *краудсорсинговые* (англ. *crowdsourcing*, от *crowd* — толпа и *sourcing* — использование ресурсов) или *статистические* данные: данные, получаемые с помощью мобилизации ресурсов людей посредством информационных технологий с целью решения поставленных задач, в том числе, открытые базы данных, а также данные микроконтроллеров, сенсоров. [151, 153]. Эта группа данных в настоящее время уже получила широкое распространение в градостроительной деятельности совместно с технологиями ГИС (геоинформационными системами), в частности информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД). ИСОГД — это ведение организованного систематизированного свода документированных сведений о развитии территорий, об их застройке, о земельных участках, об объектах капитального строительства и иных необходимых для осуществления градостроительной деятельности сведений. Для автоматизированной обработки и хранения информации используется какая-либо из существующих систем управления базами данных (СУБД), взаимодействующая с одной из существующих геоинформационных систем (ГИС).

Вторая категория – это *автоматически генерируемые данные* или *спонтанные городские данные*: информационные «следы», которые оставляют пользователи при пользовании средствами связи и приложениями. Развитие техники и технологий оказывает огромное влияние на жизнь современного человека, меняя сценарии поведения жителей городов. Интернет, кредитные карты, сотовые телефоны не только изменяют традиционные режимы использования пространства, но и порождают информационное поле, в котором существует человек. Таким образом, в практике исследования городов появляются новые инструменты — «большие данные», спонтанная цифровая информация, которую генерируют пользователи электронных систем. С развитием и все большей доступностью вычислительных технологий мы получаем возможность собирать, анализировать, интерпретировать и использовать эти данные в процессе проектирования.

Этот тип данных зачастую также именуется «большими данными» или Big Data. Строго говоря, далеко не всегда они и вправду «большие», существует проблема оценки величины и допустимости употребления данного понятия, но, тем не менее, именно этот термин вошел в широкое употребление в научном сообществе и популярной культуре.

Количество возможных сведений об объекте может быть теоретически неограниченно, но с практической точки зрения ограничено техническими возможностями. Определение необходимых и достаточных наборов данных для построения параметрической модели города предлагается исходя из рассмотрения пространства города как единства материального пространства, пространства процессов и информационного пространства, что позволяет выявить соответствующие группы параметров и описать все существенные аспекты городской системы.

Информационное пространство, содержащее предпосылки действий субъектов, определяет пространство процессов, а именно деятельность субъектов, которая направлена на трансформацию материального пространства: производство искусственных объектов и воспроизводство себе подобных субъектов. Так, информационное пространство составляет культурный, социальный, ментальный, психологический ландшафт города, описывается данными об идеях и включает в себя все предпосылки действий субъектов: программы, мотивы, мнения, смыслы, ценности, отношения, связи, коммуникации, культуру, образование и т.д. Сюда входят как программы субъектов, изменяющих пространство целенаправленно, касающиеся нормативных и регулирующих документов территориального планирования, инвестиционных намерений, девелоперских интересов, мероприятий вовлечения граждан; так и программы, отражающие работу внутренних самоорганизующихся процессов в системе: антропологические, социальные, культурные программы.

Все объекты и явления, рассматриваемые во времени, описывают пространство процессов города. Элементы пространства процессов включают в себя целенаправленную деятельность субъектов и естественные процессы. Целенаправленная деятельность субъектов описывается данными о транспортных потоках, производственных цепочках, динамике и локализации спроса и потребления, динамике обращения коммунальных и энергетических ресурсов города. Естественные процессы описываются данными о природных явлениях и внесистемных процессах (внешнеполитических и внешнеэкономических).

Материальное пространство города описывают наборы данных об искусственных объектах: земельных участках и территориях, объектах инфраструктуры, зданиях и сооружениях; об естественных объектах: рельефе, водных объектах, природно-территориальных комплексах; о населении и демографических показателях.

2.2 Моделирование и визуализация. На следующем этапе производится представление структуры системы в формате аналитических моделей, отвечающих целям и задачам моделирования и описывающих город как объект исследования и предмет деятельности. Формируется слой знаний о системе города на основе моделей. На одних и тех же данных может быть построено несколько типов моделей, в отдельные модели входят несколько наборов данных. Возможные типы аналитических моделей:

1) Транспортные модели. Модель транспортных потоков и их прироста для прогноза самых загруженных мест и планирования новых связей. Структура пассажирских перевозок.

2) Балансовые модели: связность / доступность, население / рабочие места. Модель соотношения расселения и мест приложения труда. Территориально-коммуникационная модель для распределения жилой застройки (установление максимального объема жилого фонда, который можно построить для заданной транспортной обеспеченности). Для распределения

общественно-деловой застройки. Модели интенсивности использования территорий. Модель плотности размещения общественных функций.

- 3) Каркас и ткань города. Эффективность пространственной организации.
- 4) Модель морфотипов застройки территорий, в том числе по методике Spacematrix.
- 5) Новые точки роста неравномерно-районированная модель города.
- 6) Выявление районов города. Вернакулярные районы.
- 7) Оценка текущих результатов развития, расчет индикаторов развития города,

прогноз развития.

- 8) Модель расчета нагрузки на социальные объекты.
- 9) Модель природного каркаса города.
- 10) Модель инженерного обеспечения.
- 11) Модель инвестиционной привлекательности территорий.
- 12) Модель светового дизайна города (световой генплан [150]).
- 13) Другие модели.

2.3 Аналитическая интерпретация (результаты). Результаты моделирования подвергаются аналитической интерпретации и экспертной оценке. Производится моделирование текущих изменений и прогнозирование.

3. Формирование видения и целевой модели. Формирование наиболее желательного сценария развития при учете альтернативных сценариев и необходимых ресурсов для их реализации. На данном этапе на основе знаний о городе определяется диапазон возможных сценариев развития и вырабатывается оптимальный, отвечающий миссии города, формируется целевая модель города, определяются показатели достижения эффективности (кpi) для отдельных подсистем и задач. Данный этап является не в полной мере формализуемым, поскольку высокое значение имеет коммуникация целеполагания — выявление и регулирование совокупности идей и представлений, интересов и инициатив, выражаемой всеми заинтересованными сторонами по отношению к городу как к сложной естественно-искусственной системе.

4. Построение проектной модели. Представление системы, соответствующей сформированному видению и поставленным целям развития. Целевая плотность и целевое распределение жилья и смешанных функций (общественно-деловой застройки). Концептуальные объемы — наиболее предпочтительная форма застройки. Закрепление параметров застройки в объемно-пространственном регламенте. Системы генерации застройки — перспективный инструмент формирования пространственной системы города на основе результатов аналитического моделирования.

5. **Управление и регулирование.** Воздействие на исходную систему с целью реализации проектного сценария. Отслеживаются параметры состояния градостроительной системы и их соответствие контрольным параметрам имитационной модели города. Механизмы реализации могут включать не только традиционные инструменты правил землепользования и застройки, местные нормативы градостроительного проектирования, но подходы по типу объемно-пространственного регламента, который позволяет в большей степени контролировать форму застройки и ее параметры. По мере осуществления управления и регулирования происходит обновление параметрической модели города. Информационная модель здесь является вспомогательным инструментом, поскольку данный этап, аналогично этапам системный анализ (1) и формирование видения и целевой модели (3), является слабо формализуемым ввиду высокого значения коммуникативных действий и организационных решений.

Реализация полного цикла информационного моделирования пространственной системы города, представленного в Рисунок 23 требует проведения масштабной работы, с участием специалистов различных областей, а главное — внедрения в практическую деятельность с постепенным ее перестроением. В рамках данной исследовательской работы осуществляется апробация отдельных элементов построения параметрических моделей города на этапах 1–2.3: системный анализ (1), сбор и подготовка данных, выявление параметров системы (2.1), моделирование и визуализация (2.2), аналитическая интерпретация, результаты (2.3) (Рисунок 24). Этой части работы посвящена глава 3.

Результаты аналитического моделирования в дальнейшем позволяют перейти к формированию видения и целевой модели (3), и последующим этапам: построению проектной модели (4) и реализации через управление и регулирование (5).

Выводы по главе 2

Во второй главе город как объект исследования и предмет деятельности рассматривается в качестве сложной пространственной естественно-искусственной системы, обладающей свойствами саморегуляции и саморазвития. Современная научная картина мира, характеризующаяся постнеклассической рациональностью, предоставляет нам понятийный аппарат для изучения сложных саморазвивающихся систем, к которым относятся и архитектурно-градостроительные системы.

1. Выявлено, что подходам к моделированию, проектированию и управлению развитием пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы отвечают такие отечественные концепции как каркасно-тканевая модель А. Э. Гутнова, неравномерно-районированная модель А.А. Высоковского, территориально-коммуникационная модель О.А. Баевского. Зарубежные исследователи развивают модели на основе клеточных

автоматов, агентных систем и модели гравитационно-дискретного выбора. Методы параметрического моделирования позволяют вобрать в себя элементы данных моделей, синтезируя на их основе общую параметрическую модель города, обеспечивающую цели предпроектного анализа и последующего концептуального архитектурно-градостроительного проектирования.

2. Определено, что существующие системы и концепции систем информационного моделирования архитектурно-градостроительных систем (BIM, ГИС, CIM, TIM) направлены в первую очередь на решение технических задач, оставляя пространство для дискуссии о теории организации информационной модели города.

3. Показано, что полнота описания модели города основывается на описании системы необходимых и существенных параметров, для чего пространство города дифференцируется по типам и интенсивности обменных явлений на материальное пространство, пространство процессов и информационное пространство. Каждое из выделенных подмножеств городского пространства составляет основу классификации параметров, необходимую для обеспечения полноты построения информационной параметрической модели города для этапа предпроектного анализа и обеспечения в последующем точности и эффективности концептуального архитектурно-градостроительного проектирования. Предложенная дифференциация — основа построения системы базы данных, описывающей сложную саморазвивающуюся систему города.

4. Сформулированы принципы параметрического моделирования в архитектурно-градостроительном проектировании: проектирование, основанное на данных; алгоритмизация; процессуальность; оптимизация, адаптивность и вариативность; генеративность; управление сложностью; цифровая интеграция.

Сформулирована общая структура параметрической информационной модели города как средства сбора, обработки, визуализации и аналитической интерпретации данных, данных, моделирования и прогнозирования альтернативных сценариев, выбора целевой модели, разработки концепции пространственного развития города, проектирования и регулирования пространственного развития города. Выявлены этапы процесса реализации параметрической модели города, в которых возможности формализации и автоматизации снижаются ввиду высокой роли когнитивных, коммуникационных и организационных процессов: системный анализ (1), формирование видения и целевой модели (3), управление и регулирование (5).

5. Определена основная идея параметрической модели города: моделирование вариантов концептуальных масс застройки на основе параметров текущего состояния системы города, прогнозируемых направлений эволюционного развития (исходя из закономерностей

функционирования и развития пространства процессов) и индивидуальных (групповых) урбанистических интересов, выявляемых в социальном (информационном) пространстве с определением соотношения экономических и социальных характеристик альтернативных решений и степени их вероятности. Целью моделирования, проектирования и управления пространственным развитием города должно стать эффективное обеспечение свободы выбора, возможностей развития человека, сообщества, города.

ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ ОСНОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)

В третьей главе на основе теоретического анализа проводится экспериментальная апробация элементов параметрической модели города. Проводится сбор и подготовка исходных данных; обработка, визуализация и аналитическая интерпретация по методикам пространственных матриц плотности, неравномерно-районированной модели города, матриц пространственных диспропорций территориально-коммуникационной модели города. Прогнозирование альтернативных сценариев, выбор целевой модели, разработка концепции пространственного развития города, проектирование и регулирование в рамках данной работы подробно не рассматривается, но описывается в рамках теоретической модели.

3.1 Сбор и подготовка исходных данных для моделирования пространственной системы г. Владивостока

Элементы параметрической модели города, рассматриваемые в данной работе, касаются основных явлений и объектов, формирующих пространственную систему города:

1) в материальном пространстве города – это распределение субъектов – населения и искусственных объектов – застройки, а именно, плотность населения, процент и плотность застройки.

2) в пространстве процессов города – это распределение деятельности субъектов, куда относятся категории мобильности, производства и потребления. В переходе на параметры мобильность будет оцениваться транспортная доступность территорий, а о деятельности, производящей и потребляющей в совокупности с мобильностью можно косвенно судить через связность с населением и точками притяжения города.

3) в информационном пространстве города, которое является наиболее сложным и неопределенным объектом для изучения, – следы мнений о территориях города, популярность и интенсивность использования территории города.

Перечисленные параметры не являются исчерпывающими, но позволяют построить основные значимые аналитические модели города.

В данной работе не рассматриваются вопросы ландшафтно-климатических факторов, которые, тем не менее, составляют значимую содержательную часть общей теории параметрической модели города, а именно: формирование и влияние естественных объектов (материальное пространство), естественных процессов (пространство процессов) и, в итоге, законов природы, описывающих указанные процессы. Для территорий юга Дальнего Востока

проблематика формирования устойчивой городской среды в заданных природно-климатических условиях подробно исследуется в работах П. А. Казанцева [178, 61, 62].

Первый этап сборки и подготовки исходных данных заключается в определении границ ячеек города, для которых будут определяться расчетные параметры и показатели. Эти ячейки, по сути, играют роль клеток города, если проводить аналогию с городом как организмом. Можно выявить несколько способов выявления границ и конфигурации расчетных кварталов.

Наиболее математически простой способ основывается на принципе *равных ячеек*, при котором осуществляется равномерное замощение рассматриваемой территории многоугольниками, к примеру шестиугольниками или квадратами. Достоинством данного метода является идеальное совпадение размеров и площади участков. Но при этом разные типы территорий попадают в границы одной ячейки совершенно бесконтрольно, то есть случайно, что приводит к унификации типа там, где необходимо осуществить различение.

Одним из видов ячеек, присущих городской ткани как таковой, являются *кадастровые участки*, границы которых зафиксированы юридически. Закрепленный вид использования участка обеспечивает его однородность. Но зачастую юридические границы не соответствуют фактическим или же вовсе отсутствуют. Недостатком данной сетки для целей исследования также является излишняя дробность и неравномерность заполнения пространства города.

Зоны, зафиксированные в генеральном плане и в иных документах территориального планирования, отвечают принципу *функциональной однородности*. Ограничения применения касаются методики определения их границ, которая скрыта внутри «кухни» разработчиков данных документов.

Оптимальным для целей данного исследования является способ выделения расчетных кварталов по принципу максимального приближения к однородности совокупности показателей: морфологии застройки, плотности застройки, транспортной доступности, плотности населения – при одновременном стремлении к единообразию формы и площади участка. Определение параметров системы далее определяются для расчетных кварталов, сформированных по указанному принципу. Границы исследования охватывают урбанизированную часть города Владивостока, расположенную на юге полуострова Муравьева-Амурского. Северная граница проходит по трассе Седанка-Патрокл, южная включает полуостров Саперный острова Русский.

Определение показателей распределения субъектов материального пространства города – плотности населения. Численность населения получена исходя из открытых данных о жилой площади многоквартирных домов жилищных компаний на сайте «Реформа ЖКХ» [38] и показателя средней обеспеченности жильем населения города.

Плотность населения является эквивалентом показателя интенсивности использования территорий. Данные о плотности населения основаны на жилой площади многоквартирных жилых зданий. Данная информация была извлечена с официального сайта «Реформа ЖКХ» [115], на котором в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 23 сентября 2010 г. N 731 «Об утверждении стандарта раскрытия информации организациями, осуществляющими деятельность в сфере управления многоквартирными домами» и частью 10 статьи 161 Жилищного кодекса РФ, организации, осуществляющие управляющие многоквартирными домами, обязаны раскрывать информацию о своей деятельности путем публикации её на официальном сайте в сети Интернет. Данные о жилой площади многоквартирных домов были дополнены данными о 45 общежитий.

Данные о распределении индивидуальной жилой застройки в расчете отсутствуют, но, так как индивидуальная жилая застройка обладает очень низкой плотностью населения, ею можно пренебречь в рамках данной работы.

Согласно краткому статистическому сборнику от 2018 года [24] жилищный фонд Владивостокского городского округа составляет 21,3 кв. м на одного жителя в среднем. Исходя из среднего показателя обеспеченности жильем и суммарной жилой площади, для каждого расчетного квартала было определено количество жителей и, соответственно, плотность населения.

Карта распределения плотности населения представлена в Рисунок 27. Суммарная площадь расчетных кварталов составляет 12808,6 га. Суммарная площадь кварталов с плотностью населения ниже 5 чел/га составляет 9564,00 га, что составляет 71,75% от всей расчетной территории. Незаселенными являются 71,23% территории города. Средняя плотность населения 65,2 чел/га. Рисунок 3.1 демонстрирует распределение показателя плотности выше 5 человек на гектар по территории города. Только 1,2% территории (155,22 га) имеют плотность населения выше 300 чел/га.

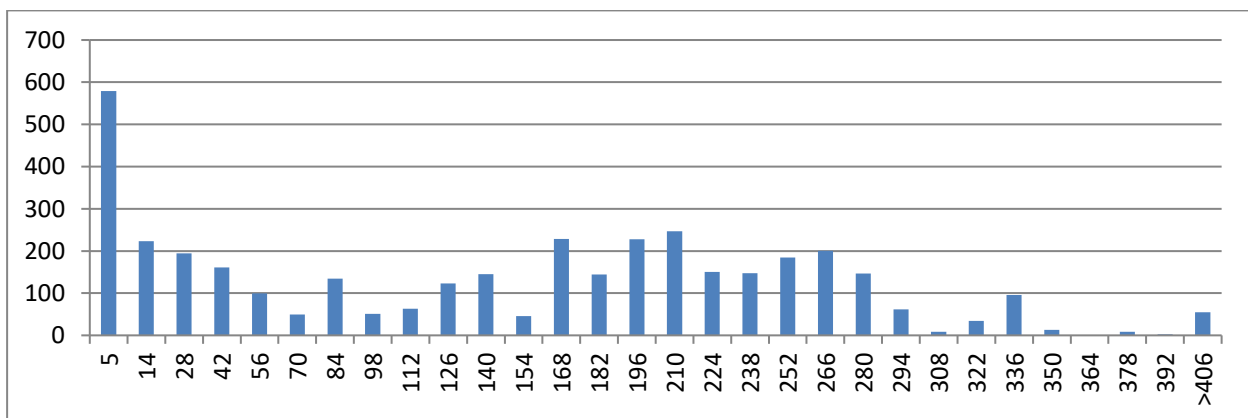


Рисунок 3.1 Распределение площади территорий города по плотности населения

Статистические средние показатели плотности значительно зависят от границ рассматриваемой территории, поэтому более показательной характеристикой является модальная плотность населения города Владивостока, которая составляет 230 чел./га.

Определение показателей распределения объектов материального пространства города – плотности и процента застройки. Распределения показателей процента застройки и плотности для территории г. Владивостока, выполненные на основе открытых данных OpenStreetMap представлены в Рисунок 25 и Рисунок 26. Средние значения показателей рассматривать нецелесообразно ввиду их зависимости от границ рассмотрения, потому были найдены модальные значения, т.е. имеющие наибольшую частоту распределения 18% для процента застройки и 7,5 тыс. кв. м/га – плотность застройки.

Определение показателей распределения характеристик пространства процессов города – интенсивность использования территории. Определение показателей насыщенности – интенсивности использования территории проводится на основании следующих данных:

Социологические данные о наиболее популярных местах города — «точках притяжения» были извлечены из социальной сети Foursquare. Foursquare является источником информации о посещаемости объектов города: места, количество пользователей, количество отметок («check-in»). Пользователи сети отмечают в различных заведениях с помощью мобильного телефона, фиксируя свое местоположение посредством GPS-навигации.

Данные были собраны по состоянию на декабрь 2016 г. После исключения точек, отмеченных как «жилье», общее количество зарегистрированных мест Foursquare для г. Владивостока составило 13581 точки. Наиболее популярные места Владивостока (по количеству пользователей): 1) Международный аэропорт Владивосток (9623); 2) Спортивная Набережная (3421); 3) Набережная Цесаревича – (2666); 4) о. Русский (2565); к/т Океан (2353); г. Владивосток – (2281); бух. Шамора – (2254); Золотой мост (2044).

Так как общее число пользователей социальной сети неизвестно, объем выборки принимается по максимальному числу зарегистрированных пользователей на одном объекте на территории Владивостока – 9623 человека в Международном аэропорту Владивостока.

Для анализа был произведен переход от абсолютных показателей к относительным, так как анализируемые расчетные кварталы имеют разные величины. Плотность «точек притяжения» характеризуется относительным показателем количества зарегистрированных в сети мест в данном расчетном квартале, приведенным к площади и к безразмерной величине от 0 до 1. Максимальная плотность точек притяжения составила 50 мест на гектар. Этот показатель является скорее исключением, равномерное изменение показателя плотности начинается со значения 20,1. На карте (Рисунок 3.2.) представлены результаты определения показателей

плотности точек притяжения для каждого исследуемого расчетного квартала. Средний показатель ранга интенсивности использования территории по данным о плотности точек притяжения составляет 0,12. Для 30% территории характерен ранг использования меньше 0,01.

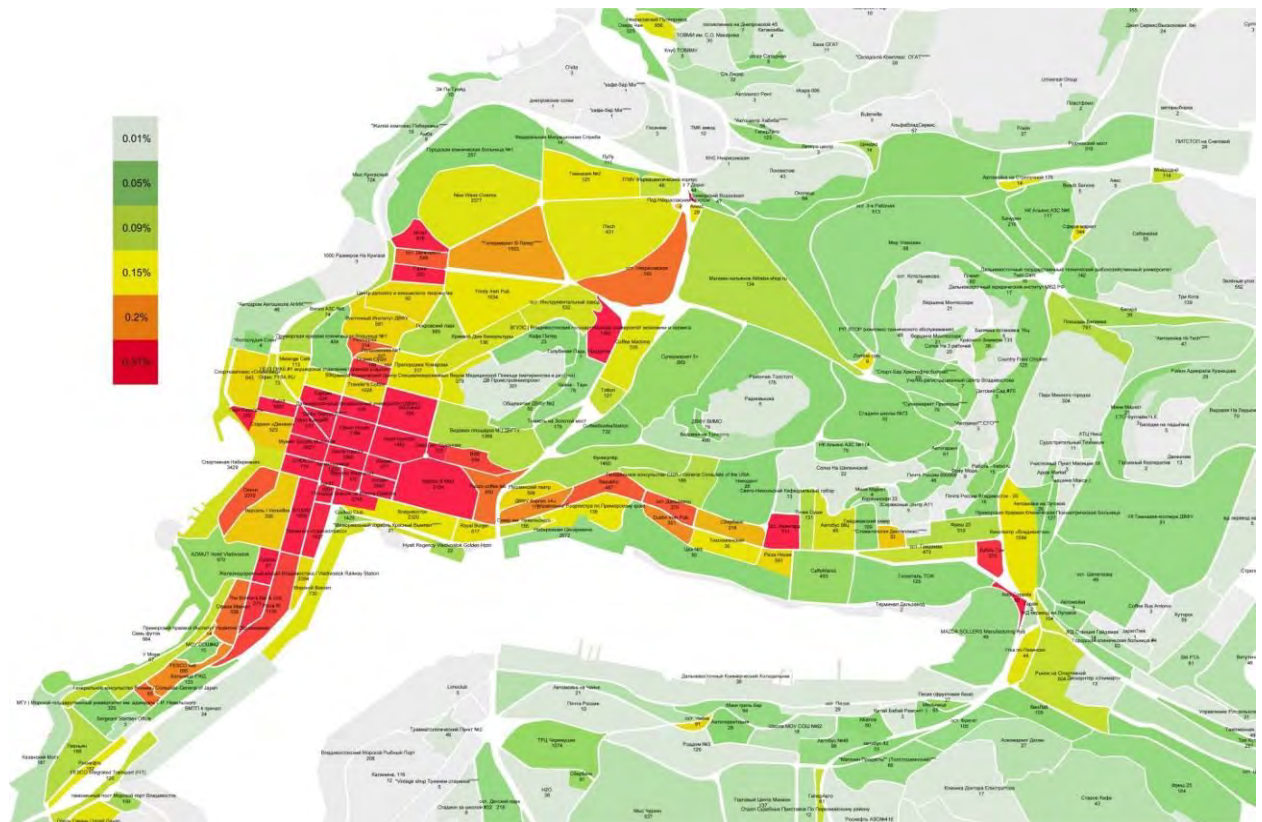


Рисунок 3.2 Карта плотности «точек притяжения» территорий центральной части города на основе показателей плотности точек притяжения

Величина выборки позволяет достаточно точно судить об интенсивности использования городского пространства, но необходимо заметить, что рассматриваемая выборка смещена в сторону более молодых групп населения, к которым относятся пользователи социальной сети Foursquare. Для каждого квартала также определено главное место – объект с максимальным числом пользователей.

В результате анализа полученной информации было выявлено, что максимальной плотностью точек притяжения характеризуются кварталы, тяготеющие к пересечению улиц Алеутской и Светланской. Эти улицы являются наиболее привлекательными для гостей и жителей города, образуя оси притяжения, что обосновывается их исторической значимостью. Явственно прослеживается центрическая структура города.

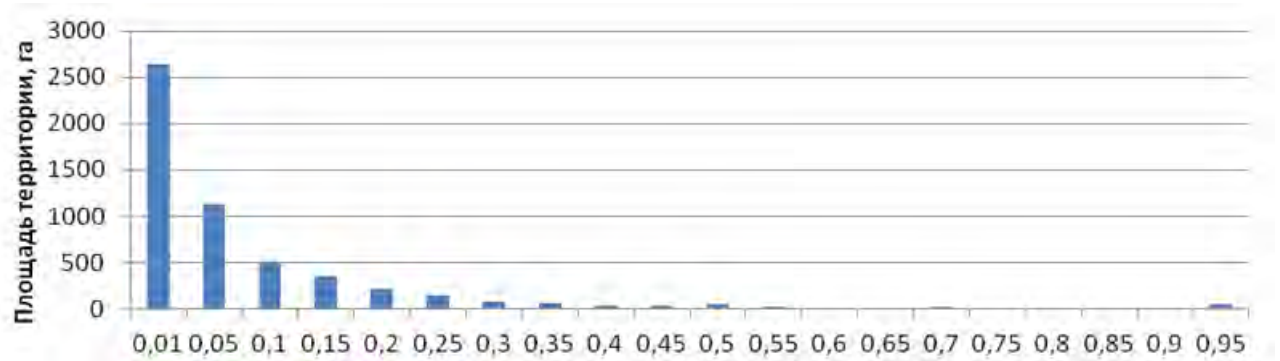


Рисунок 3.3 Распределение площади территорий в зависимости от показателя плотности точек притяжения

Очаги городского пространства, также характеризующиеся высокой привлекательностью для пользователей, фиксируются в районах остановки Дальпресс, ВГУЭС, стадиона Авангард, площади Луговая. Что касается п-ова Голдобина, то, несмотря на изменение положения в структуре города в связи со строительством Золотого моста, его привлекательность с точки зрения мест, интересных для посещения, невысока. Наиболее низкая плотностью точек притяжения в центральной части города наблюдается на территориях промышленных предприятий и на возвышенностях.

На гистограмме представлено распределение показателей плотности точек притяжения по территории города (Рисунок 6). Для 79% территорий характерно нулевое значение, территории с интенсивностью использования больше 0,5 составляют всего 1.4%.

Для формирования более точных показателей интенсивности использования территорий города необходимы показатели общественной застройки, т. к. не все объекты, являющиеся точками притяжения для жителей города, представлены в социальной сети Foursquare. Кроме того, плотность общественной застройки на территориях города характеризует средовой потенциал для размещения точек притяжения.

Источником такого рода информации о местах и объектах города могут быть не только специально подготовленные базы данных коммерческих или муниципальных ГИС, но также открытые краудсорсинговые платформы и автоматически генерируемые в процессе активности пользователей данные информационного пространства. В сравнительно свободном доступе такого рода информация содержится в онлайн-сервисах Google Maps, Foursquare и Instagram¹⁶ (Рисунок 3).

¹⁶ Продукт компании Meta*, признанной экстремистской организацией, деятельность которой запрещена на территории РФ.

Google Maps – открытый картографический сервис, предоставляемый компанией Google. Кроме карт и спутниковых снимков сервис включает также информацию о физических местах («Google Places»), которые может добавить любой пользователь. Так как сервис является широко используемым в качестве навигатора и источника картографической информации, собственники организаций заинтересованы в том, чтобы их объекты значились в системе, и любой человек мог по запросу определить местонахождение объекта. Служба сервиса также заинтересована в актуальности информации об объектах города. Фактически это означает, что Google Places можно считать достоверным источником сведений о существующих местах города. Предусмотренный разработчиками сервиса интерфейс программирования приложения Google Places (API, Application Programming Interface) позволяет получить доступ к информации о местах, расположенных на определённой территории с заданными координатами. Помимо имени места и его координат в структуре данных содержится перечень типов, характеризующих назначение места, например: магазин, остановка, кафе, библиотека, автомойка и т. д.

Еще одним источником данных о городских объектах является социальная сеть Foursquare, которая предоставляет информацию о посещаемости и популярности объектов города. Данные Foursquare содержат координаты и имя места, его категорию, количество пользователей, количество отметок («check-in»). Посредством GPS-навигации происходит фиксация местоположения пользователя в определенном месте города, приложение предоставляет возможность оставить свое мнение и оценку места по десятибалльной шкале. Место выбирается либо из существующих в системе, либо создается пользователем, при этом присваивается определенное имя и категория. Принципиальным отличием от Foursquare Google Places как источника данных о местах города является мотивация использования. Основной функцией Foursquare является возможность фиксации оценки и отзыва, преимущественное назначение сервиса – выбор наиболее привлекательных мест города для свободного времяпрепровождения. Таким образом, социальная сеть Foursquare отражает свободный выбор гостей и жителей города, а данные этого сервиса являются семантически окрашенными, т. е. относятся не столько к физическому, сколько к социальному пространству города. При этом важно заметить, что несмотря на то, что выборка пользователей Foursquare смещена по возрасту в сторону более молодых групп населения, эта категория включает в себя наиболее активных пользователей городского пространства.

Выявление узлов города в социальном пространстве производится с помощью геопространственных данных о местах города в социальных сетях, которые позволяют проанализировать отражение взаимодействия людей в физическом пространстве города. Чем более привлекательно, популярно или значимо то или иное место, тем с большей вероятностью

люди оставляют следы в информационном пространстве, привязываясь к данной локации. Объекты в большей степени утилитарные и функциональные, нежели привлекательные, наоборот, не побуждают человека соотнести себя с этим местом, отметив его в социальной сети.

Определение показателей распределения характеристик пространства процессов города – мобильность, связность с населением, связность с точками притяжения. Показатели связности зависят от положения территории в пространственной структуре города и характеризуют взаимное расположение людей и «точек притяжения», связанных транспортной сетью. Характеристика положения каждого расчетного квартала по отношению к другим расчетным кварталам определялась с помощью показателя времени перемещения на автомобиле. Данные были получены с помощью клиентского приложения, отправляющего запросы на сервис для построения кратчайших маршрутов между заданными точками с открытым исходным кодом Open Source Routing Machine (OSRM). Была возможность извлечь информацию только о перемещении на автомобиле, поэтому данный расчет связности будет актуален только для жителей, перемещающихся на автомобиле. Кроме того, необходимо понимать, что расчет связности не является полноценной транспортной моделью и не может учитывать изменение времени доступности в связи с заторами на дорогах несмотря на то, что это является очень мощным фактором влияния на связность структуры города.

Согласно исследованиям НИиПИ «Институт урбанистики» распределение пассажиропотока во Владивостоке между индивидуальным транспортом и общественным составляет 56% и 44% соответственно [73]. То есть данное исследование актуально для 56% населения, имеющих возможность передвигаться на автомобиле.

Диапазон времени для расчета связности был выбран 8 минут. При данном временном параметре распределение расчетных кварталов по величине доступной территории наиболее приближено к нормальному (Рисунок 3.4).

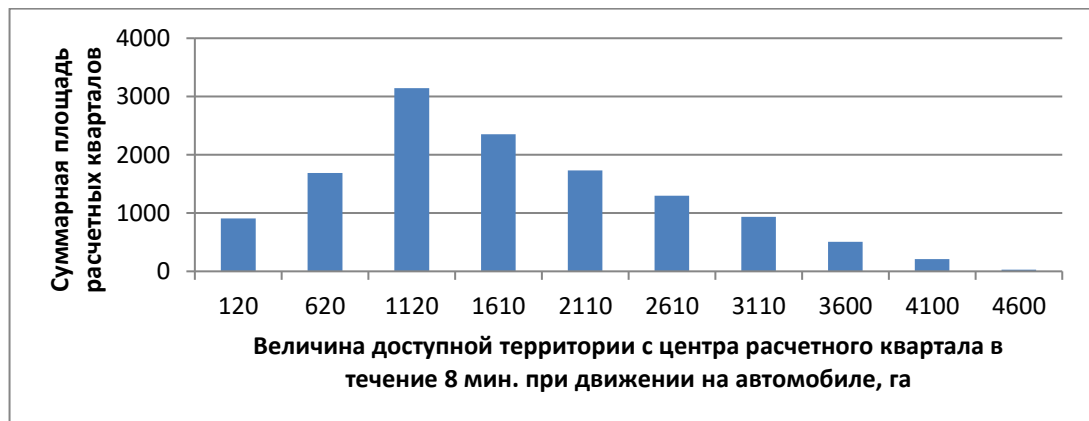


Рисунок 3.4 Распределение площади территорий по транспортной доступности 8 мин. при движении на автомобиле

В итоге была получена матрица с временными показателями автомобильной доступности между центрами расчетных кварталов в реальной транспортной структуре города. Для оценки связности эту информацию необходимо оценивать в совокупности с показателями плотности населения и точек притяжения, т. к. каждый расчетный квартал необходимо рассмотреть как территорию, куда за данное время может попасть определенное количество людей, и как территорию, из которой за данное время можно добраться до определенного количества «точек притяжения».

Показатель связности с населением определяется суммой населения, проживающего в расчетных кварталах, расположенных в зоне доступности, не превышающей заданное время (Рисунок 3.5).

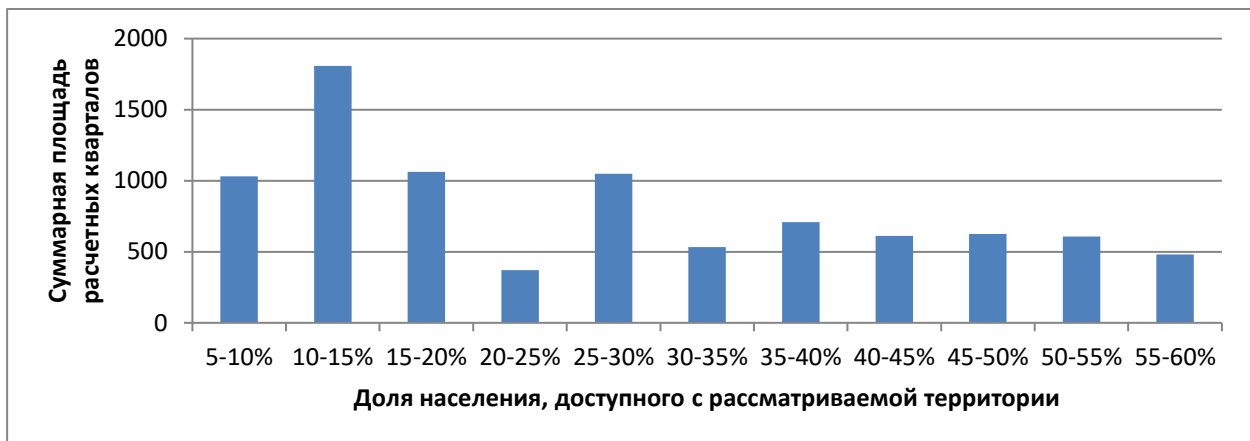


Рисунок 3.5 Распределение площади территорий по показателям связности с населением

Показатель связности с «точками притяжения» аналогично определяется суммированием количества «точек притяжения» в расчетных кварталах в зоне доступности (Рисунок 3.6).

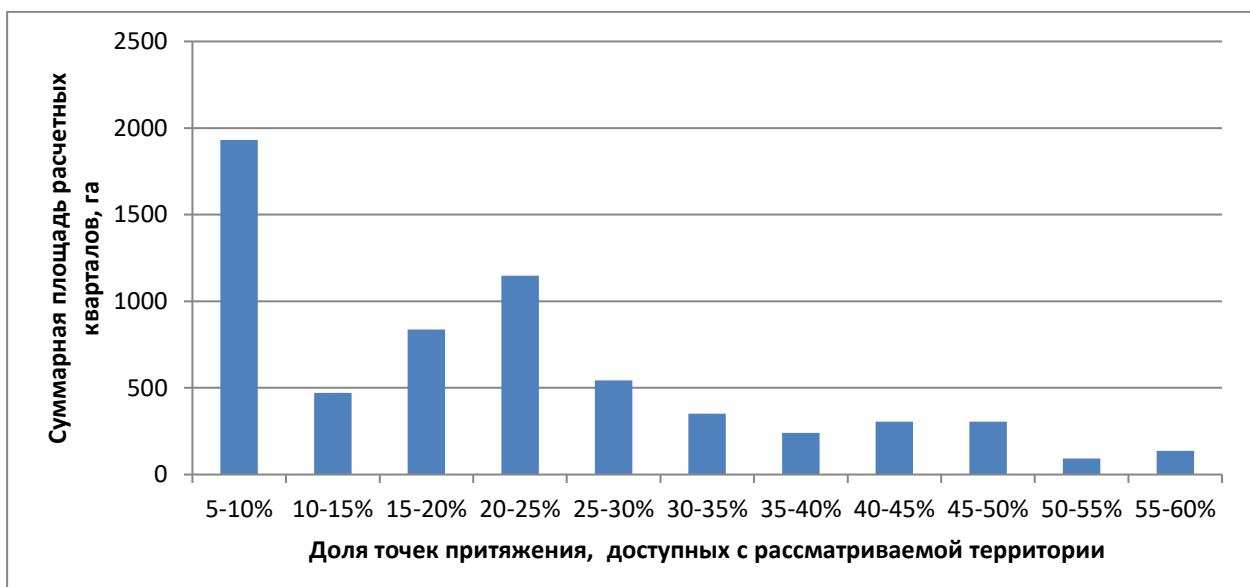


Рисунок 3.6 Распределение площади территорий по показателю связности с точками притяжения

Связность территории рассчитывается как интегральный показатель, особенный интерес может представлять анализ показателей связности в зависимости от способа передвижения. Ячейки матрицы определялись с помощью вычисления среднего значения и среднеквадратичных отклонений.

Связность территории с точками притяжения или с услугами – это показатель, характеризующий качество жизни населения, и определяют образ жизни, который ведут люди.

Определение показателей связности – моделирование всех возможных перемещений между кварталами на основе схемы существующей улично-дорожной сети и взаимного расположения населения, и «точек притяжения». Расчетное время определяется на основании вычисления нормальной транспортной доступности. Транспортная доступность – средневзвешенный показатель времени, необходимый для преодоления расстояния между территориями на автомобиле или на общественном транспорте. Нормальная транспортная доступность – показатель времени, для которого при заданном распределении населения и «точек притяжения» площади территорий с различными показателями связности приближены к нормальному распределению. Для Владивостока нормальная транспортная доступность составила 8 минут.

Связность с населением: оценивается доля населения, которая может попасть на данную территорию в течение расчетного времени (возможность приехать «сюда»).

Связность с точками притяжения: оценивается доля точек притяжения, доступных с данной территории в течение расчетного времени (возможность доехать «отсюда»).

Связность территорий города позволяет оценить средовой потенциал территории как места, пространственно связанного с территориями, насыщенными «точками притяжения» и потенциал территории, обусловленный ее положением в структуре города по отношению к проживающему населению [13]. При анализе связности рассматривается положение территории в структуре города, свойства улично-дорожной сети, а также взаимное расположение населения и различных объектов. Связность территории с точками притяжения или с услугами – это показатель, характеризующий качество жизни населения и определяющий образ жизни, который ведут люди.

Моделирование всех возможных потенциальных перемещений в пространстве города на основе схемы существующей улично-дорожной сети выполнено для получения показателя связности каждого расчетного квартала с точками притяжения: оценивается доля точек

притяжения, доступных с данной территории в пределах расчетного времени перемещения на автомобиле.

Расчетное время определяется на основании вычисления нормальной транспортной доступности. Транспортная доступность – средневзвешенный показатель времени, необходимый для преодоления расстояния между территориями на автомобиле или на общественном транспорте. Нормальная транспортная доступность – показатель времени, для которого при заданном распределении населения и «точек притяжения» площади территорий с различными показателями связности приближены к нормальному распределению.

Показатели связности зависят от положения территорий в пространственной структуре города и характеризуют взаимное расположение людей и «точек притяжения», связанных транспортной сетью. Характеристика положения каждого расчетного квартала по отношению к другим расчетным кварталам определялась с помощью показателя времени перемещения на автомобиле. Данные были получены с помощью клиентского приложения, отправляющего запросы на сервис для построения кратчайших маршрутов между заданными точками с открытым исходным кодом «Open Source Routing Machine» (OSRM). Поскольку была возможность извлечь информацию только о перемещении на автомобиле, данный расчет связности будет актуален только для жителей, перемещающихся на автомобиле.

Для реализации подсчёта времени передвижения между расчетными кварталами г. Владивостока была использована четвертая версия API (application programming interface) HTTP запросов для проекта с открытым исходным кодом OSRM. В проекте OSRM реализуется высокопроизводительное программное обеспечение для построения кратчайших путей в сети автомобильных дорог. В качестве картографического сервиса используется OpenStreetMap. Для определения времени перемещения между всеми кварталами Владивостока требуется получить время перемещения между всеми возможными парами, которые могут образовать 676 расчетных кварталов. То есть, необходимо сформировать 456976 (6762) запросов и обработать столько же ответов. Для решения этой задачи использовался высокоуровневый язык C# и фреймворк .NET4.5. Запросы отправляются с использованием пространства имён System.Net, которое представляет простой программный интерфейс для многих современных сетевых протоколов. Полный листинг кода сбора информации о времени перемещения между кварталами Владивостока приведён на вэб-сервисе для хостинга IT-проектов GitHub¹⁷.

¹⁷ GitHub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/MrHantLP/osrm-VL-parallel-CS/blob/master/osrm-VL-parallel/Program.cs>

После обработки запроса данные о времени перемещений между кварталами записываются в таблицу формата *.csv для последующей обработки с помощью визуального языка программирования Grasshopper.

Согласно исследованиям НИиПИ «Институт урбанистики» распределение пассажиропотока во Владивостоке между индивидуальным транспортом и общественным составляет 56% и 44% соответственно [73]. То есть данное исследование актуально для 56% населения, имеющих возможность передвигаться на автомобиле. Т. к. свобода перемещения общественного транспорта существенно ниже личного, выявленные в дальнейшем на основе данного исследования проблемы касаются и пользователей общественного транспорта, но не исчерпываю их.

Диапазон времени для расчета связности был выбран 8 минут. При данном временном параметре распределение расчетных кварталов по величине доступной территории наиболее приближено к нормальному (Рисунок 29). Столь малая величина расчетного времени кажется невероятной для жителей города, потому что в реальной ситуации движение в городе в связи с высоким уровнем автомобилизации затруднено и фактическое время перемещения зависит не от расстояния, а от загруженности участков транспортной сети. При этом г. Владивосток является очень компактным городом и в отсутствии заторов на дорогах пересечь его можно за 15–20 минут (Рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 Распределение площади территорий по транспортной доступности 8 мин. при движении на автомобиле

В результате сбора данных была получена таблица-матрица с временными показателями автомобильной доступности между центрами расчетных кварталов в реальной транспортной структуре города, с которой проводилась аналитическая работа в программной среде Grasshopper. Карта (Рисунок 29) иллюстрирует, какая доля площади территории города доступна в течение расчетного времени и, фактически, описывает лишь временные показатели автомобильной доступности между центрами расчетных кварталов в транспортной структуре города. Для оценки связности эту информацию необходимо оценивать в совокупности с

показателями плотности точек притяжения, т. к. каждый расчетный квартал необходимо рассмотреть как территорию, из которой за данное время можно добраться до определенного количества «точек притяжения».

Расчет транспортной доступности не является полноценной транспортной моделью и не может учитывать изменение времени доступности в связи с заторами на дорогах несмотря на то, что это является очень мощным фактором влияния на связность структуры города.

Показатель связности с «точками притяжения» определяется суммированием количества «точек притяжения» в расчетных кварталах в расчётной зоне транспортной доступности (Рисунок 31). Пространственное распределение показателей связности показывает, что территориями, предоставляющими наибольший выбор благ и услуг проживающему на них населению, т. е. с которых доступна наибольшая доля «точек притяжения», является район ул. Военного шоссе, а также ул. Некрасовской и кварталы Голубиной пади. Распределение территорий по показателю связности с точками притяжения представлено на гистограмме (Рисунок 10).

Разделение территорий по среднему значению показателя позволяет выделить наиболее ценные для пространственного развития территории города. Территории, обладающие показателем связности с точками притяжения выше среднего значения 33%, обладают наибольшим градостроительным потенциалом. Среднее значение отделяет связанное от несвязного (Рисунок 32). Таким образом, оказывается «отрезанной» южная часть полуострова Шкота. Низкая транспортная доступность этих территорий значительно ухудшает качество жизни проживающего на них населения.

Вычислительный подход в анализе города позволяет математически строго определить положение территории в структуре города. Точность анализа зависит от достаточности и актуальности необходимых данных и дополняется экспертной оценкой. При уточнении исходных данных и использовании различных типов данных результаты анализа могут служить важным инструментом принятия решений. Изучение современных подходов и методов прогнозирования градостроительных систем является одним из наиболее перспективных направлений в области современной градостроительной теории [93].

Развитие современного города становится все менее предсказуемым, потому что жизнь горожан меняется и становится динамичнее в связи с расширяющимися возможностями, которые предоставляют современные технологии. С применением инструментов и методов вычислительного проектирования, позволяющих обрабатывать и анализировать такие объемы информации, с которыми традиционными методами работать практически невозможно, становится достижим объективный учет реальных сложных процессов, протекающие в

пространстве города. Доступность данных необходима для городских исследований, их анализ способен выявить объективную информацию, влияющую на принятие решений в вопросах эффективного территориального планирования.

3.2 Выявление морфотипов застроенных территорий города по методике пространственных матриц SpaceMatrix

В данном разделе рассматривается исследование типов застройки г. Владивостока по методикам пространственных матриц плотности SpaceMatrix. Типизация и кластеризация территорий города является важной задачей для целей градостроительного развития, управления и регулирования. Проверяется гипотетическое предположение, согласно которому форма материального пространства ткани города может быть определена в полной и достаточной мере параметрами плотности и процента застройки. В результате работы, согласно данной методике, были выявлены основные морфотипы застройки г. Владивостока, проведен сравнительный анализ типа застройки и интенсивности использования, выявлены территории, для которых повышение плотности застройки является наиболее целесообразным с точки зрения достигаемого эффекта.

Вопросы определения параметров материального пространства города, являющихся существенными с точки зрения моделирования, проектирования и управления пространственным развитием территории, являются актуальной задачей современной градостроительной науки [70]. В настоящее время разработка документов территориального планирования ведется на основе принципов функционального зонирования, которые предполагают дифференциацию территорий по признакам того или иного режима использования [39, статья 19]. Вопросам формы, плотности и процента застройки и их взаимосвязи с социально-экономическими процессами уделяется незаслуженно мало внимания, в то время как выявление морфотипов застройки по параметрам плотности необходимо для разработки объемно-пространственных регламентов и стратегий пространственного развития города [74, 186, 189]. Типизация территорий позволяет определить общие принципы и закономерности для того или иного типа, выявить потенциал и резервы развития для территорий переходных типов. Также актуальной задачей является исследование пространственных характеристик постсоциалистических городов в условиях развивающейся рыночной экономики [177].

Актуальные методы в исследовании форм застройки развиваются в области машинного обучения [179, 167], а также в направлении развития алгоритмических инструментов, в том числе

методика пространственных матриц плотности Spacematrix [192, 186, 187, 85]. Данная методика была уточнена и апробирована на примере города Владивостока.

Методика Spacematrix определяет плотность городской ткани как явление с несколькими переменными и выявляет морфологические зависимости застройки. Одного показателя плотности застройки (FSI) недостаточно для определения морфологии городской ткани, т. к. кварталы с одной и той же плотностью могут иметь различную типологию застройки и этажность (Рисунок 3.8).

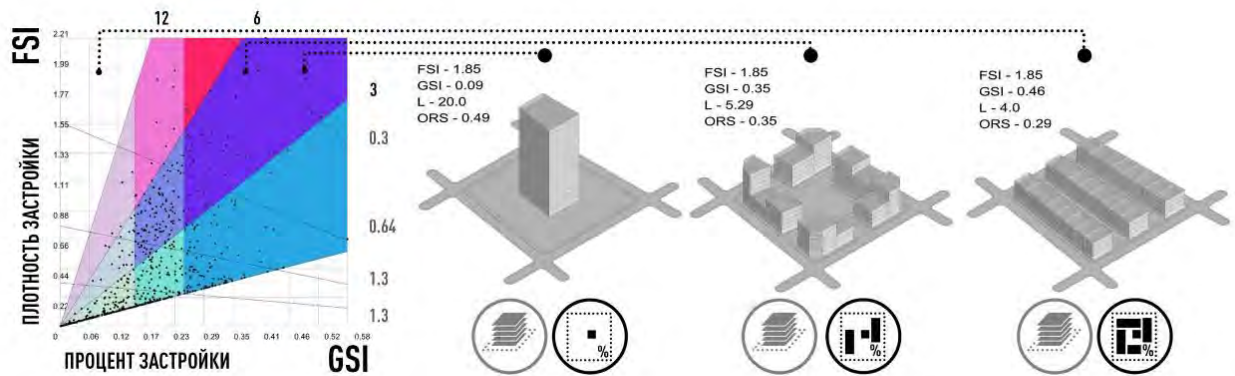


Рисунок 3.8 Различные типы застройки с одним и тем же показателем плотности застройки

На рисунке (Рисунок 3.8) показаны примеры того, как разные территории могут выглядеть при одной и той же плотности застройки. Во всех случаях коэффициент застройки FSI одинаков, но процент застройки GSI в левом случае относительно высок, в правом случае GSI является низким, средний пример занимает промежуточную позицию, что отражено на диаграмме Spacematrix. Представленные типы застройки имеют один и тот же FSI, но их положение на диаграмме Spacematrix отличается из-за различий в GSI, OSR и L. При применении методики Spacematrix для определения характеристик данных территорий достигается более точное описание типологии застройки.

Переменные Spacematrix, используемые для этого исследования, определяются и вычисляются следующим образом:

Коэффициент застройки FSI (Floor Space Index):

$$FSI = F / A \quad (1)$$

где F — общая поэтажная площадь всех зданий, расположенных на участке (m^2), а A — площадь городской ткани в (m^2).

Процент площади застройки GSI (Ground Space Index) рассчитывается следующим образом:

$$GSI = G / A \quad (2)$$

Где G — застроенная поверхность или площадь основания зданий (m^2), а A — площадь участка (m^2).

Среднее число этажей (L) и коэффициент открытого пространства (OSR) из основных индикаторы FSI и GSI выводятся следующим образом:

$$L = FSI / GSI \quad (3)$$

$$OSR = (1-GSI) / FSI \quad (4)$$

Физический смысл среднего числа этажей L выражается как отношение общей площади зданий к площади застройки:

$$L = F/G \quad (5)$$

Коэффициент открытого пространства представляет собой отношение незастроенной территории к площади участка:

$$OSR = (S-G)/F \quad (6)$$

Распределения показателей процента застройки и плотности для территории г. Владивостока, выполненные на основе открытых данных OpenStreetMap приведены в Рисунок 25 и Рисунок 26. Средние значения показателей рассматривать нецелесообразно ввиду их зависимости от границ рассмотрения, потому были найдены модальные значения, т. е. имеющие наибольшую частоту распределения 18% для процента застройки и 7,5 тыс. кв. м/га – плотность застройки. Совокупное рассмотрение процента и плотности застройки с помощью инструмента Spacematrix выявляет определенные типы застройки, характеризующиеся тем или иным соотношением строительных объемов и открытого пространства.

Параметры плотности и процента застройки определяют положение каждой территории на координатной плоскости, что позволяет оценить соотношение данных параметров. В исследованиях коллег, которое было проведено по данной методике для Стокгольма, кластеризация групп территорий осуществлялась эмпирическим путем по принципу близости точек на матрице M. Pont (2014) [187]. Математическое определение типов производится по средней этажности и показателям процента застройки 0,25 и 0,125 для того, чтобы иметь возможность провести сравнительный анализ с аналогичным исследованием, проведенным для четырех городов Нидерландов Ye, Y., & Van Nes, A. (2014)[203].

В результате кластеризации территорий выявлено 8 типов, разделяемых по группам в зависимости от средней этажности (mid-rise – от 3 до 6, low-rise – до 3, high-rise – от 6 до 12) (Рисунок 34):

1) mid-rise block type высокий процент застройки (25-58%), плотность от 8,0 тыс. кв.м/га – в основном кварталы исторического центра города. Данный тип застройки составляет 1,9%, (146 га.)

2) mid-rise strip type – средний процент застройки и средняя плотность – тип застройки, составляющий основную строительную массу для города Владивостока. Суммарная площадь территорий – 20,7% (1595 га);

3) mid-rise point type – низкий процент застройки, низкая плотность – в основном разреженная застройка на склонах сопки с неблагоприятным уклоном – 2,3% (176 га).

4) low-rise block type – высокий процент застройки при высоте до 3 этажей, низкая плотность застройки – некоторые кварталы исторического центра, но в основном это торгово-промышленные и торгово-складские территории, а также портовые территории; 9,7% (258 га)

5) low-rise strip type – средний процент застройки, низкая плотность застройки – территории с преобладанием блокированного индивидуального жилья или гаражных кооперативов, разреженные торговые и промышленные территории – 19,9% (1530 га).

6) low-rise point type – разреженная одноэтажная застройка, в основном прибрежные и портовые территории. От застроенных территорий г. Владивостока эти земли составляют 40,9% (3143 га).

7) high-rise strip type – средний процент застройки, этажность более 6 эт. и высокая плотность более 9,0 тыс. кв. м на га – компактные многоэтажные территории 1,3% (97 га);

8) high-rise point type – низкий процент застройки, отдельно стоящие многоэтажные здания с большими открытыми пространствами, микрорайонная застройка – 1,2% (88 га).

Так, большую часть рассматриваемой урбанизированной территории города Владивостока занимает разреженная малоэтажная застройка (VI) — 40,9% (3143 га). В основном это прибрежные и портовые территории, а также вершины сопки и крутые склоны (Рисунок 35). Близкий к данному тип малоэтажной застройки (V), характеризуемый средним процентом и низкой плотностью застройки – территории с преобладанием индивидуального жилья или гаражных кооперативов, разреженные торговые и промышленные территории – 19,9% (1530 га). Еще 9,7% (258 га) IV — более плотные, чем V тип торгово-промышленные и торгово-складские территории, а также портовые территории.

Среднеэтажная стройная застройка (II) составляет основную массу жилой застройки города (45%). Ее плотность застройки в среднем около 10 тыс. кв. м/га, этажность 6 этажей, процент застройки около 18%, общее количество площади 13. Локально выделяются районы современной многоэтажной микрорайонной застройки (VII и VIII) 1,3% (80 га). Наиболее ценная застройка центральной части города относится к типу мало и среднеэтажной квартальной (I), занимает 1,9% (164 га). Именно здесь наиболее высока концентрация и разнообразие различных предприятий и организаций города.

Таким образом проведено сплошное исследование г. Владивостока для выявления

морфотипов территорий по плотности и пространственное распределение плотности урбанизированных территорий для оценки градостроительного потенциала развития застроенных территорий. Сводная таблица характеристик морфотипов Владивостока представлена в таблице 3. Среди выявленных морфотипов для дальнейшего определения резервов развития застроенных территорий исключается VI — прибрежные территории, городские лесные массивы, вершины сопок, крутые склоны.

Актуальным является вопрос об определении целевого показателя плотности застройки как измеримого показателя обеспечения эффективности использования урбанизированных территорий с точки зрения фактора развития социального и экономического капитала при одновременном фиксации ценностей городской жизни.

Так как форма застройки города является основой для реализации процессов жизнедеятельности, такие параметры как плотность и процент застройки, этажность и доля открытых пространств, находясь во взаимосвязи с интенсивностью использования территории, иллюстрируют внутреннюю логику развития города. Методика Spacematrix на основании отношения плотности и процента застройки показывает распределение строительных объемов по территории города. Существует значительная корреляция между данными показателями и морфотипами застройки, но, тем не менее, форма застройки не может быть сведена к ним в полной мере. Так, к примеру, одним и тем же типом были классифицированы (тип 5, тип 6) территории с индивидуальными жилыми домами и со складскими помещениями. Совершенствование данной методики может лежать в направлении увеличения числа учитываемых параметров геометрической формы, например периметра и габаритных размеров, число углов и т. д. Полученные результаты исследования типов застройки города целесообразно оценивать во взаимосвязи с ролью территорий, которую они играют в пространственной структуре города.

Кластеризация территорий по признакам морфотипов застройки является действенным инструментом выявления групп территорий для целей территориального планирования и стратегического развития.

3.3 Выявление узлов пространственной структуры г. Владивостока

Одной из основ градостроительного регулирования территорий является получение актуального и объективного знания о морфологии городского пространства и закономерностях жизни и развития пространственных структур города. Решение этой задачи должно лежать в направлении построения теоретической модели города на основе данных информационного пространства. Работы по выявлению пространственной структуры города Владивостока ранее

были осуществлены в исследованиях ряда авторов В.В. Анисеева, А.Г. Бабенко, В.А. Обертаса, В.К. Моора и других [5, 6, 7, 12, 95, 96, 98]. Указанные исследования не касались вопроса построения модели города с целью прогнозирования направлений эволюционного развития пространственной структуры г. Владивостока, но заложили основу для проведения данной работы.

Вычислительный подход к исследованию пространственной структуры города по территориально-коммуникационной модели города О. Э. Баевского на основе городских данных описан в работах М.В. Викторовой и А. А. Мельникова [23, 89]. Принципы построения неравномерно-районированных моделей пространственной организации городов в совокупности с теорией математического программирования применялись в работе М. Р. Якимова [160] в аспекте анализа формирования транспортного спроса. Работа по разработке системы поддержки принятия решений в вопросах управления пространственным развитием городов и построению пространственной модели города проводилась для Перми с целью выявления потенциала перехода от моноцентрической к полицентрической структуре города [8]. Когнитивным подходам к районированию городской среды посвящены работы А.В. Крашенинникова [76, 77, 75].

В данной работе алгоритмические методы анализа количественных городских данных применяются для уточнения методики построения неравномерно-районированной модели города А.А. Высоковского на примере территорий города Владивостока. Уточненная методика включает в себя следующие этапы работы:

- сбор, обработка и подготовка исходных данных об объектах города;
- выявление типов и категорий объектов;
- разработка алгоритма визуализации объектов в пространственной структуре города;
- определение принципов построения изолиний, характеризующих распределение и кластеризацию объектов на территории;
- выявление границ и параметров узлов города – центров пространственных единиц;
- определение принципа ранжирования узлов на несколько уровней организации;
- определение основных показателей для каждого узла;
- анализ полученных результатов.

Неравномерно-районированная модель города. В основе неравномерно-районированной модели А.А. Высоковского [30, 29] лежит дифференциация поведения людей, упорядочиваемого с помощью пространственных ориентиров между ситуациями публичности и приватности. Согласно этой модели, в качестве фундаментальной характеристики поведения людей в городе принимается дихотомия коллективного (публичного) и индивидуального

(приватного) пребывания в пространстве города. Точка отсчета публичности по А.А. Высоковскому – место города, являющееся наиболее значимым и привлекательным для жителей, содержащее основные городские смыслы и характеризующееся высокой интенсивностью протекающих на нем процессов, разнообразием видов деятельности, концентрацией объектов обслуживания, культуры, офисов. Точка отсчета приватности субъекта имеет значение для самого субъекта и не значима для остальных жителей города, место размещения связано с его личной, частной жизнью.

Идеи неравномерности, как неотъемлемого свойства формирования пространственных структур, доказаны в работах Э.К. Трутнева [134, с. 47], где он также подчеркивает, что: «Неравномерность пространства, структурированного по оси центр – периферия, является условием для достижения максимума – экономического, этического, эстетического, экологического».

Под влиянием упорядочивающих факторов реализации публичных и частных стратегий поведения происходит формирование социальной и физической пространственной структуры города. Ключевым типом структур в неравномерно-районированной модели являются пространственные городские единицы – «узловые районы». Теория районирования была развита в работах доктора географических наук Б.Б. Родомана [116] и всегда была «визитной карточкой» российской географии [156]. Узловой район – это пространственная единица, зачастую с нечеткими границами, которая охватывает территорию, примыкающую к узлу пространственной структуры города, выделяемому как центр данной территории. Концентрация публичных объектов образует многофункциональный центр узлового района, на периферийной территории располагаются монофункциональные участки жилья, производства или рекреации (Рисунок 3.9). Каждая такая связка элементов образует устойчивую, относительно автономную структуру, обеспечивающую базовую жизнедеятельность проживающего населения.

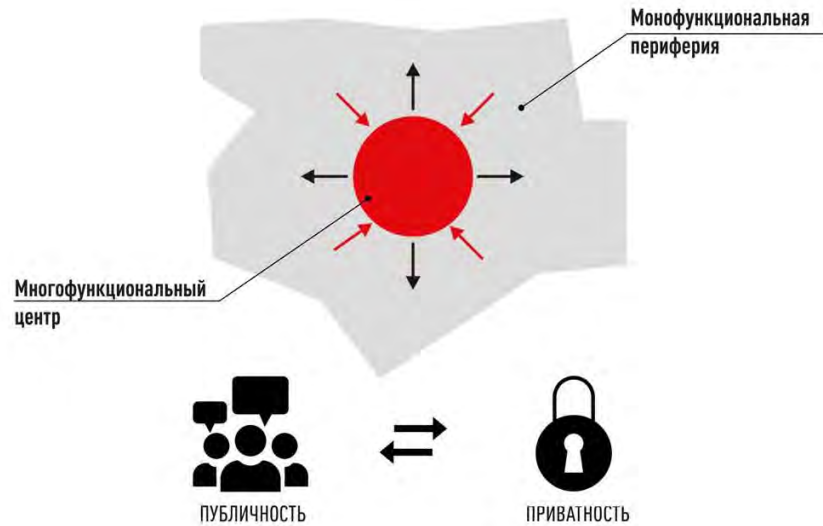


Рисунок 3.9. Модель узлового района по Б. Б. Родману

Узловые районы характеризуются неоднородностью и неравномерностью. По мере движения от центра на периферию узлового района изменяются виды деятельности и степень их разнообразия в соответствии с изменением ситуаций публичности и приватности, а также показатели экономических и социальных явлений городской жизни. «Город формируется и развивается путем создания, развития, соединения и разделения территориальных единиц. Обычно, формирование города начинается с создания одной, первой пространственной единицы – узлового района. Далее, по мере роста города формируются следующие территориальные единицы» [29, с. 100] (Рисунок 3.10).

Рядовые пространственные единицы – это городские узловые районы, которые имеют сформированную внутреннюю структуру, но более низкий уровень структурной развитости по сравнению с центральной единицей. Согласно А.А. Высоковскому, «ядро рядовой единицы формируется при наличии хотя бы одного уникального общегородского объекта в сочетании с разнообразными объектами обслуживания и офисами» [29, с.98]. Как важнейшее свойство рядовых единиц, во многом определяющее их удобство для жизни и привлекательность для жителей города, выявляется смещение ядра рядовой единицы из ее геометрического центра по направлению к центру единицы следующего уровня структурной организации.

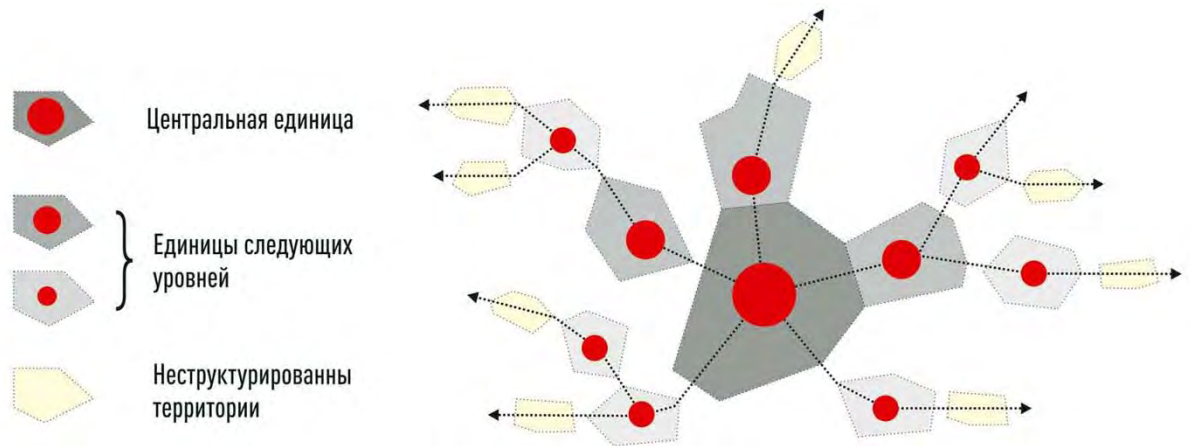


Рисунок 3.10. Модель неравномерно-районированной структуры города

Неравномерно-районированная модель позволяет судить о предпосылках эволюционного развития каркаса города. Узлы неравномерно-районированной модели детализируют структуры, образующие каркас города и учитывают принцип наследования. Под каркасом города понимается устойчивая структурообразующая часть пространственной системы города, характеризующейся высокой степенью освоения [13]. Это именно те территории, которые генерируют экономику города, где наиболее высок спрос на комфортную городскую среду [97]. Эволюционное развитие пространственных единиц происходит по направлению от меньшего уровня организации к большему. Наибольшим потенциалом обладают узлы начальных 1–2 уровней, которые могут быть рассмотрены как наиболее перспективные точки повышения эффективности пространственной организации города. Группы узлов по мере развития города будут укрупняться, новые узлы будут появляться на еще неструктурированных, но высокосвязанных территориях. Таким образом, неравномерно-районированная модель позволяет выявить перспективные границы развития каркаса города — территории, в которых наиболее целесообразно развитие общественно-деловой застройки.

Построение неравномерно-районированной модели города Владивостока.

1. Подготовка исходных данных. Построение неравномерно-районированной модели города Владивостока основывается на данных о местах, организациях и объектах города. Источником такого рода информации могут быть не только специально подготовленные базы данных коммерческих или муниципальных ГИС, но также открытые краудсорсинговые платформы и автоматически генерируемые в процессе активности пользователей данные информационного пространства. В сравнительно свободном доступе такого рода информация содержится в онлайн-сервисах Google Maps, Foursquare и Instagram¹⁸ (Рисунок 3.11).

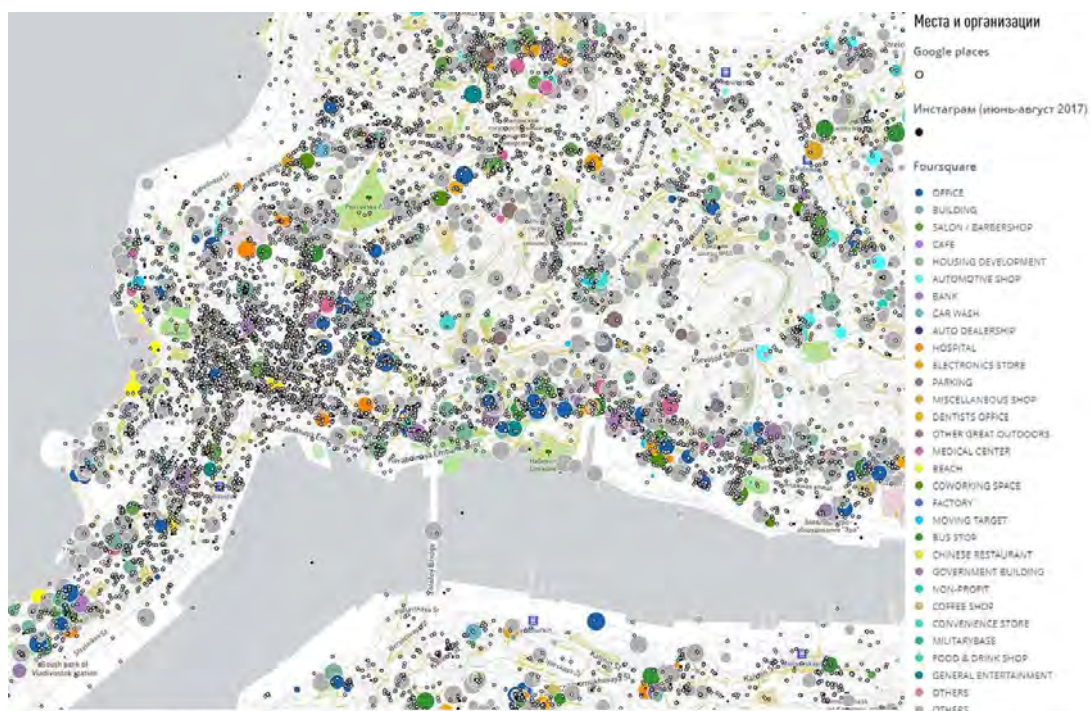


Рисунок 3.11. Распределение объектов Google Places, Foursquare и Instagram¹⁸ в центральной части г. Владивостока

Google Maps – бесплатный картографический сервис, предоставляемый компанией Google. Кроме карт и спутниковых снимков сервис включает также информацию о физических местах («Google Places»), которые может добавить любой пользователь. Так как сервис является широко используемым в качестве навигатора и источника картографической информации, собственники организаций заинтересованы в том, чтобы их объекты значились в системе, и любой человек мог по запросу определить местонахождение объекта. Служба сервиса также заинтересована в актуальности информации об объектах города. Фактически это означает, что Google Places можно считать достоверным источником сведений о существующих местах города. Предусмотренный разработчиками сервиса интерфейс программирования приложения Google Places (API, Application Programming Interface) позволяет получить доступ к информации о местах, расположенных на определённой территории с заданными координатами. Помимо имени места и его координат в структуре данных содержится перечень типов, характеризующих назначение места, например: магазин, остановка, кафе, библиотека, автомойка и т. д.

Еще одним источником данных о городских объектах является социальная сеть Foursquare, которая предоставляет информацию о посещаемости и популярности объектов

¹⁸ Продукт компании Meta*, признанной экстремистской организацией, деятельность которой запрещена на территории РФ.

города. Данные Foursquare содержат координаты и имя места, его категорию, количество пользователей, количество отметок («check-in»). Посредством GPS-навигации происходит фиксация местоположения пользователя в определенном месте города, приложение предоставляет возможность оставить свое мнение и оценку места по десятибалльной шкале. Место выбирается либо из существующих в системе, либо создается пользователем, при этом присваивается определенное имя и категория. Принципиальным отличием от Foursquare Google Places как источника данных о местах города является мотивация использования. Основной функцией Foursquare является возможность фиксации оценки и отзыва, преимущественное назначение сервиса – выбор наиболее привлекательных мест города для свободного времяпрепровождения. Таким образом, социальная сеть Foursquare отражает свободный выбор гостей и жителей города, а данные этого сервиса являются семантически окрашенными, т. е. относятся не столько к физическому, сколько к социальному пространству города. При этом важно заметить, что несмотря на то, что выборка пользователей Foursquare смещена по возрасту в сторону более молодых групп населения, эта категория включает в себя наиболее активных пользователей городского пространства.

Выявление узлов города в социальном пространстве производится с помощью геопространственных данных социальных сетей, которые позволяют проанализировать отражение взаимодействия людей в физическое пространство города. Чем более привлекательно, популярно или значимо то или иное место, тем с большей вероятностью люди оставляют следы в информационном пространстве, привязываясь к данной локации. Объекты в большей степени утилитарные и функциональные, нежели привлекательные, наоборот, не побуждают человека соотносить себя с этим местом, отметив его в социальной сети.

Для выявления узлов физического пространства города, т. е. территорий с функцией центральности, использовались данные Google Places, как наиболее полного источника, фиксирующего фактическую ситуацию. Тепловая карта, иллюстрирующая распределение объектов Google Places на территории г. Владивостока, подтверждает идеи неравномерности организации городского пространства (Рисунок 37-1).

2. Определение границ узлов города. Выявление узлов города – центров пространственных единиц, осуществляется с помощью построения изолиний. Изолинии определяют границы групп точек, которые формируются по параметру максимальной дистанции таким образом, что выявляются территории с различной концентрацией объектов (Рисунок 37-2).

В качестве критерия, определяющего параметр максимального расстояния между объектами в узлах, был принят критерий целостности центра города. При значении более

требуемого, узел, соответствующий центру города, объединяется с прилегающими узлами второго порядка – крупными территориями в районе улиц Светланской и Первой речки, что не соответствует устоявшимся представлениям о границах центра Владивостока. При уменьшении значения от центрального узла происходит отделение территорий, осмысляемых как центральные, например, участков Спортивной набережной. Таким образом, был определен параметр, при котором центр города имеет единую границу: максимальная дистанция между объектами, входящими в узел, составляет 59 метров (Рисунок 37-3). Количество получившихся областей с числом объектов составило 97 шт. В это число не входят территории с количеством объектов меньше 20.

Площадь территорий с функцией центральности, определенной вышеописанным методом, составляет 19% (1299,13 га) от урбанизированной территории г. Владивостока (6808 га) и включает в себя при этом 74,5% всех объектов города.

3. Определение уровня градостроительной организации узла – порядка. Следующим этапом работы является определение иерархии узлов, т. е. уровня градостроительной организации, который также можно обозначить, как степень центральности. Степень центральности определяется показателем разнообразия типов объектов, представленных в узле. Данные Google Places об объектах и местах города содержат свойство типа для каждого объекта в списке. Общее количество уникальных типов составляет 99, которые, в свою очередь, отнесены к 18 укрупненным категориям.

Показатель разнообразия – это отношение количества типов в узле к общему количеству типов. Данный показатель изменяется от 0 до 1 и делится на 5 равных интервалов. Попадание значения каждого узла в тот или иной интервал определяет порядок узла (Рисунок 38).

Коэффициент разнообразия в узле пятого уровня (центра города) составляет 0,87. Следующий по показателю разнообразия (0,73) узел относится к четвертому уровню и охватывает территорию, прилегающую к остановкам Столетие и Фирсова. К этой же группе относятся территории района остановки Первая речка (0,70), территории вдоль улицы Светланской от остановки «Цирк» до остановки «Гайдамак» (0,65), территории района Второй речки (0,64). Узлы четвертого и пятого уровней – наиболее важные территории в жизни города, где сосредоточена основная масса объектов города. Показатели разнообразия узлов третьего уровня изменяются от 0,42 до 0,57, второго – 0,20 до 0,40, первого – от 0,06 до 0,20. Узлы 3, 2, 1 уровней представляют наибольший интерес с точки зрения выявления эволюционных направлений развития города и определения территорий с наибольшим градостроительным потенциалом.

Применение методики выявления узлов города к анализу объектов города по данным социальной сети Foursquare и сравнение результатов с полученными границами узлов на основе Google Places позволяет сделать выводы о значении узлов в социальном пространстве города. В Рисунок 41 узлы Google Places представлены штриховкой, узлы Foursquare – градацией цвета от синего к красному, т.е. от минимального к максимальному показателю разнообразия категорий объектов на территории.

Некоторое несоответствие границ можно объяснить следующими причинами: во-первых, в Foursquare в меньшей степени представлены объекты, не ориентированные на широкий спектр посетителей; во-вторых, Foursquare менее популярен, чем приложение Google Map, которое содержит в себе данные Google Places, поэтому информация в Foursquare появляется с запозданием.

4. Определение функциональной насыщенности, границ узлового района и емкости узла. Для каждого узла были определены доли категорий объектов и степень отклонения от среднего значения, что позволяет выявить основные функции, представленные в узле, а также те категории, объекты которых отсутствуют на данной территории. Степень отклонения долей категорий объектов от среднего по городу значения для узлов каждого уровня представлена на рисунке (Рисунок 39).

Важным фактором также является связность территории с населением. Для каждого узла была подсчитана емкость территории – количество человек, которое может добраться до нее за расчетное время движения на автомобиле 3 минуты. Среднее значение емкости составляет 31, 3 тыс. чел., максимальный показатель составляет 116 тыс. чел. и принадлежит узлу четвертого порядка, охватывающему территорию района Первой речки. Центральный узел пятого порядка менее доступен для населения – его емкость 91,1 тыс. чел., несмотря на значительно бóльшую площадь. Границы территорий, попадающие в этот диапазон доступности, соответствуют границам узлового района. Основные аналитические показатели узлов г. сведены в таблицу формата .xsl.

5. Сравнительный анализ узловых районов. На рисунке (Рисунок 3.12) представлен пример визуализации аналитической информации по узлу №1 второго уровня, расположенного близ остановки Котельникова. Другие узлы, относящиеся к этому же уровню, выделены белым контуром и имеют номера. Рассматриваемый узел обладает коэффициентом разнообразия 0,394, включает 79 мест. Преобладающие категории для выделенного узла – сервисы ежедневного обслуживания: химчистка, ремонтные мастерские. Высокое значение категории «развлечения и досуг» обеспечено наличием контактного зоопарка. Административная функция представлена фондом капитального ремонта многоквартирных домов Приморского края. Также выше среднего

значения имеет доля объектов торговли и других точек интереса. Ниже среднего значения имеет категория образования, которую формируют общеобразовательная школа и танцевальная студия. Организации, связанные с финансами – ломбард и потребительский кооператив. Автоуслуги представлены одной автомастерской. На территории отсутствуют общественные пространства, объекты искусства и культуры, а также религиозные и культовые. Емкость данного узла немного выше среднего значения – 37 тыс. чел.

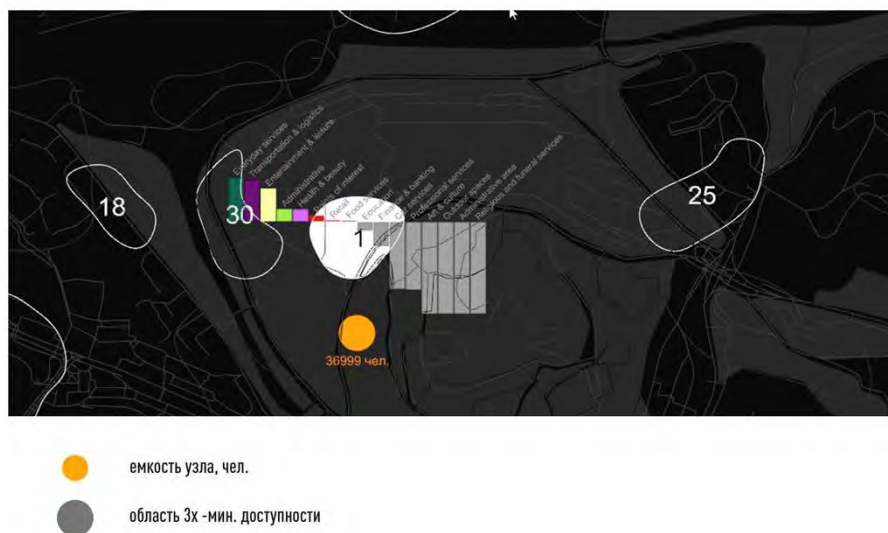


Рисунок 3.12 Первый узел 4-го порядка, район ост. Котельникова, г. Владивосток: гистограмма функций, емкость узла

Сравнивая гистограммы рассматриваемого узла со средними результатами по узлам 2-ого порядка и других (Рисунок 3.12), можно сделать вывод, что данный узел близок к показателям 3-его порядка, о чем свидетельствует малое количество объектов, связанных с автоуслугами, которые более свойственны узлам низкого порядка, и значительная доля объектов категории «Красота и здоровье». Отличительной особенностью является наличие уникального для города объекта категории «Развлечения и досуг» – контактного зоопарка. Дальнейшее развитие этой территории должно сопровождаться ростом объектов общественного питания и формированием общественных пространств. Подобная характеристика может быть получена для каждого узла пространственной структуры города (Рисунок 40).

Основные результаты и выводы. В ходе выполнения исследования получены следующие результаты:

- описана методика выявления неравномерно-районированной структуры города Владивостока на основе открытых данных информационного пространства города, а именно – объектов Google Places;
- определены принципы построения изолиний, характеризующих распределение и кластеризацию объектов на территории;

- выявлены границы и параметры узлов города – центров пространственных единиц;
- определены принципы ранжирования узлов на несколько уровней организации;
- сформулирован принцип определения границ узловых районов;
- разработаны алгоритмы анализа и визуализации данных в пространственной структуре города;
- выявлены территории с функцией центральности – узлы города, их границы и основные показатели: уровень градостроительной организации, коэффициент разнообразия объектов, функциональная насыщенность, емкость территории, площадь, количество, типы и категории мест;
- предложена классификация узловых районов города Владивостока;
- подготовлен материал для дальнейшего прогнозирования развития узловых районов города Владивостока и формирования узлов в неструктурированных районах.

Выявление пространственной структуры города путем определения центров пространственных единиц (узлов) на основе данных информационного пространства об объектах города Google Places позволяет определить фактическую роль и значимость тех или иных территорий города.

Результаты имеют также прогностическую функцию: эволюционное развитие пространственных единиц происходит по направлению от меньшего уровня организации к большему. Если расположение узлов 5 и 4 уровней вполне предсказуемо, т. к. они сформированы в течение длительного времени формирования города, то распределение узлов меньших уровней обнаруживает результат естественного развития города и процессов, происходящих в настоящее время. Наибольшим потенциалом обладают узлы 1–2 уровней, которые могут быть рассмотрены как наиболее перспективные точки повышения эффективности пространственной организации города. Определение емкости узлов по отношению к населению и выявление представленных категорий и типов объектов для каждого из 97 узлов (также в среднем по уровням и по городу) позволяет выявить общие закономерности изменения функций узлов по мере увеличения их уровня организации, а также оценить экономический и социальный потенциал развития конкретных территорий с точки зрения размещения тех или иных типов объектов, функций.

Сравнение результатов анализа распределения объектов Google Places и социальной сети Foursquare выявляет два типа значимости территории: функциональную, связанную с необходимыми действиями пользователей города, и социальную значимость – территории, о которых люди хотят высказываться. Различия в этих двух типах распределений имеют значение в определении потенциала территорий и решений градостроительной политики по отношению к ним.

Применение алгоритмических методов обеспечивает высокую точность, актуальность и объективность результатов и методики исследования. Основную сложность представляет поиск источников, обработка и сбор данных, т. к. этот вид работ требует навыков скриптового программирования и работы с API различных сервисов, которые не входят в компетенции архитектурной специальности. Данная проблема решается в рамках междисциплинарного взаимодействия со специалистами в области информационных технологий. Направление дальнейшей работы по теме исследования связано с развитием аналитики социального пространства и дополнением исследования экономических характеристик территорий. В перспективе – переход к динамической модели города, отражающей изменения во времени.

Рассматриваемая в статье методика построения модели города имеет не только констатирующую, но и формирующую роль по отношению к городскому пространству, на что должно опираться принятие решений по управлению пространственным развитием города, отвечающее цели повышения качества жизни и благосостояния граждан. Модель, выстроенная на основе реальных закономерностей процессов жизнедеятельности города, должна стать фундаментом для проектных разработок территорий.

3.4 Определение территориальной эффективности пространственной системы города Владивостока

Дифференциация каркаса и ткани города, выявление и оценка существующих диспропорций, определение роли и потенциала отдельных территорий пространственной структуры города осуществляется посредством моделирования с применением методики построения территориально-коммуникационной модели города. Данная модель не только представляет собой теоретический инструмент, но и неоднократно применялась на практике при разработке документов территориального планирования в Институте Генплана Москвы, например, при разработке генерального плана г. Казань [40]. Также территориально-коммуникационная модель была построена для г. Уфа в исследовательской работе М. В. Викторовой [23] и А.А Мельникова [89] в целях уточнения методики при применении количественных методов.

Целью данной работы является выявление существующих диспропорций пространственной структуры города Владивостока и оценка перспективных направлений повышения эффективности пространственной организации. Анализ эффективности пространственной структуры Владивостока по методике матриц диспропорций территориально-коммуникационной модели проводился для оценки эффективности размещения общественной застройки и для оценки размещения жилой застройки.

Метод оценки резервов пространственного развития с точки зрения размещения общественной застройки и развития функций центральности строится на сопоставлении:

потенциала территории, обусловленного ее позиционными характеристиками по отношению к проживающему населению и оцениваемого с помощью показателей связности с населением;

потенциала территории, связанного с насыщенностью территории «точками притяжения» и оцениваемого с помощью показателя, характеризующего количество объектов, расположенных на территории, которыми активно пользуются жители города.

Метод оценки резервов пространственного развития с точки зрения размещения жилой застройки строится на сопоставлении:

потенциала территории, как места, пространственно связанного с территориями, насыщенными «точками притяжения».

потенциала территории, как места проживания населения, которому требуется доступ к «точкам притяжения»,

Для анализа резервов пространственного развития были собраны следующие доступные исходные данные по территории Владивостокского городского округа:

1) численность населения получена исходя из открытых данных о жилой площади многоквартирных домов жилищных компаний на сайте «Реформа ЖКХ» [115] (www.reformagkh.ru) и показателя средней обеспеченности жильем населения города.

2) данные о «точках притяжения» социальной сети Foursquare.

В связи с ограничением доступа к данным о реальной численности населения по жилым домам города в рамках данной работы пренебрегается населением индивидуальных жилых домов на исследуемой территории.

Также является недоступной для анализа статистическая информация об общественной застройке города. Таким образом, при анализе интенсивности использования будут использованы только социологические данные.

Анализ показателей проводился для расчетных кварталов. Принцип выделения расчетных кварталов — обеспечение равномерности показателей насыщенности и связности. Границы расчетных кварталов определялись по естественным барьерам (дороги, ж/д пути, водоемы, рельеф и т. п.) и типологическим (различные типологии застройки территорий).

В качестве границ исследования принята южная часть полуострова Муравьева-Амурского и полуостров Саперный острова Русский. Всего было выделено 672 расчетных квартала.

Схема улично-дорожной сети получена из данных ресурса Open Street Map. На основе данной схемы с помощью сервиса построения маршрутов Open Street Routing Machine [183]

проведен анализ транспортной доступности расчетных кварталов г. Владивостока и выявлены показатели связности территорий при перемещении на автомобиле. При анализе связности рассматривается положение территории в структуре города, свойства улично-дорожной сети, а также расположение взаимное расположение населения и различных объектов.

Моделирование всех возможных потенциальных перемещений в пространстве города на основе схемы существующей улично-дорожной сети будет выполнено для получения следующих результатов:

связность каждого расчетного квартала с населением: оценивается доля населения, которая может попасть на данную территорию в течение расчетного времени (возможность приехать «сюда»);

связность каждого расчетного квартала с точками притяжения: оценивается доля точек притяжения, доступных с данной территории в течение расчетного времени (возможность доехать «отсюда»).

Расчетное время определяется на основании вычисления нормальной транспортной доступности. Транспортная доступность – средневзвешенный показатель времени, необходимый для преодоления расстояния между территориями на автомобиле или на общественном транспорте. Нормальная транспортная доступность – показатель времени, для которого при заданном распределении населения и «точек притяжения» площади территорий с различными показателями связности приближены к нормальному распределению.

Попарное объединение полученных показателей на координатной плоскости позволило сформировать две матрицы: «ранг интенсивности использования – связность с населением» и «плотность населения – связность с «точками притяжения».

На основе матриц диспропорций оценивалась эффективность территорий: величина и направление диспропорций по девяти типам территорий. Типы территорий определялись попаданием территории в соответствующую ячейку координационного поля матрицы. Для каждого типа территорий рекомендуется определенное направление ведения градостроительной политики. Сформированные матрицы диспропорций, карты, характеризующие величину и направления диспропорций, карты направлений развития территорий представлены в приложении.

Калибровка матриц. Объединение показателей связности и насыщенности в матрицы позволяет получить две матрицы пространственных диспропорций. Насыщенность территории населением (плотность населения) и связность с точками притяжения образуют матрицу, отражающую эффективность пространственной организации размещения жилой застройки. Насыщенность территории точками притяжения и связность с населением характеризует

эффективность пространственной организации жилой застройки. Матрицы позволяют выявить потенциал развития жилой застройки и потенциал размещения «точек притяжения» соответственно.

Матрица образуется путем калибровки координатной плоскости. По горизонтальной оси координатной плоскости откладываются показатели связности, по вертикальной – насыщенности. Для наглядного отображения вертикальная ось видоизменяется (задается, как квадратный корень из показателя). Распределение показателей представлено на рисунке 3.13.

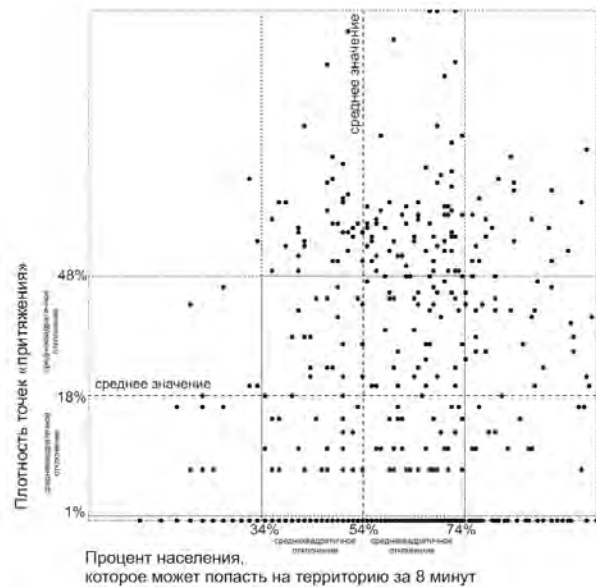


Рисунок 3.13 Координационное поле со значениями средних показателей и отклонений.

Разделение координатной плоскости на ячейки матрицы проводилось с помощью вычисления средних значений и среднеквадратичного отклонения. Расчетные кварталы, лежащие в пределах среднеквадратичного отклонения от среднего значения, относятся к нормальным территориям. Территории, показатели которых находятся за пределами среднеквадратичных отклонений, испытывают диспропорции. Таким образом, было определено 16 ячеек матрицы и соответствующие типы территории.

Территории, обладающие показателем связности с населением выше среднего значения 66%, обладают наибольшим градостроительным потенциалом. Среднее значение отделяет связанное от несвязного (Рисунок 32).

По итогам калибровки матриц были получены две карты: карта направлений развития общественной застройки (Рисунок 42) и карта направлений развития жилых территорий (Рисунок 46).

Матрица «плотность точек притяжения – связность с населением» выявляет пространственную структуру города (Рисунок 42). Каркасом города, который образуется территориями с высокими и сбалансированными показателями насыщенности и связности

является цепочка территорий вдоль проспекта Столетия, улицы Некрасовской и части улицы Светланской. Интересно, что с одной стороны от этого каркаса лежат территории с диспропорциями связности, с другой – с диспропорциями насыщенности. Вся территория центра города является недостаточно связанной с населением. Большая часть территорий попала в среднюю ячейку – территории невмешательства, являющиеся основной тканью города.

Карта направлений развития жилой застройки (Рисунок 46) обладает менее выраженной структурой, т. к. жилая застройка распределена по городу неравномерно. Наиболее эффективные сбалансированные жилые территории примыкают к основному транспортному каркасу города. Территории центра города, вдоль Океанского проспекта, улицы Светланской испытывают диспропорции связности с населением. Большая часть жилых территорий города испытывает диспропорции связности с точками притяжения. Наибольшие диспропорции фиксируются на полуострове Шкота. Самые интересные места города являются труднодоступными для его населения. В отличие от карты направления развития общественной застройки лишь небольшая часть города является сбалансированной тканью города или территориями невмешательства.

Более детальный анализ закономерностей попадания показателей кварталов в ту или иную ячейку матрицы позволяет выполнить кластеризацию территорий города по структурно-функциональным свойствам, характеризующихся показателями связности и насыщенности. Значение имеет не только попадание показателей территории в ту или иную ячейку матрицы, но и ее положение в ячейке относительно среднего значения, поэтому таким образом, матрица состоит из 16 ячеек (Рисунок 42).

1) Группы территорий, образующие каркас города, характеризуются высокими (выше среднеквадратичного отклонения от среднего значения) показателями связности и интенсивности использования территорий. В эту группу попали три типа территорий: сбалансированные территории, а также наиболее близкие к ним территории с диспропорциями связности и насыщенности (Рисунок 43).

Территории, обладающие высокими показателями плотности точек притяжения и связности с населением, «эталонные территории города». Территории, примыкающие к историческому центру и расположенные вдоль крупных транспортных артерий.

В группу с диспропорциями связности попали территории, перенасыщенные точками притяжения по сравнению с показателями связности с населением. Это центральные территории города, в основном исторического центра, а также район Первой речки, Второй речки и Луговой. Показатель связности населения зависит от параметров автомобильной доступности и плотности населения. Т. к. повышать автомобильную доступность в центре города нецелесообразно, на данных территориях необходимо изыскивать резервы повышения плотности населения.

Территории, являющиеся коммуникационно-связующими элементами каркаса города — высокосвязные, но менее насыщенные. В данную группу территории малоэтажной жилой застройки, а также территории с малоэтажными административными зданиями, располагающиеся в долине Первой речки, в районе Военного Шоссе, ул. Шилкинской, территории Дальзавода и портовые территории вдоль ул. Калинина. Эти территории имеют наибольший градостроительный структурообразующий потенциал.

2) Совокупность «нормальных» территорий, показатели которых расположены в пределах стандартных квадратичных отклонений от среднего значения, разделится на четыре группы. Это позволяет более детально проанализировать наиболее обширные территории, образующие ткань города (Рисунок 44).

Территории, показатели связности и насыщенности которых выше среднего значения, образуют основную ткань города. Это территории, примыкающие к транспортному каркасу, насыщенные объектами повседневного бытового обслуживания — улицы Постышева, Русской, Толстого, Котельникова, Хабаровской, Борисенко.

Показатели связности выше среднего, насыщенности ниже среднего значения — территории, испытывающие недостаток «точек притяжения», пустоты. В данную группу попали территории с малоэтажной жилой застройкой и территории на вершинах и склонах сопков.

Территории, показатели насыщенности которых выше среднего значения, а связности ниже среднего выявляют центры удаленных районов – Морской государственный университет им. Невельского на полуострове Шкота, кинотеатр Галактика в районе бухты Тихой, фабрика «Заря».

Группа «нормальных» территорий, показатели связности и насыщенности лежат ниже среднего значения характеризуется как ткань удаленных районов. Показатели связности у них такие же, как в предыдущей группе, но насыщенности значительно ниже.

3) В группы территорий с диспропорциями и территорий протекции попали кварталы, показатели которых находятся за пределами среднеквадратичных отклонений от среднего значения (Рисунок 45).

Территории, испытывающие максимальные диспропорции связности характеризуются высокой насыщенностью и показателями связности ниже среднего значения — отдаленные территории с высокой посещаемостью. В данную группу попали территории с общественными здания общегородского значения на полуострове Шкота.

Территории, испытывающие максимальные диспропорции насыщенности характеризуются максимальными показателями связности и низкой плотностью точек

притяжения — портовые территории, а также территории, прилегающие к транспортному каркасу, но занятые гаражами или малоэтажной застройкой.

Территории, обладающие «нормальными» показателями насыщенности и низкой связностью с населением — привлекательные прибрежные территории и лесные массивы, а также удаленные жилые районы. Эти территории охватывают южную часть полуострова Шкота и полуостров Саперный на острове Русском. Территории протекции, для которых направление повышения эффективности их организации — достижение минимальных расчетных показателей обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения. Рассматривать их как территории развития нецелесообразно.

Территории с показателем связности ниже среднего и нулевой насыщенности — удаленные от транспортного каркаса прибрежные территории, а также лесные массивы, окраины. Территории приоритетной протекции и минимизации развития.

Матрица пространственных диспропорций «плотность населения — связность с точками притяжения», иллюстрирующая направлений развития жилой застройки, также была детализирована для 16 ячеек (Рисунок 46). Было выделена три основные группы территорий: жилой каркас города, «нормальные» жилые территории, территории с диспропорциями.

1) Группы территорий, образующие жилой каркас города, характеризуются высокими показателями связности и интенсивности использования территорий (Рисунок 47). В эту совокупность попали три большие группы территорий: территории со сбалансированными показателями — жилой каркас города, и две группы территорий с диспропорциями.

Жилые территории, обладающие высокими показателями плотности населения и связности с точками притяжения, эталонные жилые территории города — территории, примыкающие к историческому центру и расположенные вдоль крупных транспортных артерий.

Территории, связность с точками притяжения на которых такая же, как у эталонных территорий, но плотность населения достаточно — это центральные территории города, в основном исторического центра, а также кварталы вдоль улицы Светланской. Эти территории необходимо тщательно анализировать и изыскивать возможности повышения плотности населения. Размещать общественную застройку не рекомендуется, т. к. эти территории перенасыщены.

В группу территорий, плотность населения которых так же высока, как и у эталонных территорий, но показатели связности с точками притяжения ниже, попали территории многоэтажной жилой застройки, примыкающие к транспортному каркасу.

2) Совокупность «нормальных» территорий, показатели которых расположены в пределах стандартных квадратичных отклонений от среднего значения, делится по среднему значению на четыре группы (Рисунок 48).

Нормальные территории, показатели связности с точками притяжения и плотности населения выше среднего значения. Преимущественно среднеэтажная жилая застройка на территориях, примыкающих к транспортному каркасу – кварталы вдоль улиц Калинина, Борисенко, отдельные кварталы районов Первой речки, Второй речки, Баляева, является сбалансированной жилой тканью города со средней плотностью.

Нормальные территории, показатели плотности населения выше среднего значения, т. е. такие же, как у предыдущей группы, а показатели связности с точками притяжения ниже среднего. В данную группу попали — территории спальных районов, удаленных от основных транспортных артерий.

В группу территорий с показателями связности выше среднего, насыщенности ниже среднего значения, в основном это территории с малоэтажной застройкой — кварталы вдоль улиц Всеволода Сибирцева, Калинина и некоторые отдельные кварталы. Данные территории обладают потенциалом для размещения более плотной жилой застройки.

Нормальные территории с показателями связности и насыщенности ниже среднего значения — удаленные малоэтажные жилые районы, образующие сбалансированную жилую ткань города низкой плотности.

3) Группы территорий с диспропорциями и территории протекции — показатели за пределами среднеквадратичных отклонений от среднего значения (Рисунок 49).

В группу территорий, характеризующиеся высокими показателями связности и низкой плотностью населения попали три типа кварталов: территории городских парков и площадей, территории с малоэтажной коммерческой или складской застройкой, а также прилегающие к транспортному каркасу территории с малоэтажной застройкой. За исключением городских парков и площадей, данные территории обладают значительным потенциалом для развития жилой застройки. Это кварталы Голубиной пади, Дальпресса, Военного шоссе и долины Первой речки.

Территории, характеризующиеся высокой плотностью населения и низкой связностью с точками притяжения — удаленные от основных транспортных артерий жилые районы. Жилые районы района Фабрики Зари, Снеговая падь, район бухты Тихой и южная часть полуострова Шкота. Жители данных районов оторваны от насыщенной городской жизни.

Незаселенные территории, обладающие «нормальными» показателями связности с точками притяжения – коммерческие территории долины Первой речки, портовые территории,

вершины и крутые склоны сопек. Территории протекции, для которых направление повышения эффективности их организации – достижение минимальных расчетных показателей обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения. Рассматривать их как территории развития нецелесообразно.

Территории с плотностью населения ниже среднего значения и низкой связностью — лесные массивы, прибрежные территории. Территории протекции и минимизации развития, экологический каркас города, который должен быть восстановлен и сохранен.

3.5 Сравнительный анализ результатов моделей территориально-коммуникационной, неравномерно-районированной и Spacematrix

Построение элементов параметрической модели для города Владивостока включает в себя такие слои аналитической интерпретации данных как определение территориальной эффективности по территориально-коммуникационной модели, выявление улов пространственной структуры города по неравномерно-районированной модели и выявление типов застройки города по методике пространственных матриц плотности Spacematrix.

Для города Владивостока получены следующие результаты работы по методике матриц пространственных диспропорций *территориально-коммуникационной модели*:

1. На основе установления взаимоотношения между показателями насыщенности и связности объективно выявлен каркас и ткань города, а также территории с диспропорциями данных показателей, устранение которых является резервом пространственного развития города и условием повышения эффективности пространственной организации.

2. Выполнена кластеризация территорий по типам, сформированы основные рекомендации для направлений развития территорий:

1) необходимо развивать каркас и усиливать структуру города, повышая интенсивность использования приоритетных территорий в направлении от исторического центра вглубь города;

2) территории массовой жилой застройки нуждаются в создании условий, повышающих их связность с услугами;

3) на центральных территориях города необходимо повышать плотность населения в целях снижения маятникового движения жителей между спальными районами и территориями интенсивного использования;

4) территории «протекции» нуждаются в достижении минимальных расчетных показателей обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения;

5) на территориях «минимизации развития» строительство жилья строго не рекомендуется, т. к. это приведет к возникновению удаленных районов и увеличению нагрузки на инфраструктуру города.

3. Выявлена необходимость перехода от территориального расширения города к структурной реорганизации за счет ликвидации диспропорций пространственной структуры.

Выявление пространственной структуры города путем определения центров пространственных единиц (узлов) *по неравномерно-районированной модели* на основе данных информационного пространства об объектах города Google Places позволяет определить фактическую роль и значимость тех или иных территорий города.

Результаты имеют также прогностическую функцию: эволюционное развитие пространственных единиц происходит по направлению от меньшего уровня организации к большему. Если расположение узлов 5 и 4 уровней вполне предсказуемо, т. к. они сформированы в течение длительного времени формирования города, то распределение узлов меньших уровней обнаруживает результат естественного развития города и процессов, происходящих в настоящее время. Наибольшим потенциалом обладают узлы 1–2 уровней, которые могут быть рассмотрены как наиболее перспективные точки повышения эффективности пространственной организации города (Рисунок 50).

Определение емкости узлов по отношению к населению и выявление представленных категорий и типов объектов для каждого из 97 узлов (также в среднем по уровням и по городу) позволяет выявить общие закономерности изменения функций узлов по мере увеличения их уровня организации, а также оценить экономический и социальный потенциал развития конкретных территорий с точки зрения размещения тех или иных типов объектов, функций.

Взаимное наложение схем территориально-коммуникационной модели и неравномерно-районированной модели (Рисунок 51) показывает, где на территориях с диспропорциями связности с точками притяжения наиболее целесообразно поддерживать формирование узлов города – территорий с функциями центральности, т.е. создавать условия для развития малого бизнеса и роста площади общественной застройки. Таким образом, неравномерно-районированная модель позволяет выявить перспективные границы развития каркаса города — территории, в которых наиболее целесообразно развитие общественно-деловой застройки. Территориально-коммуникационная модель через различные комбинации показателей насыщенности и связности посредством оценочной матрицы позволяет предложить индивидуальные стратегии для каждой территориальной единицы в отдельности.

Сравнение результатов анализа *распределения и конфигурации узлов города по данным Google Places и по данным социальной сети Foursquare* (Рисунок 41) выявляет два типа

значимости территории: функциональную, связанную с необходимыми действиями пользователей города, и социальную значимость – территории, о которых люди хотят высказываться. Различия в этих двух типах распределений имеют значение в определении потенциала территорий и решений градостроительной политики по отношению к ним.

Так как форма застройки города является основой для реализации процессов жизнедеятельности, сравнительный анализ *Spacematrix* и *результатов неравномерно-районированной модели* (Рисунок 52) показывает, каким образом такие параметры как плотность и процент застройки, этажность и доля открытых пространств, находясь во взаимосвязи с интенсивностью использования территории, иллюстрируют внутреннюю логику развития города. Методика *Spacematrix* на основании отношения плотности и процента застройки показывает распределение строительных объемов по территории города. Существует значительная корреляция между данными показателями и морфотипами застройки, но, тем не менее, форма застройки не может быть сведена к ним в полной мере. Так, к примеру, одним и тем же типом были классифицированы (тип 5, тип 6) территории с индивидуальными жилыми домами и со складскими помещениями. Совершенствование данной методики может лежать в направлении увеличения числа учитываемых параметров геометрической формы, например периметра и габаритных размеров, число углов и т. д. Полученные результаты исследования типов застройки города целесообразно оценивать во взаимосвязи с ролью территорий, которую они играют в пространственной структуре города.

Сравнительный анализ результатов выявления пространственной структуры города (территорий с функцией центральности) и распределения жилых и общественно-деловых зон Владивостока согласно Генерального плана, утвержденного в 2017 году (Рисунок 53, Рисунок 54), подтвердил, что инструментарий Генерального плана не учитывает в достаточной степени существующие закономерности саморазвития пространственной системы города.

Сравнение распределения узлов города Владивостока – территории с функцией центральности, которые ранжированы в зависимости от их уровня градостроительной организации по результатам построения неравномерно-районированной модели города Владивостока, с морфотипами застройки по методике *Spacematrix* позволяет сделать следующие выводы:

- 1) Территории с функцией центральности в основном характеризуются типами с высокой плотностью застройки и процентом застройки выше среднего – I, II.
- 2) Высокая плотность застройки при большом количестве открытых пространств (т. е. низком проценте застройки) не является благоприятной для развития локальных центров.

3) Резервы повышения компактности застройки для территорий с функцией центральности следует рассматривать для групп территорий с высоким процентом застройки и низкой плотностью, где возможно повышение этажности; а для групп территорий со средним процентом застройки, где возможно новое строительство на имеющихся открытых пространствах.

В результате данного исследования были выявлены восемь типов плотности застройки. Сравнительный анализ интенсивности использования, определенный согласно неравномерно-районированной модели города Владивостока, и распределения типов плотности показал зависимость показателей плотности и многофункциональности территорий, что позволяет предсказывать, регулировать и управлять изменением плотности застройки.

Практическая значимость исследования касается выявления резервов повышения плотности города для его социально-экономического развития при сохранении прилегающих природных территорий и компактности территорий урбанизированных (Рисунок 71, Рисунок 72).

Кластеризация территорий по признакам морфотипов застройки является действенным инструментом выявления групп территорий для целей территориального планирования и стратегического развития.

3.6 Построение основы параметрической модели города

Параметрическая модель города — это система сбора, обработки, визуализации и аналитической интерпретации данных, данных, моделирования и прогнозирования альтернативных сценариев, выбора целевой модели, разработки концепции пространственного развития города, проектирования и регулирования пространственного развития города.

Основная идея параметрической модели города заключается в моделировании вариантов концептуальных масс застройки на основе параметров текущего состояния системы города, прогнозируемых направлений эволюционного развития (исходя из закономерностей функционирования и развития пространства процессов) и индивидуальных (групповых) урбанистических интересов, выявляемых в социальном (информационном) пространстве с определением соотношения экономических и социальных характеристик альтернативных решений и степени их вероятности. Целью моделирования, проектирования и управления пространственным развитием города должно стать эффективное обеспечение свободы выбора, возможностей развития человека, сообщества, города.

Основы параметрической модели города собраны в программной среде Rhinoceros со связкой для визуального программирования Grasshopper, которая позволяет создавать

алгоритмы, управляющие геометрией и ее атрибутами, т.е. свойствами и присеваемыми параметрами этих свойств.

В качестве основы параметрической модели города **предлагается метод определения целевой плотности застройки и доли общественно-деловой и коммерческой площади для выделенных планировочных элементов (расчетных кварталов)**, базирующийся на принципах территориально-коммуникационной моде города и методике определения пространственных матриц плотности Spacematrix. Под **целевой плотностью** понимается такое количество новой жилой и общественно-деловой площади застройки на каждый расчетный квартал, при котором достигается сбалансированное соотношение со связностью с населением и с точками притяжения. Иными словами, это резервы повышения плотности города и его градостроительный потенциал. Для выявленной расчетной целевой плотности на примере территории Голубиной пади осуществляется построение концептуальных масс застройки и определение основных технико-экономических показателей.

Описание алгоритмов аналитической части параметрической модели города

1. **Исходные данные.** Для построения модели применяются данные, подготовленные города Владивостока в границах застроенных территорий:

1.1. **Расчетные кварталы.** Территория города поделена на планировочные элементы или расчётные кварталы, заключенные между участками улично-дорожной сети и другими естественными или искусственными границами, и являющиеся однородными по типу застройки, размещенной на данной территории. Построение границ кварталов проводилось с помощью сервиса Google My Maps по материалам спутниковых снимков. Всего было выделено 672 расчетных квартала. Итоговый слой с полигонами расчетных кварталов выгружался в формате.kml. Данный формат возможно импортировать в ГИС-системы или среды для параметрического моделирования, в частности, в Rhinoceros-Grasshopper.

1.2. **Плотность населения.** На основе данных сайта Реформа ЖКХ, содержащего информацию управляющих компаний о жилых многоквартирных домах, была определена плотность населения для каждого расчетного квартала (Рисунок 27). Переход от жилой площади к плотности населения производился через площадь квартала и статистическую обеспеченность жильем для города Владивостока, которая составляет 26,9 кв.м./чел. [128]. В результате был получен файл в формате .csv, где каждому индексу квартала соответствовал параметр плотности населения. Общее количество населения в рассматриваемых границах исследования составляет 578,5 тыс. чел.

1.3. **Плотность точек притяжений** Плотность точек притяжения определяется как количество предприятий, организаций, знаковых мест на единицу площади квартала по данным Google Maps (Рисунок 28). Объекты Google Places — это данные о местах, предприятиях и организациях города. Каждый объект характеризуется уникальным номером, координатами широты и долготы, категорией (укрупненная характеристика назначения объекта) и типом (детализированная

1.4. **Транспортная доступность.** Для каждого квартала была построена матрица транспортных корреспонденций с помощью сервиса OSRM (Рисунок 29). Итоговая матрица содержала 672 столбца x_i и столько же колонок x_j , в пересечениях которых — время движения на автомобиле от квартала x_i к кварталу x_j в секундах, что соответствует таблице, хранящейся и используемой в формате .csv.

1.5. **Рельеф.** Основным открытым источником данных по рельефу Земли — Американской Геологической службы (USGS), где самый популярный набор данных — это SRTM (Space Radar Topography Mission), которая была осуществлена в 2000 году. Охват - 80% территории Земли, рельеф грубый, на месте высоких зданий холмы.

2. **Подготовка общих параметров модели.** Потенциал плотности определяется на основе принципов территориально-коммуникационной модели как взаимное соотношение насыщенности территории и связности. Мерой эффективности пространственной организации города является пространственно-временная доступность благ и услуг (подробнее — в разделе 3.4 «Определение территориальной эффективности пространственной системы города Владивостока»).

2.1. **Связность с населением.** Чем более насыщена территория точками притяжения, чем более должна быть она связана с населением. Связность с населением определяется на основе данных о плотности населения и транспортной доступности (Рисунок 30). Для каждого квартала определяется доля населения, которая может попасть к нему в течение нормального времени доступности, принятым равным 8 минутам.

2.2. **Связность с точками притяжения.** Плотно заселенные территории, в свою очередь, должны иметь высокую степень связности с точками притяжения (Рисунок 31). Связность с точками притяжения определяется на основании обработки данных о плотности точек притяжения и транспортной доступности. В результате рассчитывается, какая доля точек притяжения охватывается в течение нормальной транспортной доступности с данной территории.

2.3. **Матрицы диспропорций.** Каждой территории города соответствует определенное положение на матрицах насыщенность / связность. Для определения потенциала жилой

застройки строится матрица плотность населения / связность с точками притяжения, для определения потенциала общественно-деловой застройки – плотность точек притяжения, связность с населением. Показатели насыщенности (плотность населения нормированы (пересчитаны в диапазоне от 0 до 1)).

2.4. Линия сбалансированных показателей. Сбалансированное соотношение показателей насыщенности и связности располагается в области диагонали матрицы (линия 0,0 – 1,1). При этом регрессионный анализ показал, что зависимость насыщенности от связности отвечает экспоненциальной линии регрессии. Положение показателей каждой территории города относительно линии сбалансированных показателей позволяет выявить диспропорции насыщенности и связности и направление их устранения. Территории, располагающиеся выше кривой, являются перенасыщенными относительно присущих им показателей связности. В то же время территории, располагающиеся ниже – имеют потенциал повышения их насыщенности (плотности точек притяжения или жилой застройки соответственно).

3. Общий потенциал плотности. В зависимости от прогиба заданной экспоненциальной линии сбалансированных показателей, проходящей через точки (0,0) и (1,1), изменяется расчетное количество потенциала площади. Соответственно, конфигурацию линии сбалансированных показателей возможно подобрать через планируемое количество общей площади нового строительства на всей рассматриваемой территории города (Рисунок 63 и Рисунок 64). Общая площадь нового строительства в рамках данного эксперимента по построению параметрической модели города задается как обеспечение 33,8 кв.м./чел. [128] для текущего населения, которое в рассматриваемых границах составляет 578,5 тыс. чел., и для 100 тыс. нового населения – итого 7 370 тыс. кв.м. Для общественно-деловой застройки 3 300 тыс. кв.м.

4. Определение расчетной плотности жилой и общественно-деловой застройки осуществляется для фрагмента города — его центральной части. Для выделенного фрагмента производится более детальный анализ факторов, влияющих на градостроительный потенциал каждого отдельного квартала города.

4.1. Данные об объектах и застройке города. С сайта OpenStreetMap выгружается исследуемый фрагмент города. Данный ресурс содержит открытые картографические данные об объектах города: расположение, конфигурация и атрибуты зданий, улично-дорожной сети, транспортной инфраструктуры, ландшафтных и водных объектов и др. (Рисунок 55).

4.2. Процент и плотность застройки. Для каждого квартала в пределах границ исследуемого фрагмента определяются процент (Рисунок 56) и плотность застройки (Рисунок 57). Процент застройки — это отношение площади застройки по границе наружных стен к

площади земельного участка (FAR). Плотность застройки — это отношение суммы общей площади зданий на участке к площади земельного участка.

4.3. Морфотипы застройки. Соотношение показателей плотности и площади застройки согласно методике Spacematrix позволяют визуализировать морфотипы по плотности (подробнее в разделе 3.2 «Выявление морфотипов застроенных территорий города по методике пространственных матриц SpaceMatrix»). Морфотип застройки — это совокупность характерных пространственных характеристик застройки, идентифицирующей ее по типологии, назначению, периоду формирования, а также отражающей влияние определенных экономических, правовых, культурных, социальных, технологических и др. факторов, присущих периоду формирования данного морфотипа. Визуализация морфотипов демонстрирует распределение массы застройки, но еще не позволяет однозначно судить о резервах повышении плотности (Рисунок 58).

4.4. Насыщенность и интенсивность использования. По оси z для выделенных морфотипов расчетных кварталов откладывается интенсивность использования — количество точек притяжения (в случае определения потенциала общественно-деловой застройки), и количество жилой площади (в случае определения потенциала жилой застройки).

4.5. Параметры территориально-коммуникационной модели. Для исследуемого фрагмента города визуализируются насыщенность территории — плотность населения (Рисунок 59), плотность точек притяжения (Рисунок 60), и связность — связность с точками притяжения (Рисунок 62), связность с населением (Рисунок 61).

4.6. Матрицы диспропорций и ось сбалансированных показателей. На рисунках (Рисунок 63 и Рисунок 64) положение в осях плотность / насыщенность для расчетных кварталов рассматриваемого фрагмента города визуализируется точками большего диаметра. Автоматически рассчитывается резерв плотности для определенной конфигурации оси сбалансированных показателей.

4.7. Перераспределяющие коэффициенты. Рельеф. Так как город Владивосток располагается на рельефной местности, большое влияние на застройку имеют высота участка над уровнем моря и уклоны. На основе доступных открытых данных о рельефе для каждого планировочного элемента определены коэффициенты, меняющиеся от 1 до 0 от высоты над уровнем моря (Рисунок 65) и в зависимости от уклонов (Рисунок 66). Нормированная суммы данных коэффициентов представляет итоговые коэффициенты перераспределения плотности застройки, учитывающие сложный рельеф (Рисунок 67).

4.8. Перераспределяющие коэффициенты. Транспортный каркас. Помимо транспортной доступности расчетных кварталов, которая учитывается в расчетах связности, важным фактором градостроительного потенциала является непосредственное примыкание к

транспортному каркасу города – к улицам городского и районного значения. Визуализация перераспределяющих коэффициентов, зависящих от транспортного каркаса приведена на рисунке в Рисунок 68.

4.9. Исключение отдельных кварталов из расчета. Автоматически из анализа потенциала повышения плотности застройки исключаются все кварталы, насыщенность которых ниже коэффициента 0,15, т.е. принимается, что если на территории отсутствует жилая застройка или присутствует в незначительном количестве и точки притяжения, то данная территория относится к тому типу использования территории, где не предусмотрено развитие жилой и общественно-деловой застройки. Также в рамках экспериментального построения параметрической модели города рассматривается развитие и потенциал уже застроенных территорий.

4.10. Итоговый результат расчетной (целевой) площади жилой и общественно-деловой застройки. Результат определения потенциала жилой застройки без перераспределяющих коэффициентов представлен на рисунке Рисунок 69, с учетом рельефа — Рисунок 70, с учетом рельефа и прилегания к транспортному каркасу — Рисунок 71. Результат определения потенциала общественно-деловой застройки представлен на рисунке Рисунок 72. Реализация описанных алгоритмов в программной среде Rhinoceros + Grasshopper представлена на рисунке Рисунок 73 и Рисунок 74. Все схемы и визуализации представляют собой результат работы данного алгоритма в окне просмотра Rhinoceros. Время просчета алгоритма для рассматриваемого фрагмента города составляет 90 сек. на конфигурации персонального компьютера средней мощности.

4.11. Потенциал Голубиной пади. Территория Голубиной пади в настоящее время относится к морфотипу малоэтажной застройки. Для территории Голубиной пади, в которую входят два квартала площадью 10,0 га и 3,1 га, общая расчетная целевая жилая площадь составляет:

$$155\ 000 + 48\ 600 = 203\ 600 \text{ кв.м.}$$

Целевая площадь общественно-деловой застройки составляет:

$$3500 + 2600 = 6\ 100 \text{ кв.м.}$$

Принимая долю жилой площади в жилых зданиях за 70%, получаем, что резервы нового строительства для данной территории составляют 297 тыс. кв.м., а целевая плотность равна 22 650 кв.м/га.

5. Дополнения. В рамках экспериментального построения основ параметрической модели города представлена аналитическая модель на основе параметров: выделенных планировочных элементов или расчетных кварталов, жилой площади, плотности застройки, процента застройки,

транспортной доступности, плотности точек притяжения, конфигурации улично-дорожной сети и рельефа. При использовании ее в практике градорегулирования возможно и необходимо дополнение ее другими параметрами и алгоритмами их обработки, например:

5.1. Параметры и аспекты материального пространства города:

- экологический каркас города;
- гидрологический каркас города;
- инфраструктурная обеспеченность (инженерные сети);
- обеспеченность объектами социального обслуживания;
- распределение объектов культурного наследия;
- санитарные ограничения и защитные зоны;
- возраст застройки;
- раскрытие видовых характеристик;
- стоимость продажи и аренды недвижимости;
- и др.

5.2. Параметры и аспекты пространства процессов города:

- доступность территорий города на общественном транспорте;
- пешеходная доступность территорий;
- направленность и интенсивность миграций в течение дня, а также в будние и выходные дни;
- интенсивность экономической деятельности на территориях;
- виды, динамика и потенциал экономической деятельности на территориях;
- микроклиматические процессы;
- распределение рекреационной и туристической деятельности;
- распределение спортивно-оздоровительной деятельности;
- и др.

5.3. Параметры и аспекты информационного пространства города:

- карты городских сообществ;
- ментальные карты города;
- вернакулярные районы города;
- инвестиционная привлекательность территорий;
- карты локальной идентичности;
- популярность различных объектов социального обслуживания;
- популярность и востребованность различных общественных пространств;

- исследование сценариев различных социальных групп жителей и гостей города;
- и др.

Переход от аналитической параметрической модели определения целевой плотности застройки к концептуальному параметрическому моделированию осуществляется через выходные параметры аналитической модели. В рассматриваемом примере это целевая плотность жилой и общественно-деловой застройки или количество жилой и общественно-деловой застройки для определенных расчетных кварталов (Голубиная падь), для которых производится построение концептуальных масс застройки.

Описание алгоритмов концептуального проектирования в рамках параметрической модели города

Проектная параметрическая модель построения концептуальных масс застройки реализуется по принципу генераторов застройки. Построение реализуется автоматизировано посредством реализованных алгоритмов застройки в границах участка застройки, при заданной улично-дорожной сети и в соответствии с необходимым количеством жилой и нежилой площади. В интерфейсе Rhinoceros на автоматически создаваемых слоях с уникальными наименованиями полилиниями в плане пользователем задается улично-дорожная сеть и расставляются метки кварталов, назначение которых отличается от жилого. В результате запуска алгоритма визуализируется геометрия застройки, улично-дорожной сети, озеленения, общественных пространств, общественно-деловых комплексов и многоуровневых паркингов. Производится анализ инсоляции и вывод основных технико-экономических показателей. Основные модули алгоритма включают следующие этапы:

1. **Конфигурация улично-дорожной сети участка проектирования.** Задается граница участка и строится в интерфейсе Rhinoceros полилиниями строится улично-дорожная сеть (Рисунок 75, Рисунок 82). Исходный участок делится на кварталы улично-дорожной сеткой. В интерфейсе Rhinoceros точками внутри ячеек улично-дорожной сети отмечаются определенное назначение участков, отличное от жилого назначения: многоярусная парковка («Point Parking»), общественно-деловой комплекс («Point Commerce»), сквер («Point Park»).

2. **Построение геометрии улично-дорожной сети.** По заданным полилиниям строится улично-дорожная сеть с перекрестками, полосами движения, тротуарами, парковками, велодорожками, зоной озеленения, пешеходными переходами. В алгоритме предусмотрено три типа улиц для сетки кварталов: главная («Grid Main»), второстепенная («Grid Second») и пешеходная («Grid Pedestrian»), и упрощенный тип для улиц вне границ участка «Grid Street».

Для каждого типа задан адаптируемый в зависимости от ширины профиль определенного состава покрытий.

3. **Конфигурация основания застройки.** Границы построенных улиц определяют итоговую конфигурацию кварталов. Следующий модуль алгоритма реализует построение периметра застройки. В зависимости от конфигурации участка алгоритм размещает квартальную конфигурацию, строчную или точечную. застройка разделяется на секции. Отдельным параметром регулируется “раскрытие” квартала – доля непрерывного фронта застройки.

4. **Этажность секций.** Исходя из заданной общей площади жилой застройки определяется требуемая для обеспечения данной площади этажность секций. Отдельным параметром регулируется неравномерность этажности: при изменении параметра в северной части квартала (исходя из обеспечения инсоляции) увеличивается этажность одной из секции, образуя застройку башенного типа, за счет чего происходит снижение застройки оставшейся части квартала.

Опциональной является возможность задания переменной этажности всего участка застройки посредством образующей поверхности, размещенной над участком застройки. В зависимости от кривизны поверхности этажность перераспределяется при сохранении общей плотности застройки. Также возможно дополнение алгоритма логикой назначения определенной заданной этажностью для каждого квартала внутри сети улиц.

5. **Дифференциация назначения первых этажей.** Определение статуса первых этажей обобщенно реализуется в зависимости от типа примыкающей улицы: для главной улицы первым этажам назначается коммерческая функция, для первых этажей на второстепенных улицах – жилая. Жилье на первом этаже в таком случае может иметь отдельную типологию, предусматривающую, например, вход с улицы, наличие небольшого участка или антресольного этажа, обусловленного большей высотой потолков.

6. **Построение внутренних дворов.** По периметру застройки строится пожарный проезд, ширина которого зависит от высоты зданий. Со стороны улицы пожарный проезд реализуется по примыкающим покрытиям улиц, со стороны внутреннего двора – твердое покрытие внутреннего проезда. На территории квартала, свободной от застройки, генерируется озелененное пространство с криволинейными дорожками, соединяющими стороны внутривдорового пространства.

7. **Построение скверов и общественных пространств.** Аналогичный принцип построения озелененных пространств внутренних дворов применяется для тех «кварталов», размер которых слишком мал для формирования застройки или для которых назначается меткой атрибут «парк». Назначение дополнительных атрибутов для кварталов производится

посредством создания точек «point» на слоях с соответствующими уникальными наименованиями, создание которых производится автоматизированно при запуске алгоритма.

8. Построение концептуального объема общественно-деловых комплексов.

Реализована возможность присвоения метки «commercial», при которой квартал определяется как предусмотренный под общественно-деловую застройку. Объем общественно-деловой застройки строится простым экструдированием контуров квартала с отступом на заданное количество этажей (по умолчанию 5 этажей).

9. Построение концептуального объема многоуровневых парковок.

При присвоении кварталу метки «parking» аналогично посредством создания точки внутри границ квартала данный участок определяется как предназначенный под строительство многоуровневого паркинга. Автоматически строится геометрия многоуровневой автостоянки высотой 5 этажей.

10. Размещение застройки на рельефе.

В случае, если доступна геометрия рельефа, вся реализованная алгоритмом застройка переносится на ландшафт. В приведенном примере рельеф построен по спутниковым данным из открытых источников.

11. Расчет инсоляции.

С помощью плагина для Grasshopper Ladybug Tools с открытым исходным кодом, предназначенного для климатического анализа в архитектуре, вся застройка анализируется на инсоляцию, результат визуализируется, выводится доля фасада в %, инсоляция которой не соответствует нормам для региона (Рисунок 81, Рисунок 86).

12. Вывод технико-экономических показателей.

Для исходной границы проектирования, в которой реализуется генерация концептуальных масс застройки и схемы улично-дорожной сети выводятся на экран следующие технико-экономические показатели: площадь участка, общая площадь застройки, процент застройки, плотность застройки, общая жилая площадь, коммерческая площадь на первых этажах, площадь общественно-деловых зданий, средняя этажность, количество домохозяйств, количество парковок (постоянного – на многоуровневых паркингах и временного хранения – в профиле улиц), площадь капитальных покрытий, площадь озеленения, процент озеленения.

Результат работы алгоритма продемонстрирован для двух вариантов исходных конфигураций сеток с переменными параметрами плотности и объёмно-пространственными параметрами кварталов. На рисунках Рисунок 76, Рисунок 77, Рисунок 78, Рисунок 79, Рисунок 80 представлены варианты генерации застройки для сетки (I), на рисунках Рисунок 83, Рисунок 84, Рисунок 85, Рисунок 86 — варианты генерации застройки для сетки (II).

13. Дополнения.

Алгоритмы параметрической модели города имеют свойство совершенствоваться и развиваться при каждом применении на конкретной территории. При

развитии доступных исходных данных в описанную систему достраиваются дополнительные модули для их обработки. Все результаты отработки алгоритмов могут быть экспортированы в различных форматах, интегрированы в ГИС- и САПР-системы. Помимо параметризации основных объемно-планировочных характеристик возможно кодирование типов застройки через программирование таких **объемно-пространственных параметров зданий** как протяженность уличного фронта, пропорции, геометрия кровли, габариты дворового пространства, доля остекления фасадов, пропорции окон, ритмика проемов окон, типология оконных проемов, ритм и членение фасадов, пластика фасадов, карнизы, материалы, цветность, контрастность, фактурность, символика и ассоциации, планировочная структура, типы интеграции озеленения.

Описанные алгоритмы параметрической модели города позволяют на этапе предпроектного исследования с математической точностью на основании определенного стратегическими документами планирования федерального и регионального уровня сценария развития города, касающегося, в частности, прогнозирования увеличения численности и обеспеченности жильем, определить резервы и потенциал повышения плотности застройки, соотношение жилой и общественно-деловой застройки. Таким образом, может быть определены приоритеты развития, функциональное зонирование, виды разрешенного использования и предельные параметры застройки. При разработке стратегии пространственного развития, документов территориального планирования и отдельных программ развития введение в модель других описанных параметров обеспечит формирование общего видения по отдельным разделам стратегии, сценариев развития территорий и позволит вычислить итоговые выходные параметры, которые могут быть использованы в качестве градостроительных регламентов или в качестве ключевых показателей эффективности реализации программ. Например:

1. При дополнении модели данными о связности на общественном транспорте распределение потенциальной жилой застройки будет скорректировано исходя из приоритета общественного транспорта над личным. Расчет пешеходной связности наряду со связностью на общественном транспорте и связностью на автотранспорте позволит в модели дифференцировать типы нежильной застройки: территории с высокой доступностью для пешеходов и пользователей общественного транспорта получают приоритет в развитии общественно-деловой застройки, объектов социального и общественного назначения; территории с низкой пешеходной доступностью, но высокой автомобильной связностью – зоны локализации промышленности и складских помещений.

2. При дополнении модели данными о текущей кадастровой стоимости, рыночной стоимости продажи и аренды недвижимости и параметрами, которые являются значимыми в

определении цены земли и объектов недвижимости, станет возможным определить инвестиционную привлекательность территорий и эффективную кадастровую стоимость.

3. Дополнения модели климатическими данными, данными о ветровом и инсоляционном режиме территорий, водосборных бассейнах и т.п. позволит перейти к задачам формирования устойчивой городской среды, моделированию экологического каркаса города.

4. Дополнение модели данными социальных опросов и ментальных карт позволит перейти к средовому и культурному феномену микрорайонирования пространства города.

Вариативность и автоматизированность параметрического моделирования обеспечивает возможность концептуальной проработки как отдельных планировочных элементов города, так и, шаг за шагом, города в целом.

Применение реализованных алгоритмов в практике градорегулирования возможно уже в текущей версии в интерфейсе программного обеспечения Rhinoceros + Grasshopper при условии достаточной квалификации специалистов, осуществляющих работу алгоритма, импорт и экспорт данных.

Перспективное развитие параметрической модели города как технологической платформы касается вопросов расширения баз данных, подключения систем управления базами данных, отладки кода с точки зрения ускорения вычислительных операций (перевод наиболее ресурсоемких фрагментов алгоритма на скриптовый язык, например, python), создания внешних интерфейсов, в том числе онлайн, настройки экспорта данных. Программная связка Rhinoceros + Grasshopper имеет технические возможности развития указанных направлений.

Концептуальное параметрическое моделирование по принципу генераторов застройки позволяет провести апробацию и проверку в контексте существующей застройки полученных при аналитическом (предпроектном) моделировании параметров плотности жилой и общественно-деловой застройки, реализация которых отвечает задачам повышения эффективности пространственной организации города и формирования качественной городской среды. Разработанные алгоритмы призваны инструментально обеспечить формирование видения развития пространственной системы города и подготовить данные для закрепления этого видения в параметрах градостроительных регламентов, обеспечивая предсказуемость объемно-пространственных решений девелоперских проектов.

Параметрическое концептуальное моделирование за счет автоматизации, с одной стороны, и за счет гибкости в управлении алгоритмами с другой, позволяет перебрать принципиальные варианты концептуальных масс застройки и сформировать образ развития территорий для многих участков города, которые затем могут быть закреплены в локальных

регламентах, являющихся инструментами управления и регулирования градостроительных процессов. Предложенная модель является основой для интеграции различных значимых наборов данных о городской среде и методик их анализа, интерпретации и трансформации в геометрические характеристики образа города.

Применение алгоритмических методов обеспечивает эффективность результатов и методики исследования. Рассматриваемые элементы построения модели города имеет не только констатирующую, но и прогностическую и формирующую роль по отношению к городскому пространству, на что должно опираться принятие решений по управлению пространственным развитием города, отвечающее цели повышения качества жизни и благосостояния граждан.

Получение знание о пространственной структуре города, типизация и кластеризация территорий, выявление естественных направлений развития города в сочетании с методами автоматизированного концептуального проектирования позволяют перейти к разработке сценариев стратегического планирования и программ градостроительного зонирования с оценкой степени эффективности различных вариантов.

Выводы по главе 3

1. Впервые для города Владивостока были собраны и обработан ряд наборов данных высокой степени точности: распределение плотности населения, распределение точек притяжения, транспортная доступность территорий, плотность и процент застройки и др. Благодаря качественным исходным данным становится возможным построение моделей, описывающих состояние такой сложной системы как город, предсказывающих направления эволюционных изменений и обеспечивающих переход к доказательному планированию.

2. Впервые для города Владивостока были выполнены модели по методике: пространственных матриц плотности Spacematrix, неравномерно-районированной модели города, матриц пространственных диспропорций территориально-коммуникационной модели города. Для каждой модели были разработаны алгоритмы в программной среде Rhinoceros + Grasshopper.

3. Проведена оценка перспектив развития города на основании зонирования по интенсивности протекания функциональных процессов и их пространственному распределению через показатели насыщенности и связности территории. Выявлены каркас — наиболее

значимые и ценные территории города, являющиеся сосредоточением городской жизни, составляющие устойчивый каркас пространственной структуры города; и ткань — менее интенсивно используемые и монофункциональные территории.

4. Подтверждено, что перераспределение центральности — главная направляющая сила эволюции города. В узлах пространственной структуры города сосредотачивается интенсивная городская жизнь и экономическая деятельность. Это фактически общественно-деловые зоны города. Их развитие подчинено преемственности и направленной логике, данные территории нуждаются в создании условий для их естественного развития и процветания.

5. Выявлены типы городской среды по форме застройки в соотношении с интенсивностью и разнообразием функциональных и социальных процессов, протекающих в пространстве. Типизация территорий позволяет принимать обоснованные решения по распределению ресурсов и разработки направлений архитектурно-градостроительного развития, выявление наиболее значимых территорий, а также территорий невмешательства и минимизации развития. Результатом выбора того или иного сценария развития для конкретного типа территории становится определенный морфотип застройки, характеризующийся наиболее благоприятными свойствами и описываемый параметрами, определяющими его архитектурно-пространственные характеристики.

6. Были сопоставлены результаты анализа пространственной системы города с документами территориального планирования (Генплан, Правила землепользования и застройки) было установлено, что в Генеральном плане не проявляется структура каркаса города. Результативность рассмотренных моделей превышает возможности регулирования, которыми Правила землепользования и застройки г. Владивостока обладают в настоящее время, что свидетельствует о необходимости внедрения параметрического моделирования в практику территориального планирования.

7. Разработаны итоговые алгоритмы параметрической модели города, которые позволяют на этапе предпроектного исследования с математической точностью на основании определенного стратегическими документами планирования федерального и регионального уровня сценария развития города, касающегося, в частности, прогнозирования увеличения численности и обеспеченности жильем, определить резервы и потенциал повышения плотности застройки, соотношение жилой и общественно-деловой застройки. Таким образом, может быть определено функциональное зонирование, виды разрешенного использования и предельные параметры застройки.

8. Разработаны итоговые алгоритмы концептуального параметрического моделирования по принципу генераторов застройки, которые позволяют вариативно провести

апробацию и проверку в контексте существующей застройки полученных при аналитическом (предпроектном) моделировании параметров плотности жилой и общественно-деловой застройки, реализация которых отвечает задачам повышения эффективности пространственной организации города и формирования качественной городской среды.

9. Показано, что параметрическое концептуальное моделирование за счет автоматизации, с одной стороны, и за счет гибкости в управлении алгоритмами с другой, позволяет перебрать принципиальные варианты концептуальных масс застройки и сформировать образ развития территорий для многих участков города, которые затем могут быть закреплены в локальных регламентах, являющихся инструментами управления и регулирования градостроительных процессов. Предложенная модель является основой для интеграции различных значимых наборов данных о городской среде и методик их анализа, интерпретации и трансформации в геометрические характеристики образа города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования сформулирована обобщенная идея и структура параметрической модели города как инструмента формирования пространственной саморазвивающейся естественно-искусственной системы, разработана эффективная методика предпроектного анализа и концептуального проектирования архитектурно-градостроительных систем методами параметрического моделирования, проведена экспериментальная апробация алгоритмов параметрической модели города, представлены основные результаты исследования и следующие из них выводы:

1. История и особенности формирования архитектурно-градостроительной системы г. Владивостока рассмотрены во взаимосвязи решений генеральных планов и схем планировок, динамики роста населения, освоения территорий и историко-политических событий, обобщен и систематизирован обширный опыт развития архитектурно-градостроительной и социокультурной структур г. Владивостока, выявлены проблемы и противоречия сложившейся пространственной структуры города в наши дни. Выявлено, как отношения, связывающие все элементы городской структуры в настоящее время, складывались в его историческом становлении.

2. Рассмотрены современные методы и инструменты планирования и регулирования развития архитектурно-градостроительных систем. Показано, что современная система документов управлением территориального развития города Владивостока не обеспечивает точность описания градостроительной системы, формирование видения развития города как сложной динамической системы, обладающей внутренними закономерностями самоорганизации и механизмов повышения эффективности пространственной организации. Определено, что выявленные проблемы касаются исходных данных, инструментов анализа и вопросов целеполагания пространственного развития города. Сделан вывод о том, что регулирующие документы территориально планирования должны основываться на динамических аналитических моделях города, выстроенных на основе значимых параметров системы, и информироваться ими.

3. В результате анализа существующих исследований и проектных разработок в области методологии моделирования архитектурно-градостроительных систем, а также принципов параметрического моделирования, параметрическая модель города сформулирована как инструмент сбора, обработки, визуализации и аналитической интерпретации данных, моделирования и прогнозирования альтернативных сценариев, выбора целевой модели, разработки концепции пространственного развития города, проектирования и регулирования пространственного развития города. Идея информационной параметрической модели города

представлена как формирование сложной пространственной саморазвивающейся пространственной системы, целью которой является эффективное проектирование свободы, выбора, и возможностей, т. е. достижение целей градостроительной деятельности с максимальным эффектом в действующих условиях контекста и ограниченных ресурсов.

4. Выявлено, что высокую степень эффективности методы параметрического моделирования пространственной системы города имеют на этапах предпроектного анализа (2) и концептуального проектирования (2). При этом снижаются возможности формализации и автоматизации ввиду высокой роли когнитивных, коммуникационных и организационных процессов в архитектурно-градостроительной деятельности в целом на этапах системного анализа (1), формирования видения и целевой модели (3), управления и регулирования (5).

5. Показано, что полнота модели города основывается на описании системы необходимых и существенных параметров, для чего пространство города дифференцируется по типам и интенсивности обменных явлений на материальное пространство, пространство процессов и информационное пространство, в каждом из которых выявляются группы объектов и явлений, обладающие взаимозависимостью. Выделены подмножества городского пространства, составляющие основу классификации параметров, необходимых для обеспечения полноты построения информационной параметрической модели города для этапа предпроектного анализа и обеспечения в последующем точности и эффективности концептуального архитектурно-градостроительного проектирования. Предложенная дифференциация — основа построения системы базы данных, описывающей сложную саморазвивающуюся систему города.

6. Проведена экспериментальная разработка элементов системной параметрической модели города на примере г. Владивостока, включающая в себя сбор и подготовку исходных данных высокой степени плотности и достоверности; обработку, визуализацию и аналитическую интерпретацию по методикам пространственных матриц плотности Sрасmatrix, неравномерно-районированной модели города, матриц пространственных диспропорций территориально-коммуникационной модели города. В результате выявлены типы территорий пространственной структуры города: пространственные единицы и узлы города, территории каркаса и ткани города, территории с диспропорциями развития, территории различных морфотипов застройки по плотности. Определён потенциал градостроительного развития и направления градостроительной политики по отношению к типам территории.

7. На основе построенных элементов параметрических моделей была предложена эффективная методика предпроектного анализа и концептуального проектирования архитектурно-градостроительных систем, в результате которой целевая плотность и

функциональная насыщенность территорий города может быть определена с высокой степенью точности в соответствии с идеей достижения территориальной эффективности пространственной системы города. Результаты предпроектного анализа позволяют произвести переход к концептуальному архитектурно-градостроительному проектированию методами параметрического моделирования в формате систем адаптивной генерации застройки.

8. Разработаны алгоритмы параметрической модели города, которые позволяют на этапе предпроектного исследования с математической точностью на основании заданного сценария развития города, касающегося, в частности, прогнозирования увеличения численности и обеспеченности жильем, определить резервы и потенциал повышения плотности застройки, соотношение жилой и общественно-деловой застройки. Обоснована целесообразность применения методов параметрического моделирования в предпроектном анализе в целях эффективного формирования общего видения стратегического развития города, сценариев развития территорий, выявления параметров градостроительных регламентов и ключевых показателей эффективности реализации программ развития.

9. Разработаны алгоритмы концептуального параметрического моделирования по принципу генераторов застройки, которые позволяют вариативно провести апробацию и проверку в контексте существующей застройки полученных при аналитическом (предпроектном) моделировании параметров плотности жилой и общественно-деловой застройки, реализация которых отвечает задачам повышения эффективности пространственной организации города и формирования качественной городской среды.

10. Показано, что параметрическое концептуальное моделирование за счет автоматизации, с одной стороны, и за счет гибкости в управлении алгоритмами с другой, позволяет перебрать принципиальные варианты концептуальных масс застройки и сформировать образ развития территорий для многих участков города, которые затем могут быть закреплены в локальных регламентах, являющихся инструментами управления и регулирования градостроительных процессов. Предложенная модель является основой для интеграции различных значимых наборов данных о городской среде и методик их анализа, интерпретации и трансформации в геометрические характеристики образа города.

Рекомендации по применению результатов исследования:

Результаты исследования могут применяться в разработке стратегий пространственного развития города, генеральных планов, правил землепользования и застройки города и градостроительных регламентов. Разработанные алгоритмы призваны инструментально обеспечить формирование видения развития пространственной системы города и подготовить

данные для закрепления этого видения в параметрах градостроительных регламентов, обеспечивая предсказуемость объемно-пространственных решений девелоперских проектов. Применение реализованных алгоритмов в практике архитектурно-градостроительного проектирования и в практике градорегулирования возможно уже в текущей версии в интерфейсе программного обеспечения Rhinoceros + Grasshopper при условии достаточной квалификации специалистов, осуществляющих работу алгоритма, импорт и экспорт данных.

Перспективы исследования:

Дальнейшая разработка темы может касаться конкретизации методик перехода от результатов аналитических моделей на разработку альтернативных сценариев архитектурно-градостроительного проектирования и системы помощи принятия решений по определению наиболее благоприятных типов объемно-пространственных форм застройки города и регулирования развития и облика города на основе разработанных систем. Каждый из выявленных типов территорий нуждается в дополнительных исследованиях касаясь перспектив, потенциала, резервов, направлений и сценариев развития.

К перспективам дальнейшей разработки темы относится введение в модель других иных параметров пространства процессов города, материального и информационного пространства города и методик их анализа, исследование возможности перехода к целевым параметрам, которые могут быть использованы в качестве градостроительных регламентов или в качестве ключевых показателей эффективности реализации программ и стратегий развития территорий.

Перспективное развитие параметрической модели города как технологической платформы касается вопросов расширения баз данных, подключения систем управления базами данных, отладки кода с точки зрения ускорения вычислительных операций (перевод наиболее ресурсоемких фрагментов алгоритма на скриптовый язык, например, python), создания внешних интерфейсов, в том числе онлайн, настройки экспорта данных. Программная связка Rhinoceros + Grasshopper имеет технические возможности развития указанных направлений.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации:

Публикации в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России:

1. Потапенко, А.А. Диспропорции пространственной структуры города как резерв развития каркаса города: территориально-коммуникационная модель и анализ сотовых данных / А.А. Потапенко. – DOI: 10.7256/2310-8673.2022.4.37724. – Текст: электронный // Урбанистика. – 2022. – № 4. – С. 50–70. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=37724 (дата обращения: 21.10.2023). (К2)

2. Потапенко, А. А. Развитие застроенных территорий города Владивостока: плотность, градостроительный потенциал и форма застройки / А. А. Потапенко. – DOI: 10.47055/1990-4126-2022-2(78)-17. – Текст: электронный // Архитектон. Известия вузов / Architecton: Proceedings of Higher Education / Architecton: Izvestia Vuzov. – 2022. – № 78. – URL: https://archvuz.ru/2022_2/17/(дата обращения: 21.10.2023). (К2)

3. Потапенко, А. А. Построение неравномерно-районированной модели (на примере г. Владивостока) / А. А. Потапенко – Текст: электронный // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies” «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT). – 2018. – №4 (45). – С. 402–415. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2018/4kvart18/28_potapenko/index.php (дата обращения: 21.10.2023).

4. Потапенко, А. А. Анализ эффективности территориальной организации полуострова Шкота города Владивостока / А. А. Потапенко. – DOI.org/10.5281/zenodo.1294107. – Текст: электронный // Вестник Инженерной школы ДВФУ. – 2018. – № 2 (35). – URL: <https://www.dvfu.ru/vestnikis/archive-editions/2-35/17/>(дата обращения: 21.10.2023).

5. Потапенко, А. А. Вычислительные методы в предпроектном анализе пространственной структуры г. Владивостока / А. А. Потапенко, Д. А. Краснов, В. К. Моор – Текст: электронный // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies” «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT). – 2017. – № 1 (38). – URL: http://www.marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/potapenko_krasnov_moor/index.php. (дата обращения: 21.10.2023).

Публикации в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus:

6. Potapenko A., Moor V. Vladivostok City Morphology: Space Matrix as a Tool for the Urban form Analysis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2020. – Т. 459. – №. 5. – С. 052039.

Публикации в других научных изданиях:

7. Потапенко, А. А. Алгоритмическое проектирование как средство формирования аналитических и проектных моделей в архитектуре / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. — 2021. — № 5. — С. 307–311.

8. Потапенко, А. А. Становление отечественной урбанистической теории / А. А. Потапенко, В. К. Моор. — Текст : непосредственный // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. — 2017. — № 2. — С. 40–43.

9. Потапенко, А. А. Моделирование городской среды на основе вычислительных теорий / А. А. Потапенко, В. К. Моор. — Текст : непосредственный // Новые идеи нового века – 2016 : материалы Шестнадцатой Международной научной конференции = The new Ideas of New Century – 2016 : The Sixteenth International Scientific Conference Proceedings : в 3 т. / Тихоокеан. гос. ун-т. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. Т. 1 – С. 281–285.

10. Потапенко, А. А. Вычислительный подход в исследовании городского пространства / А. А. Потапенко, В. К. Моор, А. Г. Гаврилов. — Текст : непосредственный // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. Материалы международной научной конференции. Том Выпуск 1. Инженерная школа. — Владивосток : Дальневосточный федеральный университет, 2016. — С. 272–275.

11. Потапенко, А. А. Вычислительный подход в исследовании городского пространства / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Инновации в социокультурном пространстве. Материалы VIII международной научно-практической конференции. Том Часть II. Амурский государственный университет. 2015. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2015. — С. 66–69.

12. Потапенко, А. А. Структурно-динамические свойства природных объектов как основа архитектурного морфогенеза / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Инновации в социокультурном пространстве. Материалы VIII международной научно-практической конференции. Том Часть II. Амурский государственный университет. 2015. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2015. — С. 50-54.

13. Потапенко, А. А. Тектоника природных и архитектурно-строительных структур как результат развития объекта / А. А. Потапенко, В. К. Моор. — Текст : непосредственный // Строительство — формирование среды жизнедеятельности: Сборник трудов Восемнадцатой

Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. — Москва : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015. — С. 124–126.

14. Потапенко, А. А. Вычислительное проектирование как инструмент интерпретации процессов биологического морфогенеза в архитектуре / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Молодежь и научно-технический прогресс: Материалы региональной научно-практической конференции. — Владивосток : Издательский дом ДВФУ, 2015. — С. 574–577.

15. Потапенко, А. А. Технологии и материалы цифрового производства / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Вестник науки и образования Северо-Запада России. — 2015. — № Т. 1. – №. 1. . — С. 2012-216.

16. Потапенко, А. А. Проектирование пространственной структуры на основе принципов биологического морфогенеза. / А. А. Потапенко. — Текст : непосредственный // Современные тенденции развития городских систем: материалы Международной научной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения основателя уральской архитектурной школы, профессора К.Т. Бабыкина. . — Екатеринбург : Архитектон, 2015. — С. 182-183.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулинин В. Н. Тополого-оптическое понимание основных онтологических положений теории фреймов И. Гофмана // Манускрипт. – 2020. – Т. 13. – №. 9. – С. 91–94.
2. Аксенов, Г. П. Причина времени / Г. П. Аксенов. — Москва : Эдиториал УРСС, 2000. — 243 с. — Текст : непосредственный.
3. Алексеевский М. Д. Прикладная городская антропология // Управление развитием территорий. – 2015. – №. 1. – С. 20–24.
4. Анализ состояния жилищной сферы на территориях основных российских агломераций. — Текст : электронный // Институт экономики города : [сайт]. — URL: https://urbaneconomics.ru/sites/default/files/analiz_sostoyaniya_zhilishchnoy_sfery_na_territoriyah_0_snovnyh_rossiyskih_aglomeraciy.pdf (дата обращения: 25.02.2022).
5. Аникеев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Аникеев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с. — Текст : непосредственный.
6. Аникеев, В. В. Владивосток вступил в XXI век: Градостроительные аспекты развития города / В. В. Аникеев. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — 200 с. — Текст : непосредственный.
7. Аникеев В. В. Градостроительные аспекты развития приморских систем расселения на базе портовых городов // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2012. – №. 2 (11). – С. 45–53.
8. Аношкин П. А. Пространственная модель современного города // Проблемы современной экономики. — 2011. — №. 4.
9. Антонов А. В. Генплан не нужен! / А. В. Антонов. — Текст : электронный // ESTP экспертный строительный портал : [сайт]. — URL: <http://estp-blog.ru/rubrics/rid-26617/> (дата обращения: 26.01.2022).
10. Бабайцев А. Ю. Коммуникация // Новейший философский словарь // Минск: Издво ВМ Скакун. – 1998.
11. Вайтенс А. Г., Митягин С. Д. Территориальное планирование в современной России: проблемы разработки и реализации // Вестник. Зодчий. 21 век. – 2014. – №. 2. – С. 2-7.
12. Реконструкция сложившейся среды приморского города / В. К. Моор, А. Г. Бабенко, А. Г. Гаврилов, Е. А. Ерышева, Г. Е. Игнатов, А. В. Копьева, О. В. Масловская, О. В., В. К. Моор, С. И. Палиенко. — Владивосток : ДВГТУ, 2004. — 130 с. — Текст : непосредственный.
13. Баевский, О. А. Модель эволюции-эволюция модели: координация средств управления пространственным развитием города / О. А. Баевский. — Текст : непосредственный // Сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 90-

летию со дня рождения профессора Е.Н. Перцика. — Москва : Географический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, 2021. — С. 170–182.

14. Баевский О. А. Место и роль градостроительного проектирования в градостроительной деятельности: традиции и новации //Архитектура и строительство Москвы. – 2009. – Т. 546. – №. 4. – С. 6–11.

15. Баевский О.А. Территориальное планирование и проектирование на основе исследования пространственной структуры города: курс лекций / Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского, 2016.

16. Баевский О.А. Эволюционный подход к управлению градостроительным развитием крупнейшего города. Московский опыт. / О. А. Баевский. — Текст : непосредственный // Градостроительство России XXI века. Сборник научных статей РААСН. — Москва : Московские учебники и картолитография, 2001. — С. 140–151.

17. Барковская А. Ю. Социологическая интерпретация категории «социальное пространство» //Logos et Praxis. – 2013. – №. 1. – С. 49–55.

18. Бочаров Ю. П., Жеблиенок Н. Н., Жеблиенок М. А. Теория градостроительства как система научных знаний в работах российских инженеров и архитекторов XX века //Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №. 4 (41). – С. 219–230.

19. Бочаров Ю.П. Производство и пространственная организация городов / Ю.П.Бочаров, Г.И. Фильваров. — М.: Стройиздат, 1987. — 256 с.

20. Вахштайн В. С. Пересборка города: между языком и пространством //Социология власти. – 2014. – №. 2. – С. 9-38.

21. Вахштайн В. С. Социология повседневности и теория фреймов. СПб.: Изд-во Европейского ун-та в С //СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге. – 2011.

22. Вероятностные технологии в управлении развитием города / В.И. Ресин, Б.С. Дарховский, Ю.С. Попков. М.: Эдиториал УРСС, 2004. — 352 с.

23. Викторова М.В. Выявление резервов пространственного развития города (на примере г. Уфы): дис. магистер./ Викторова М. В. — М.: ВШУ, 2014. — 101 с.

24. Владивосток в цифрах. 2013: Краткий статистический сборник/ Приморскстат, 2014. – 50 с.

25. Владимиров В. В. Градостроительство как система научных знаний : научное издание / В.В. Владимиров, Т.Ф. Саваренская, И.М. Смоляр ; Под ред. И.М. Смоляра. Москва. : УРСС, 1999. — 120 с.

26. Волков А. А. Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы //Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – №. 9. – С. 4–7.
27. Волинков В. Э. «Большие данные» (Big Data) в градостроительстве //Academia. Архитектура и строительство. – 2017. – №. 3.
28. Восемь лекций по синергетике: учебное пособие / А.А. Князев; Саратовский гос. техн. ун-тет, 1996. — 92 с.
29. Высоковский А.А. Правила землепользования и застройки: руководство по разработке. Опыт введения правового зонирования в Кыргызстане. Бишкек: «Ега-Басма», 2005. – 326 с.
30. Высоковский А. А. Управление пространственным развитием //Отечественные записки. – 2012. – №. 3. – С. 36–47.
31. Галкин В. П. Проблемы современности: теоретические аспекты и основы экологической проблемы — толкователь слов и идиоматических выражений / Контекстное учебное пособие к циклу “Экологические проблемы человечества”. Экология, социология, философия, право. Часть – 2. Чебоксары, 1997. — 220 с.
32. Гашенко А.Е., Пашнина Ю.П., Чекменева Е.А. Автоматизация градостроительных исследований в учебной практике (на примере параметрического моделирования) // АМІТ. 2015. №3 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-gradostroitelnyh-issledovaniy-v-uchebnoy-praktike-na-primere-parametricheskogo-modelirovaniya> (дата обращения: 16.02.2023).
33. Герцберг Л. Я. Быть или не быть генеральным планам крупных городов //Academia. Архитектура и строительство. – 2019. – №. 2. – С. 10-18.
34. Глазычев В. Л. Городская среда. Технология развития: настольная книга / В. Л. Глазычев, М.М: Егоров. М.: Ладыя, 1995. — 240 с.
35. Глазычев В. Л. Урбанистика.-2-е издание, стереотипное //Л Глазычев.–М.: издательство «Европа», КДУ. – 2017.
36. Головкин Н. В. Философские вопросы научных представлений о пространстве и времени концептуальное пространство-время и реальность //Новосибирск: Новосибирский гос. ун. – 2006. – Т. 2006. – С. 226.
37. Гостев М.В. Об эвристической природе моделей эволюционного городского развития // Городские исследования и практики. 2018. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-evristicheskoy-prirode-modeley-evolyutsionnogo-gorodskogo-razvitiya> (дата обращения: 18.03.2022).
38. Государственная корпорация — Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. — Текст : электронный // Реформа ЖКХ : [сайт]. — URL: <https://www.reformagkh.ru/> (дата обращения: 20.03.2022).

39. Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ) от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ. — Текст : электронный // Информационно-правовой портал Гарант : [сайт]. — URL: <https://base.garant.ru/12138258/> (дата обращения: 26.01.2022).
40. Григорьев, О. Д. Генплан Казани (до 2040 года) / О. Д. Григорьев. — Текст : электронный // archi.ru : [сайт]. — URL: <https://archi.ru/projects/russia/15982/genplan-kazani-do--goda> (дата обращения: 09.02.2022).
41. Грязнова Н. В., Сайтибрагимов А. Э. Цифровая параметрическая градостроительная документация // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2021. — Т. 11. — №. 2 (37). — С. 330–341.
42. Гурьянов Г., Туркатенко М. Классическое и постклассическое градостроительство // Архитектурный вестник. — 2004. — №. 1. — С. 70-78.
43. Гутнов А.Э. Системный подход в изучении города: основания и контуры теории городского развития / А.Э. Гутнов // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. — М.: Наука, 1985. — С. 211–232.
44. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. URL: <https://storage3d.com/storage/2020.04/fc5ab67271d669fbcad8766122e76414.pdf> (дата обращения: 18.03.2022).
45. Гутнов, А. Э. Будущее города / А. Э. Гутнов, И. Г. Лежава. — Москва : Стройиздат, 1977. — 250 с. — Текст : непосредственный.
46. Данилов, Д. С. Параметрическая архитектура как этап развития западноевропейской архитектуры : специальность 05.23.20 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Данилов Д. С. ; ННГАСУ. — Нижний Новгород, 2019. — 255 с.
47. Дизайн города, основанный на данных / Urbica. — Текст : электронный // Medium : [сайт]. — URL: <https://medium.com/@urbica/%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85-8225100f868d> (дата обращения: 10.05.2022).
48. Добрицина И. А. Вопросы теории архитектуры. Архитектурное сознание XX—1 * XXI веков: разломы и переходы: сб. науч. тр. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — С.105-146
49. Добрицына И. А. Концепции биоморфизма и параметризма в современной архитектуре: проблемы и перспективы // Academia. Архитектура и строительство. — 2019. — №. 3. — С. 51-57.

50. Добрицина, И. А. От постмодернизма — к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии / И. А. Добрицина. — Москва : Прогресс-традиция, 2004. — 416 с. — Текст : непосредственный.
51. Донцов Д.Г., Юшкова Н.Г. Градостроительное регулирование рационального использования территории: монография. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2007. 184 с.
52. Донцов, Д. Г. Основы информационного обеспечения регулирования градостроительных систем : специальность 18.00.04 «градостроительство, планировка сельских населенных мест» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Донцов Дмитрий Георгиевич ; Московский архитектурный институт / МАРХИ (Государственная академия). — Москва, 2006. — 296 с. — Текст : электронный. URL: <https://www.dissercat.com/content/osnovy-informatsionnogo-obespecheniya-regulirovaniya-gradostroitelnykh-sistem> (дата обращения: 03.04.2024).
53. Евстафьев А. И., Максимов Д. В. Анализ организации жилищной застройки и рынка жилья города на основе пространственно-параметрического моделирования // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. 2010. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-organizatsii-zhilishnoy-zastroyki-i-rynka-zhilya-goroda-na-osnove-prostranstvenno-parametricheskogo-modelirovaniya> (дата обращения: 15.02.2023).
54. Есаулов Г. В. Архитектурная наука и образование: векторы развития // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – №. 2. – С. 5-13.
55. Завьялов А.Ю., Максимова С.В., Мельцова Е.С., Лоренс П.З. Информационно-аналитическая система для комплексного градостроительного анализа // АМІТ. 2015. №2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-analiticheskaya-sistema-dlya-kompleksnogo-gradostroitel'nogo-analiza> (дата обращения: 20.03.2023).
56. Занадворов, В. С. Теория экономики города / В. С. Занадворов, И. П. Ильина. — Москва : Издательский дом ГУ-ВШЭ, 1999. — 177 с. — Текст : непосредственный.
57. Зиммель, Г. Рим. Флоренция. Венеция / Г. Зиммель. — : Издательство Грюндриссе, 1922. — 37 с. — Текст : непосредственный.
58. Иконников А.В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве / А. В. Иконников ; Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории архитектуры и градостроительства. — Москва : КомКнига, 2006. — 352 с.
59. Индекс качества городской среды — инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий её формирования. — Текст : электронный // Индекс качества городской среды : [сайт]. — URL: <https://xn----dtbcccdtsyabxk.xn--p1ai/#/> (дата обращения: 25.03.2022).

60. Итоги круглого стола «Новые технологии градостроительного проектирования: от BIM к CIM». — Текст : электронный // Институт Генплана Москвы : [сайт]. — URL: https://genplanmos.ru/publication/2018_05_23_itogi_kruglogo_stola_novye_tehnologii_gradostroitelnoogo_proektirovaniya_ot_bim_k_cim/ (дата обращения: 17.06.2022).
61. Казанцев, П. А. Оценка ветрового и инсоляционного режима территории города Владивостока в архитектурно-градостроительных целях / П. А. Казанцев, Я. В. Марус, Е. А. Ван-Хо-Бин. — Текст : непосредственный // Природа без границ. XII Международный экологический форум. — Владивосток : ДВФУ, 2018. — С. 122–128.
62. Казанцев П.А., Марус Я.В., Смеловская А.М. — Особенности формирования устойчивой городской среды в условиях реновации водной системы Владивостока. // Урбанистика. – 2019. – № 1. – С. 18–32. DOI: 10.7256/2310-8673.2019.1.29014 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29014
63. Казарян, В. П. Философские проблемы пространства и времени в естествознании / В. П. Казарян // Философия естественных наук / под ред. С. А. Лебедева. – М. : Академический проспект, 2006. – С. 105–166.
64. Каким быть Владивостоку? Началась разработка стратегии пространственного развития города (ОПРОС). — Текст : электронный // Администрация Владивостока : [сайт]. — URL: <https://www.vlc.ru/event/news/57966> (дата обращения: 25.03.2022).
65. Канин, Д. М. Информационные технологии как инструмент интеллектуализации управления устойчивым развитием территории / Д. М. Канин, Л. В. Парина, И. Я. Львович. — Текст : непосредственный // Информация и безопасность. — 2013. — № 1. — С. 31–38.
66. Карпик, А. П. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития / А. П. Карпик, И. А. Мусихин, Д. Н. Ветошкин. — Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). — 2021. — № Т. 26. – №. 2. — С. 155–163.
67. Киевский, Л. В. Теория реновации / Л. В. Киевский, И. Л. Киевский. — Москва : Столица, 2023. — 527 с. — Текст : непосредственный.
68. Киевский, Л. В. Математическая модель реновации / Л. В. Киевский. — Текст : непосредственный // Жилищное строительство. — 2018. — № 2. — С. 3-8.
69. Кияненко, К. В. Общество, среда, архитектура: социальные основы архитектурного формирования жилой среды: учеб. пособие / К. В. Кияненко. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Вологда : ВоГУ, 2015. — 284 с. — Текст : непосредственный.
70. Кожаева, Л. Морфотипы застройки — в теории и на практике / Л. Кожаева. — Текст : непосредственный // Архитектурный вестник. — 2011. — № 2. — С. 50–55.

71. Кокин, А. В. Синергетика и самоорганизация / А. В. Кокин. — Текст : электронный // Avkokin : [сайт]. — URL: <http://www.avkokin.ru/mirovozzrenie/osmyslenie-mira/2011/02/24/2-5-3.html> (дата обращения: 17.04.2022).
72. Колин К. К. Природа информации и философские основы информатики // Открытое образование. 2005. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-informatsii-i-filosofskie-osnovy-informatiki> (дата обращения: 02.01.2019).
73. Концепция внесения изменений в генеральный план Владивостокского городского округа. 1 этап. Анализ транспортной инфраструктуры. НИиПИ Урбанистики, Санкт-Петербург, 2014. — 19 с.
74. Крашенинников, А.В. Видимый спектр градостроительных проблем. Градостроительное искусство. Новые материалы исследований РААСН. Выпуск 1. — М. : НИИТАГ., 2007. — С. 461–463.
75. Крашенинников, А. В. Градостроительное развитие жилой застройки. / А. В. Крашенинников. — Москва : Архитектура-С, 2005. — 112 с. — Текст : непосредственный.
76. Крашенинников, А. В. Макро-пространства городской среды / А. В. Крашенинников. — Текст : непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies. — 2016. — № 3 (36). — С. 1–11.
77. Крашенинников А. В. Мезо-пространства городской среды А. В. Крашенинников. — Текст : непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies. — 2015. — №. 4 (33). — С. 1–4.
78. Крашенинников, А. В. Цифровые компетенции студентов-градостроителей / А. В. Крашенинников, Е. И. Петровская. — Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году. — 2022. — Т.1. — С. 233–240.
79. Куприяновский В.П., Уткин Н.А., Намиот Д.Е., Куприяновский П.В. Цифровая экономика = модели данных + большие данные + архитектура + приложения? // International Journal of Open Information Technologies. 2016. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-modeli-dannyh-bolshie-dannye-arhitektura-prilozheniya> (дата обращения: 26.03.2023).
80. Лебедев С. А. Философия науки: словарь основных терминов // М.: Академический проект. — 2004. — Т. 2. — №. 004. — 320 с.
81. Лебедева, Н. А. т города к экзополису? Городской культурный ландшафт в гуманитарной и критической географии / Н. А. Лебедева, И. И. Митин. — Текст : непосредственный // Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты. — 2019. — № 1 (36). — С. 197–220.

82. Лефевр, А. Производство пространства / А. Лефевр. — Москва : Strelka Press, 2015. — 432 с. — Текст : непосредственный.
83. Лимонов Л. Э. Региональная экономика и пространственное развитие в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / Л. Э. Лимонов [и др.] ; под общей редакцией Л. Э. Лимонова ; под редакцией Б. С. Жихаревича, Н. Ю. Одинг, О. В. Русецкой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05251-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511044> (дата обращения: 26.03.2023).
84. Лобанов Е.Ю. Эволюция понимания пространства в архитектуре и дизайне среды // Architecture and Modern Information Technologies. 2012. №4(21). URL: <https://marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/lobanov/abstract.php> (дата обращения: 08.03.2024)
85. Лымарь В.В., Карпов А. С., Краснова О. А. — Применение параметрических методов для картирования морфологии городской застройки на примере Василеостровского района Санкт-Петербурга // Урбанистика. — 2021. — № 1. — С. 34–55. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.35029 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=35029
86. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Новый инструментарий в общественных науках-агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // Экономика и управление. — 2009. — №. 12. — С. 13–25.
87. Малинова О. В. О реформировании территориального планирования в Российской Федерации в целях комплексного и устойчивого развития территории. Генплан // Academia. Архитектура и строительство. — 2019. — №. 4
88. Матвеев Н. П. Краткий исторический очерк города Владивостока / Владивосток: 1910. — 192 с. // ПКПБ им. А. М. Горького : [сайт]. — URL: <https://pgpb.ru/digitization/document/2417/> (дата обращения: 03.06.2022).
89. Мельников А. А., Донгузов К. А., Азнабаева Л. Р. Система управления развитием городской инфраструктуры «Умный город» // Архйорт. — 2015. — №. 1.
90. Мельникова В. В. Человек и архитектурное пространство: осмысление взаимосвязей в социальных науках и градостроительной практике // Academia. Архитектура и строительство. — 2019. — №. 3. — С. 85–89.
91. Механика Москвы. Исследование городской среды. — Текст : электронный // Мх2 : [сайт]. — URL: <http://data.miscp.ru/> (дата обращения: 18.05.2022).
92. Митягин С. Д. Генеральные и мастер-планы поселений в новых условиях // Промышленное и гражданское строительство. — 2019. — №. 9. — С. 76–81.

93. Митягин С. Д. Градостроительство. Эпоха перемен/ С. Д. Митягин. – СПб: Изд-во «Зодчий», 2016. – 280 с. – ISBN 978-5-904560-15-7.
<https://niipg.com/storage/app/uploads/public/5f3/a2b/a7f/5f3a2ba7f35b5085320407.pdf>
94. Моисеев, Ю. М. Пороги неопределенности в системе градостроительного планирования : специальность 05.23.22 «Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов» : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Моисеев Юрий Михайлович ; Московский архитектурный институт (Государственная академия). — Москва, 2017. — 345 с.
95. Моор В. К., Ерышева Е. А. Формирование архитектурно-художественного облика приморских городов: учеб. пособие // Владивосток: Изд-во ДВГТУ. – 1997.
96. Моор В.К., Ерышева Е. А. Основные этапы эволюции пространственной структуры и архитектурного облика г. Владивостока. Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году: Сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. М.: Издательство АСВ, 2018. С. 130–139.
97. Новиков, А. В. Человек и город. Кем и как создается городская среда? / А. В. Новиков. — Текст : электронный // Коммерсантъ : [сайт]. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3594351> (дата обращения: 25.03.2022).
98. Обертас, В.А. Основы градостроительной структуры Владивостока/ В. А. Обертас. — Владивосток: Рея, 2011 г. — 115 с.
99. Обзор систем пространственного планирования в зарубежных странах. — Текст : электронный // Институт экономики города : [сайт]. — URL: <https://urbanecomomics.ru/analytics/IUEGradplan2019> (дата обращения: 26.01.2022).
100. Открытый международный конкурс на разработку мастер-плана городского округа «Город Дербент», Республика Дагестан. — Текст : электронный // План Дербента : [сайт]. — URL: <https://planderbenta.ru/> (дата обращения: 26.05.2022).
101. Павлов, Н.Л. Новый субъект в построении современного архитектурного пространства / Н.Л. Павлов // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №2 (55). – С. 9–16.
102. Петровская Е. И. Трехединый средовой код и моделирование городской среды // АМІТ. 2020. №3 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/triedinyy-sredovoy-kod-i-modelirovanie-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 13.03.2023).
103. Петровская Е. И., Демчук М. А. Метод выявления перспектив развития и основ формирования комплексного средового кода для локальной территории // АМІТ. 2020. №4 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-vyyavleniya-perspektiv-razvitiya-i-osnov-formirovaniya-kompleksnogo-sredovogo-koda-dlya-lokalnoy-territorii> (дата обращения: 13.03.2023).

104. Петровская Е. И., Подобулкин А. Г., Печёнкин И. А., Мавлёнкин А. И. О методе кодирования "пешеходно-комфортной" городской среды и сочетании центричных и линейных городских пространств // АМИТ. 2018. №3 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-metode-kodirovaniya-peshehodno-komfortnoy-gorodskoy-sredy-i-sochetanii-tsentrichnyh-i-lineynyh-gorodskih-prostranstv> (дата обращения: 13.03.2023).
105. План комплексного социально-экономического развития Владивостокского городского округа / . — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Москва : ЗАО "Международный центр развития регионов", 2016. — 316 с.
106. Подольская, Е. А. Методология научных исследований. Терминологический словарь / Е. А. Подольская. — Харьков : Изд-во НУА, 2016. — 144 с. — Текст : непосредственный.
107. Полуэктов В. В. Технологии информационного моделирования (ВІМ) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. — 2016. — №. 1. — С. 46–55.
108. Преловский В. И. История, реальность и перспективы территориального развития г. Владивостока // Записки Общества изучения Амурского края. — Владивосток: Русское географическое общество, 2000. — Т. XXXIV. — С. 86—92. — 169 с.
109. Проект внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа Приморского края. — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град», 2017. — С. 163.
110. Проект развития парка Минного городка. — Текст : электронный // Minerark : [сайт]. — URL: <https://minerark.su/> (дата обращения: 18.05.2022).
111. Проекты Фонда в городах России. — Текст : электронный // ДОМ.РФ : [сайт]. — URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/urban/projects/> (дата обращения: 26.05.2022).
112. Проекты Фонда в городах России. Мастер-план — остров Русский. — Текст : электронный // ДОМ РФ : [сайт]. — URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/upload/documents/urban/vladivostok/mp-ostrov-russky.pdf> (дата обращения: 25.03.2022).
113. Пучков М. В., Бутенко А. А. Параметрическое моделирование архитектурно-пространственной среды города на основе информационных технологий // Архитектон: известия вузов. Теория архитектуры. — 2015. — №. 49. — С. 23.
114. Разработка плана комплексного социально-экономического развития Владивостокского городского округа / . — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Москва : ЗАО "Международный центр развития регионов", 2011. — 262 с.
115. Реформа ЖКХ. Государственная корпорация Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/>- 10.06.2016

116. Родоман Б. Б. География, районирование, картоиды. Сборник трудов. — Смоленск, Ойкумена, 2007. — 368 с.
117. Романова А. Ю. Трансформация идеи: от «идеального города» к «городу будущего» //АМИТ. – 2015. – №. 1.
118. Роскош М. В. Город как система //Научный диалог. – 2013. – №. 12 (24)
119. Рынок складской недвижимости России — 2018 год. — Текст : электронный // KnightFrank : [сайт]. — URL: <https://www.knightfrank.ru/research/gynok-skladskoy-nedvizhimosti-rossii-2018-god-6193.aspx> (дата обращения: 25.03.2022).
120. Рябов Н. С., Обертас В. А. К истории застройки Владивостока //Владивосток: Примиздат. – 1961. // ПКПБ им. А. М. Горького : [сайт]. — URL: <https://pgpb.ru/digitization/document/2017/> (дата обращения: 03.06.2022).
121. Салех, М. С. Методы архитектурного формообразования на основе генеративного моделирования : специальность 2.1.11 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Салех М. С. ; МАРХИ. — Москва, 2023. — 238 с.
122. Самойлова Н. А. Градостроительное регулирование среды жизнедеятельности с использованием информационного моделирования //Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году. – 2019. – С. 415–431.
123. Сборники рекомендуемых терминов. Выпуск 88. Основы теории подобия и моделирования. Терминология / под ред. Д. А. Веникова. — Москва : Издательство «Наука», 1973. — 23 с.
124. Смоляр И.М. Градостроительное планирование как система: Прогнозирование – Программирование – Проектирование. – М., Эдиториал УССР, 2001г
125. Стандарт комплексного развития территорий. — Текст : электронный // ДОМ.РФ : [сайт]. — URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/> (дата обращения: 26.01.2022).
126. Степин В. С. Научная рациональность в техногенной культуре: типы и историческая эволюция //Вопросы философии. – 2012. – №. 5. – С. 18–25.
127. Стратегический мастер-план города Перми. — Текст : электронный // Институт территориального планирования : [сайт]. — URL: <https://www.permgenplan.ru/portfolio/strategic-plan/> (дата обращения: 11.02.2022).

128. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. — Текст : электронный // Минстрой РФ : [сайт]. — URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/672/V-Strategiya-na-sayt-i-GASU.pdf> (дата обращения: 25.03.2022).
129. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий — М.: ДМК Пресс, 2011. — 392 с.
130. Тарасова, Л. Г. Градостроительное планирование и регулирование развития крупных городов с учетом действия процессов самоорганизации : специальность 05.23.22 «градостроительство, планировка сельских населенных пунктов» : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Тарасова Л.Г. ; МАРХИ. — Москва, 2010. — 300 с. — Текст : непосредственный.
131. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей / С.А. Тархов - Смоленск-Москва: Издательство "Универсум", 2005. — 384с.
132. Тоффлер Э. Третья волна. – Аст, 1999. — 800 с.
133. Трубина Е. Г. Город в теории: опыты осмысления пространства. — М.: Новое литературное обозрение, 2011. — 519 с.
134. Трутнев Э. К. Градорегулирование: Основы регулирования градостроительной деятельности в условиях становления рынка недвижимости. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2007. — 97 с.
135. Трутнев Э. К., Сафарова М. Д. Градорегулирование в условиях рыночной экономики, 2009[Электронный ресурс] URL: <http://e-lib.biz/teoriya-ekonomicheskaya/gradoregulirovanie-usloviyah-ryinochnoy.html> (дата обращения: 21.01.2016).
136. Трухачев С. Ю., Батунова Е. Ю., Хитёва Е. О. Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE» //Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – №. 4. – С. 110-117.
137. Трухачев, Ю. Н. Общая теория градостроительных систем / Ю. Н. Трухачев. — Ростов-на Дону : Ростовская государственная академия архитектуры и искусства, 2006. — 120 с. — Текст : непосредственный.
138. Тургель И. Д., Маковкина С. А. Сравнительный анализ практики стратегического планирования социально-экономического развития в крупнейших городах России //Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – №. 6.
139. Тюнен, И.Г. Изолированное государство / И. Г. Тюнен; пер. Е. А. Торнеус; под ред. А. А. Рыбникова. — М.: Экономическая жизнь, 1926. — 326 с.

140. Уткина В. Н., Грязнов С. Ю., Бабушкина Д. Р. Проблемы и перспективы внедрения технологии информационного моделирования в области строительства в России: проблемы и перспективы внедрения // Основы экономики, управления и права. – 2019. – №. 1 (19). – С. 57–61.
141. Фаттахов М. Р. Агентно-ориентированная модель социально-экономического развития Москвы // Экономика и математические методы. – 2013. – Т. 49. – №. 2. – С. 30–40
142. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями). — Текст : электронный // Информационно-правовой портал Гарант : [сайт]. — URL: <https://base.garant.ru/70684666/> (дата обращения: 26.01.2022).
143. Филиппов А. Прикладная социология пространства // Социологическое обозрение. – 2009. – Т. 8. – №. 3. – С. 3–15.
144. Филиппов, А.Ф. Социология пространства / А. Ф. Филиппов. — СПб. : Владимир Даль, 2008. — 285 с. — Текст : непосредственный.
145. Хачатурова С.М. Электронный учебник по дисциплине "Математические модели системного анализа". [Электронный ресурс] URL: <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm> (дата обращения 04.01.2017)
146. Хайман, Э.В. Новая морфология архитектуры. Зачем гены зданиям? / Э. В. Хайман. — Текст : электронный // ARCHIRU : [сайт]. — URL: <https://archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geny-zdaniyam> (дата обращения: 25.03.2023).
147. Чернова Е.Б. Социологическое исследование политического мышления в ситуациях территориального планирования // Социология власти. – 2014. – №. 4. – С. 58–7
148. Чернявская О.С. Социальное пространство: обзор теоретических интерпретаций // Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. – 2008. – №. 5.
149. Численность и состав населения. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 26.05.2022).
150. Щепетков Н.И. Световой дизайн города: учебное пособие / Н.И. Щепетков. — М.: Архитектура-С, 2006. — 320 с.
151. Ширинян, Е.А. опыт апробации методики использования открытых геопропространственных данных и инструментов архитектурно-климатического анализа градостроительного контекста в курсе «медиа-технологии» магистратуры марши / Е. А. Ширинян. — Текст : непосредственный // АМІТ. — 2016. — № 2. — С. 1-10.

152. Ширинян, Е.А. Генераторы застройки и большой бизнес. Краткий обзор / Е. А. Ширинян. — Текст : электронный // ПРОСАПР : [сайт]. — URL: <https://prosapr.blogspot.com/2021/03/blog-post.html> (дата обращения: 27.01.2022).
153. Ширинян, Е.А. Методические указания по дисциплине «Работа с ГИС-данными для архитекторов»: Учебно-методическое пособие / Е.А. Ширинян. — М. : МАРХИ, 2016. — 28 с.
154. Шубенков М.В., Шубенкова М.Ю. Информатизация пространства жизнедеятельности //Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ. — 2018. — С. 155–158.
155. Шубенков М.В. Формирование градостроительных систем в постиндустриальный период //Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году. — 2018. — С. 587–593.
156. Шувалов В.Е. Районирование в российской социально-экономической географии: современное состояние и направления развития //Региональные исследования. — 2015. — №. 3. — С. 19–29.
157. Щедровицкий Г.П. «Естественное» и «искусственное» в социотехнических системах //М.: Шк. Культ. Полит. — 1995. — С. 437–449.
158. Юсин, Г.С. Генплан умер? Да здравствует...!? / Г. С. Юсин. — Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. — 2019. — № 2. — С. 1-2.
159. Юшкова, Н. Г. Концепция системного регулирования и методология реорганизации территориальных систем / Н. Г. Юшкова, Д. Г. Донцов. — Текст : электронный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2020. — №3 (34). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-sistemnogo-regulirovaniya-i-metodologiya-reorganizatsii-territorialnyh-sistem> (дата обращения: 09.04.2024).
160. Якимов М.Р. Формирование модели городской структуры на основе пространственно-неравномерной модели формирования транспортного спроса //Научные исследования и образовательные практики в XXI веке: состояние и перспективы развития. — 2015. — С. 153–157.
161. Яргина З.Н. Градостроительный анализ. — М.: Стройиздат, 1984. — 245 с.
162. Agyemang F. S. K., Silva E., Fox S. Modelling and simulating ‘informal urbanization’: An integrated agent-based and cellular automata model of urban residential growth in Ghana //Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. — 2022. — С. 239–253.

163. Atlas of Urban Expansion. — Текст : электронный // The Lincoln Institute of Land Policy : [сайт]. — URL: <https://www.lincolninstitute.edu/research-data/data/atlas-urban-expansion> (дата обращения: 10.05.2022).
164. Batty M., Milton R. A new framework for very large-scale urban modelling //Urban Studies. — 2021. — Т. 58. — №. 15. — С. 3071–3094.
165. Bo01, Malmö, Sweden. — Текст : электронный // Urban Green-Blue Grids : [сайт]. — URL: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/bo01-city-of-tomorrow-malmo-sweden/> (дата обращения: 26.01.2022).
166. Cao Y. et al. Urban spatial growth modeling using logistic regression and cellular automata: A case study of Hangzhou //Ecological Indicators. — 2020. — Т. 113. — С. 106–200.
167. Castelluccio M. et al. Land use classification in remote sensing images by convolutional neural networks //arXiv preprint arXiv:1508.00092. — 2015.
168. Chenaux A. et al. A review of 3D GIS for use in creating virtual historic Dublin //The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. — 2019. — Т. 42. — С. 249–254.
169. Clarke K. C., Hoppen S., Gaydos L. A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area //Environment and planning B: Planning and design. — 1997. — Т. 24. — №. 2. — С. 247–261.
170. González-Méndez M. et al. Agent-based modeling for urban development planning based on human needs. conceptual basis and model formulation //Land Use Policy. — 2021. — Т. 101. — С. 105–110.
171. Grignard A. et al. The impact of new mobility modes on a city: A generic approach using abm //International conference on complex systems. — Springer, Cham, 2018. — С. 272-280.
172. Guzman L. A. et al. A cellular automata-based land-use model as an integrated spatial decision support system for urban planning in developing cities: The case of the Bogotá region //Land use policy. — 2020. — Т. 92. — С. 104–445.
173. HafenCity Masterplan. — Текст : электронный // HafenCity : [сайт]. — URL: <https://www.hafencity.com/en/overview/masterplan> (дата обращения: 26.01.2022).
174. Hashem I. A. T. et al. The role of big data in smart city //International Journal of Information Management. — 2016. — Т. 36. — №. 5. — С. 748–758.
175. He X. et al. QoE-driven big data architecture for smart city //IEEE Communications Magazine. — 2018. — Т. 56. — №. 2. — С. 88–93.
176. Here's a state-by-state breakdown of Facebook users impacted by the Cambridge Analytica scandal. — Текст : электронный // Insider : [сайт]. — URL:

- <https://www.businessinsider.com/facebook-cambridge-analytica-affected-us-states-graphic-2018-6> (дата обращения: 18.05.2022).
177. Hirt S. Whatever happened to the (post) socialist city? // *Cities*. – 2013. – Т. 32. – С. 29–38.
178. Kazantsev P. A. Bioclimatic Comfort Evaluation for Vladivostok and its Islands Territories // *Sustainable building Asia Conf.* – 2007. – С. 851–854.
179. Kuchukov, R. CityClass project Urban patterns recognition with a neural network / R. Kuchukov. — Текст : электронный // *Towards Data Science* : [сайт]. — URL: <https://towardsdatascience.com/cityclass-project-eng-15bc5fcd8e1> (дата обращения: 25.03.2023).
180. Les Liaisons Miracles: Semantic Map of Consumer Behavior on Miracle Mile. — Текст : электронный // *Habidatum* : [сайт]. — URL: <https://habidatum.com/projects/les-liaisons-miracles> (дата обращения: 18.05.2022).
181. Liu X. et al. A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS) // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2017. – Т. 6. – №. 2. – С. 53.
182. Melo H. C. et al. Implementation of City Information Modeling (CIM) concepts in the process of management of the sewage system in Piumhi, Brazil // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing, 2019. – Т. 225. – №. 1. – С. 120–176.
183. Modern C++ routing engine for shortest paths in road networks. — Текст : // *Open-Source Routing Machine (OSRM)* : [сайт]. — URL: <http://project-osrm.org/> (дата обращения: 20.03.2022).
184. Montenegro N., Duarte J. P. Computational Ontology of Urban Design: Towards a City Information Model // *27th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe)*, Istanbul, Turkey. https://www.researchgate.net/publication/30873190_Computational_Ontology_of_Urban_Design_Towards_a_City_Information_Model. – 2009.
185. Nordhavn. Sustainable city — the Copenhagen way. — Текст : электронный // *Cobe* : [сайт]. — URL: <https://cobe.dk/place/nordhavn> (дата обращения: 26.01.2022).
186. Pont M.B. et al. Quantitative comparison of cities: Distribution of street and building types based on density and centrality measures. – Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos, University of Lisbon, 2017.
187. Pont M. B., Marcus L. Innovations in measuring density: From area and location density to accessible and perceived density // *NA*. – 2014. – Т. 26. – №. 2. – С. 2–9.
188. Raimbault J., Pumain D. Spatial dynamics of complex urban systems within an evolutionary theory frame // *Handbook on Entropy, Complexity and Spatial Dynamics*. – Edward Elgar Publishing, 2021. – С. 175–195.

189. Raman S. Designing a liveable compact city: Physical forms of city and social life in urban neighbourhoods //Built environment. – 2010. – Т. 36. – №. 1. – С. 63–80.
190. Royal Neighbour. — Текст : электронный // Mandaworks : [сайт]. — URL: <https://www.mandaworks.com/kolkajen> (дата обращения: 26.01.2022).
191. Sani M. J., Rahman A. A. GIS and BIM integration at data level: A review //The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2018. – Т. 42. – С. 299–306.
192. Souza L., Bueno C. City Information Modelling as a support decision tool for planning and management of cities: A systematic literature review and bibliometric analysis //Building and Environment. – 2022. – Т. 207. – С. 108–403.
193. Stojanovski T. City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations //Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design. – 2013. – С. 1–8.
194. Stojanovski T. City information modelling (CIM) and urban design: morphological structure, design elements and programming classes in CIM //eCAADe Conference, Lodz University of Technology, Lodz, Poland, 19-21 September 2018. – 2019. – С. 507–516.
195. Tang B. et al. A hierarchical distributed fog computing architecture for big data analysis in smart cities //Proceedings of the ASE BigData & SocialInformatics 2015. – 2015. – С. 1–6.
196. Tsilimantou E. et al. GIS and BIM as integrated digital environments for modeling and monitoring of historic buildings //Applied Sciences. – 2020. – Т. 10. – №. 3. – С. 1078.
197. Van A., Berghauer P. M., Mashhoodi B. Combination of space syntax with spacematrix and the mixed use index //8th International Space Syntax Symposium, Santiago de Chile. – 2012.
198. Van Nes A., Introduction to space syntax in urban studies / N. A. Van, C. Yamu. — : Springer Nature, 2021. — 250 с. — Текст : непосредственный.
199. Wang B., Tian Y. Research on key technologies of city information modeling //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 693. – №. 1. – С. 121–129.
200. Wang T. et al. Comparative study of urban forms on macro scale //2018 26th International Conference on Geoinformatics. – IEEE, 2018. – С. 1–6.
201. Wang Z. et al. The Problem Analysis and Solution Suggestion in the Process of City Information Model Construction //2020 4th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC). – IEEE, 2020. – С. 109–112.
202. Xu X. et al. From building information modeling to city information modeling //Journal of information technology in construction. – 2014. – Т. 19. – С. 292–307.

203. Ye Y., Van Nes A. Quantitative tools in urban morphology: Combining space syntax, spacematrix and mixed-use index in a GIS framework //Urban morphology. – 2014. – T. 18. – №. 2. – C. 97–118.
204. Zhao B. et al. Agent-based model (ABM) for city-scale traffic simulation: A case study on San Francisco //International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC) Driving data-informed decision-making. – ICE Publishing, 2019. – C. 203–212.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунок 1.1 Проект планировки М. И. Любенского 1869 г., совмещенный с исполнительным планом 1866 г. и картой Владивостока 2019 г. Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.2 Японский план г. Владивостока 1872 г. Источник: Японский план Владивостока 1872. — Текст : электронный // retromap : [сайт]. — URL: http://retromap.ru/show_map.php?mcode=1418724 (дата обращения: 27.03.2023).

Рисунок 1.3 Динамика численности населения г. Владивостока в 19 в. (схема автора).

Рисунок 1.4 Проект плана г. Владивостока землемера Почекунина 1874 г., совмещенный с картой Владивостока 2019 г. Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.5 Динамика численности населения г. Владивостока с основания и до 1922 г. (схема автора).

Рисунок 1.6 Генеральный план города Владивостока Н.К. Старожилова 1906 г. Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.7 Схема Генерального плана г. Владивостока (Н. К. Старожилов, 1927 г.) Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.8 Схема генерального плана Владивостока (арх. Е. А. Васильев, 1938 г.) Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.9 Схема генерального плана Владивостока (арх. А. М. Суворов, 1953 г.). Источник: Анিকেев, В. В. Генеральные планы Владивостока. История, проблемы, решения. Монография. ДВРО РАСН. / В. В. Анিকেев, В. А. Обертас. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — 259 с.

Рисунок 1.10 Место генерального плана г. Владивостока в системе документов территориального планирования (схема автора)

Рисунок 1.11 Схема транспортной доступности (ГП Владивостока, 2017). Источник: Проект внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа

Приморского края. — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град», 2017. — С. 163.

Рисунок 1.12 Принципы подготовки проекта внесения изменений в Генеральный план г. Владивостока. Источник: Проект внесения изменений в Генеральный план Владивостокского городского округа Приморского края. — Текст : непосредственный // Положение о территориальном планировании. — Омск : ООО «Институт Территориального Планирования «Град», 2017. — С. 163.

Рисунок 1.13 Показатели социально-экономического развития Владивостокской городской агломерации: стоимость жилья, обеспеченность жильем, общая площадь введенного жилья. Источник: Анализ состояния жилищной сферы на территориях основных российских агломераций. — Текст : электронный // Институт экономики города : [сайт]. — URL: https://urbaneconomics.ru/sites/default/files/analiz_sostoyaniya_zhilishchnoy_sfery_na_territoriyah_0snovnyh_rossiyskih_aglomeraciy.pdf (дата обращения: 25.02.2022).

Рисунок 1.14 Ограничения развития свободных территорий города Владивостока (схема автора).

Рисунок 1.15 Градостроительный потенциал Владивостокской агломерации по результатам анализа состояния жилищной сферы на территориях основных российских городских агломераций (схема автора). Источник данных: Анализ состояния жилищной сферы на территориях основных российских агломераций. — Текст : электронный // Институт экономики города : [сайт]. — URL: https://urbaneconomics.ru/sites/default/files/analiz_sostoyaniya_zhilishchnoy_sfery_na_territoriyah_0snovnyh_rossiyskih_aglomeraciy.pdf (дата обращения: 25.02.2022).

Рисунок 1.16 Уровень удовлетворенности количеством и качеством офисных и производственных помещений на рынке недвижимости г. Владивостока (схема автора).

Рисунок 1.17 Ключевые показатели рынка складской недвижимости в регионах России. Источник: 150. Рынок складской недвижимости России — 2018 год. — Текст : электронный // KnightFrank : [сайт]. — URL: <https://www.knightfrank.ru/research/rynok-skladskoy-nedvizhimosti-rossii-2018-god-6193.aspx> (дата обращения: 25.03.2022).

Рисунок 1.18 Диспропорции распределения мест проживания и мест приложения труда по данным соцопроса [104] (схема автора)

Рисунок 1.19 Оценка респондентами удобства различных типов городской мобильности Владивостока (схема автора).

Рисунок 1.20 Оценка респондентами перспектив развития различных типов городской мобильности (схема автора).

Рисунок 1.21 Оценка качества городской среды Владивостока по районам города респондентами по шкале от 1 до 5(схема автора).

Рисунок 2.1 Схема строения системы: а — простая система, б — сложная система (схема автора).

Рисунок 2.2 Иерархичность сложных систем (схема автора).

Рисунок 2.3 Иллюстрация объектов материального пространства города. Источник: Нью-Йорк - Полная коллекция городов и пригородов 3D модель от META Group Модели 3D . — Текст : электронный // turbosquid : [сайт]. — URL: <https://www.turbosquid.com/ru/3d-models/3d-model-buildings-new-york-1329483#> (дата обращения: 27.03.2023).

Рисунок 2.4 Иллюстрация объектов пространства процессов города. Источник: KUANG, С. The Data Viz That's Helping Transform A \$45 Billion Company / С. KUANG. — Текст : электронный // The Data Viz That's Helping Transform A \$45 Billion Company : [сайт]. — URL: <https://www.fastcompany.com/90147145/the-data-viz-thats-helping-transform-a-45-billion-company> (дата обращения: 27.03.2023).

Рисунок 2.5 Динамика перемещения населения г. Владивостока в течение суток 11 марта 2020 года (схема автора).

Рисунок 2.6 Динамика перемещения населения г. Владивостока в течение суток 11 марта 2020 года по вернакулярным районам города: а — мобильность в утренние часы 6:00 –10:00; б — мобильность в вечерние часы 16:00 –20:00 (схема автора).

Рисунок 2.7 Иллюстрация социального пространство города. Источник: Les Liaisons Miracles: Semantic Map of Consumer Behavior on Miracle Mile. — Текст : электронный // HABIDATUM : [сайт]. — URL: <https://habidatum.com/projects/les-liaisons-miracles> (дата обращения: 27.03.2023).

Рисунок 3.1 Распределение площади территорий города по плотности населения (схема автора).

Рисунок 3.2 Карта плотности «точек притяжения» территорий центральной части города на основе показателей плотности точек притяжения (схема автора).

Рисунок 3.3 Распределение площади территорий в зависимости от показателя плотности точек притяжения (схема автора).

Рисунок 3.4 Распределение площади территорий по транспортной доступности 8 мин. при движении на автомобиле (схема автора) (схема автора).

Рисунок 3.5 Распределение площади территорий по показателям связности с населением (схема автора).

Рисунок 3.6 Распределение площади территорий по показателю связности с точками притяжения (схема автора).

Рисунок 3.7 Распределение площади территорий по транспортной доступности 8 мин. при движении на автомобиле (схема автора).

Рисунок 3.8 Различные типы застройки с одним и тем же показателем плотности застройки (схема автора).

Рисунок 3.9. Модель узлового района по Б. Б. Родоману (схема автора).

Рисунок 3.10. Модель неравномерно-районированной структуры города (схема автора).

Рисунок 3.11. Распределение объектов Google Places, Foursquare и Instagram в центральной части г. Владивостока (схема автора).

Рисунок 3.12 Первый узел 4-го порядка, район ост. Котельникова, г. Владивосток: гистограмма функций, емкость узла (схема автора).

Рисунок 3.13 Координационное поле со значениями средних показателей и отклонений (схема автора).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

На правах рукописи



Потапенко Анастасия Аркадьевна

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЕДПРОЕКТНОМ АНАЛИЗЕ
И КОНЦЕПТУАЛЬНОМ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА)**

2.1.13 Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата архитектуры

Том II

ПРИЛОЖЕНИЯ

Научный руководитель:
кандидат архитектуры, профессор
Ерышева Елена Андреевна

СОДЕРЖАНИЕ

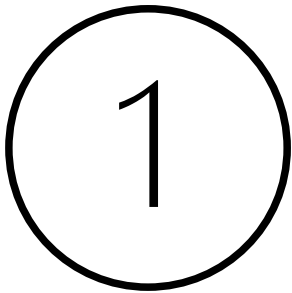
Глава 1 ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА	
ВЛАДИВОСТОКА	7
Рисунок 1. Современные методы и инструменты планирования, регулирования и управления развитием пространственной системы города.....	8
Рисунок 2. Современные технологии в области архитектурно-градостроительного проектирования.....	8
Рисунок 3. Эволюционное развитие пространственной структуры города Владивостока на оси времени	9
Рисунок 4. Первый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1860 – 1870 г. «Военный пост Владивосток».....	10
Рисунок 5. Второй этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1871 – 1897 г. «Владивосток — город-порт»	11
Рисунок 6. Третий этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1898 – 1922 г. «Война и революция»	12
Рисунок 7. Четвертый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1923 – 1937 г. «Восстановление».....	13
Рисунок 8. Пятый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1938 – 1959 г. «Проекты Большого Владивостока»	14
Рисунок 9. Шестой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1960 – 1990 г. «Строительство Большого Владивостока»	15
Рисунок 10. Седьмой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1991 – 2007 г. «Смена режимов»	16
Рисунок 11. Восьмой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 2007 – 2022 г. «Владивосток — центр международного сотрудничества стран АТР?»	17
Рисунок 12. Эволюционное развитие пространственной структуры города Владивостока.....	18
Рисунок 13. Стратегии, планы и исследования пространственного развития города Владивостока 2007–2022 г.	19
Рисунок 14. Проблемы и противоречия современного этапа развития пространственной структуры г. Владивостока.....	20
Глава 2 ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О	
ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПРЕДПРОЕКТНОМ АНАЛИЗЕ И	
КОНЦЕПТУАЛЬНОМ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ	
ПРОЕКТИРОВАНИИ	21
Рисунок 15. Параметры материального пространства, пространства процессов и информационного пространства города	22
Рисунок 16. Примеры исследований параметров материального пространства города	23
Рисунок 17. Пример исследования параметров материального пространства города Владивостока	24
Рисунок 18. Примеры исследований параметров пространства процессов города.....	25

Рисунок 19. Пример исследования параметров пространства процессов города Владивостока	26
Рисунок 20. Примеры исследований параметров информационного пространства города	27
Рисунок 21. Пример исследования параметров информационного пространства города Владивостока	28
Рисунок 22. Моделирование, проектирование и управление пространственной системой города.....	29
Рисунок 23. Схема процесса информационного моделирования в архитектурно-градостроительной деятельности	30
Рисунок 24. Элементы параметрической модели города	31
Глава 3 ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРОДА (на примере г. Владивостока).....	32
Рисунок 25. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Плотность застройки	33
Рисунок 26. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Процент застройки	34
Рисунок 27. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Плотность населения.....	35
Рисунок 28. Анализ отдельных параметров информационного пространства города Владивостока. Плотность точек притяжения	36
Рисунок 29. Схема автомобильной доступности территорий города (среднее время какой-либо территории с рассматриваемого расчетного квартала).....	37
Рисунок 30. Анализ отдельных параметров пространства процессов города Владивостока. Связность с населением.....	38
Рисунок 31. Анализ отдельных параметров пространства процессов города Владивостока. Связность с точками притяжения.....	39
Рисунок 32. Территории со связностью с населением выше среднего значения.....	40
Рисунок 33. Выявление типов застройки города по методике пространственных матриц плотности Sрасемatrix	41
Рисунок 34. Морфотипы застройки города Владивостока.....	42
Рисунок 35. Соотношения площади застройки и общей площади застройки по морфотипам территорий г. Владивостока.....	43
Рисунок 37. Этапы построения неравномерно-районированной модели города.....	45
Рисунок 38. Неравномерно-районированная модель города Владивостока.....	46
Рисунок 40. Пример распределения категорий объектов в узлах 4 уровня организации	48
Рисунок 41. Сравнение узлов пространственной структуры города Владивостока по данным о точках притяжения Google Places и Foursquare.....	49
Рисунок 42. Территориально-коммуникационная модель. Кластеризация типов территорий по матрице «плотность точек притяжения — связность с населением» и предпосылки формирования градостроительной политики по типам территорий.....	50
Рисунок 43. Группы территорий, образующих каркас города.....	51

Рисунок 44. Группы «нормальных» территорий города	52
Рисунок 45. Группы территорий с диспропорциями	53
Рисунок 46. Территориально-коммуникационная модель города. Кластеризация типов территорий по матрице «плотность населения — связность с точками притяжения» и предпосылки формирования градостроительной политики по типам территорий.	54
Рисунок 47. Группы территорий, образующие жилой каркас города.....	55
Рисунок 48. Группы жилых территорий, образующие жилую ткань города	56
Рисунок 49. Группы жилых территорий с диспропорциями жилой застройки	57
Рисунок 50. Прогнозирование развития каркаса города по неравномерно-районированной модели	58
Рисунок 51. Прогнозирование развития каркаса города и рекомендованные направления градостроительной политики для развития каркаса города как системы локальных центров районов	59
Рисунок 52. Узлы пространственной структуры города согласно неравномерно-районированной модели и морфотипы застройки по методике Spacematrix.....	60
Рисунок 53. Сравнительный анализ результатов выявления узлов пространственной структуры города (территорий с функцией центральности) и распределения жилых зон Владивостока согласно Генерального плана.....	61
Рисунок 54. Сравнительный анализ результатов выявления пространственной структуры города (территорий с функцией центральности) и распределения общественно-деловых зон Владивостока согласно Генерального плана.....	62
Рисунок 55. Застройка центральной части города Владивостока по данным Openstreetmap....	63
Рисунок 56. Процент застройки	63
Рисунок 57. Плотность застройки.....	64
Рисунок 58. Выявление морфотипов территории по плотности по методике Spacematrix	64
Рисунок 59. Плотность населения	65
Рисунок 60. Плотность точек притяжения.....	65
Рисунок 61. Связность с населением.....	66
Рисунок 62. Связность с точками притяжения.....	66
Рисунок 63. Варианты конфигурации линий сбалансированных показателей на матрице «плотность населения – связность с точками притяжения», определяющих различный суммарный потенциал развития жилой застройки.....	67
Рисунок 64. Варианты конфигурации линий сбалансированных показателей на матрице «плотность точек притяжения – связность с населением», определяющих различный суммарный потенциал развития общественно-деловой застройки.	67
Рисунок 65. Коэффициенты высотности территорий относительно уровня моря	67
Рисунок 66. Коэффициенты по уклонам	68
Рисунок 67. Итоговые коэффициенты перераспределения плотности застройки, учитывающие сложный рельеф	68

Рисунок 68. Коэффициенты перераспределения плотности застройки, учитывающие транспортный каркас — улицы городского и районного значения	69
Рисунок 69. Потенциал развития жилой застройки без учета рельефа и положения относительно транспортного каркаса	69
Рисунок 70. Потенциал развития жилой застройки с учетом рельефа	70
Рисунок 71. Потенциал развития жилой застройки с учетом рельефа и положения относительно транспортного каркаса	70
Рисунок 72. Потенциал развития общественно-деловой застройки с учетом рельефа и положения относительно транспортного каркаса	71
Рисунок 73. Общий вид алгоритма параметрической модели города для предпроектного анализа эффективности пространственной организации и потенциала развития общественно-деловой и жилой застройки города	71
Рисунок 74. Фрагмент алгоритма параметрической модели города для предпроектного анализа эффективности пространственной организации и потенциала развития общественно-деловой и жилой застройки города	72
Рисунок 75. Исходные данные для генерации застройки: границы участка, схема (I) улично-дорожной сети метки уникальных кварталов	72
Рисунок 76. Результат работы алгоритма параметрического концептуального проектирования по схеме (I). Вид сверху	73
Рисунок 77. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: однородная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 210 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 3.4, количество домохозяйств – 4650, средняя этажность 11.2 эт., 800 парковочных мест	73
Рисунок 78. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: <i>переменная</i> этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 210 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 3.4, количество домохозяйств – 4650, средняя этажность 11.2 эт., 800 парковочных мест	74
Рисунок 79. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, <i>несплошной</i> фронт застройки кварталов, жилая площадь – 210 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 3.4, количество домохозяйств – 4650, средняя этажность 11.2 эт., 800 парковочных мест	74
Рисунок 80. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 123 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 2.0 , количество домохозяйств – 2726, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест	75
Рисунок 81. <i>Инсоляция застройки (88.3%)</i> по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 123 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 2.0, количество домохозяйств – 2726, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест	75
Рисунок 82. Исходные данные для генерации застройки: границы участка, схема (II) улично-дорожной сети метки уникальных кварталов	76
Рисунок 83. Результат работы алгоритма параметрического концептуального проектирования по схеме (II). Вид сверху	76

- Рисунок 84. Генерация застройки по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 123 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 2.0, количество домохозяйств – 2720, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест 77
- Рисунок 85. Генерация застройки по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 210 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 3.4, количество домохозяйств – 4590, средняя этажность 11.0 эт., 800 парковочных мест 77
- Рисунок 86. Инсоляция застройки (88.0%) по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь – 210 тыс.кв.м, общественно-деловая – 8 300 кв.м., коэффициент застройки – 3.4, количество домохозяйств – 4590, средняя этажность 11.0 эт., 800 парковочных мест 78
- Рисунок 87. Общий вид алгоритма параметрического концептуального проектирования застройки78
- Рисунок 88. Фрагмент алгоритма параметрического концептуального проектирования застройки79
- Рисунок 89. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс 80
- Рисунок 90. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в проектный процесс 81



**ОСОБЕННОСТИ
ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАЗВИТИЯ ГОРОДА
ВЛАДИВОСТОКА**

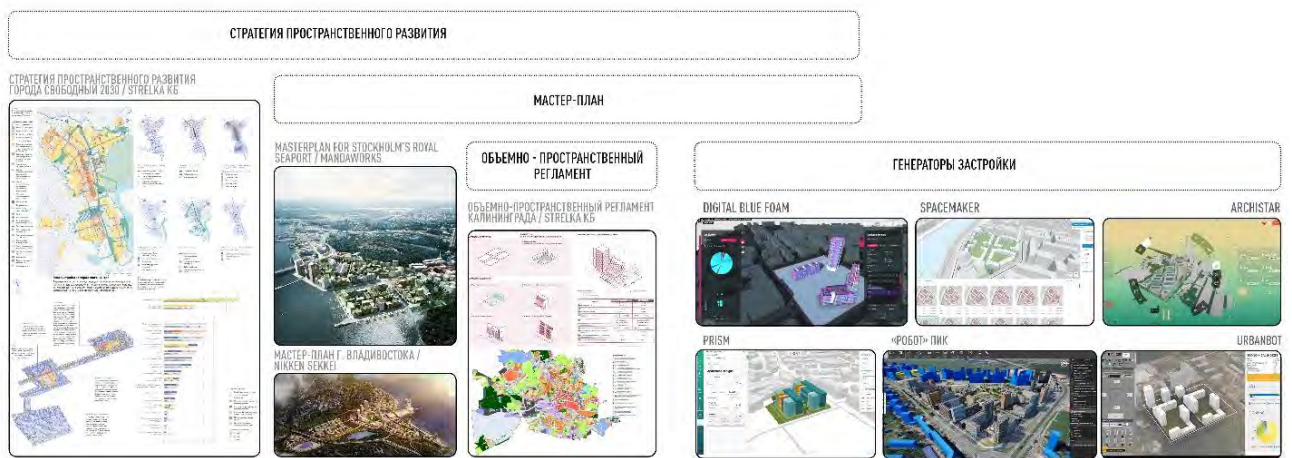
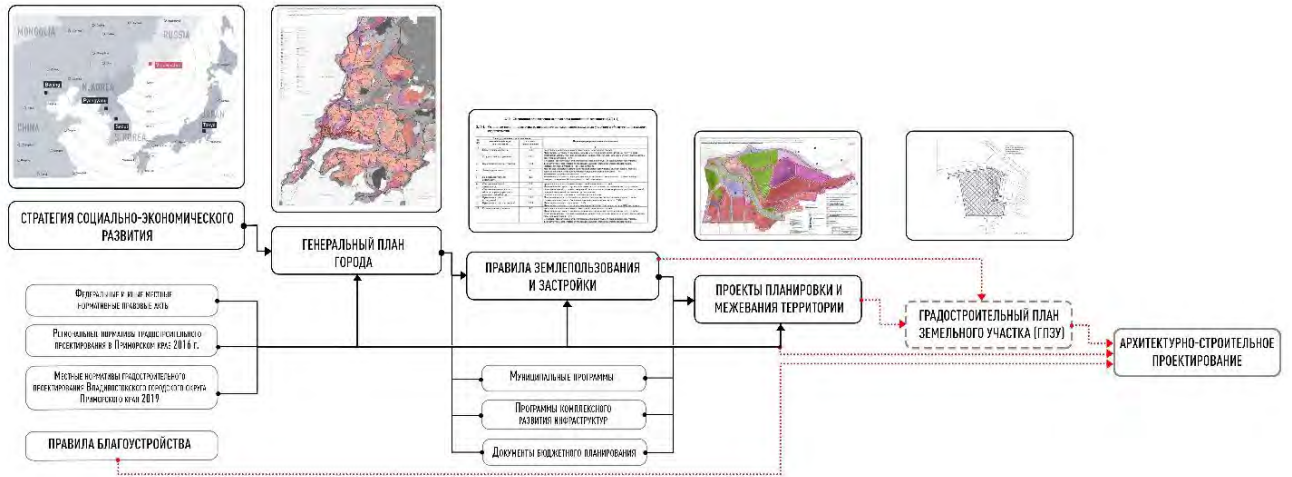


Рисунок 1. Современные методы и инструменты планирования, регулирования и управления развитием пространственной системы города

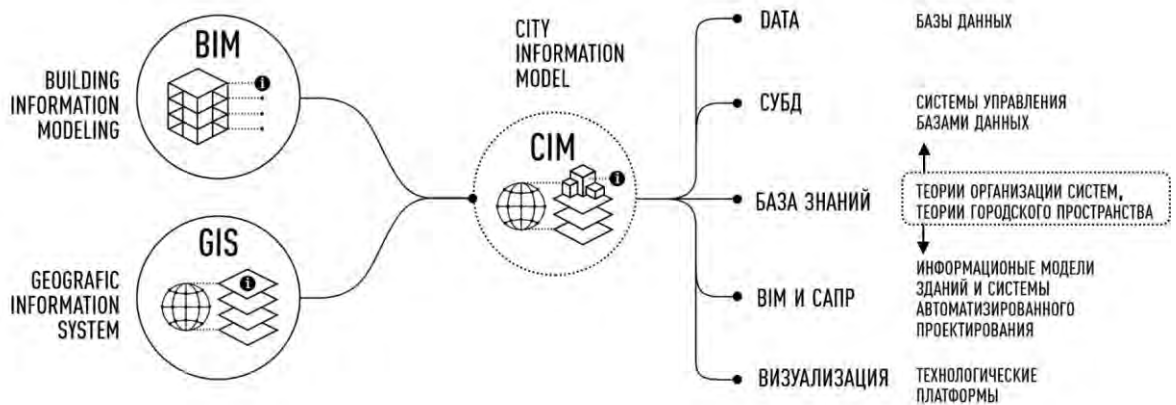


Рисунок 2. Современные технологии в области архитектурно-градостроительного проектирования

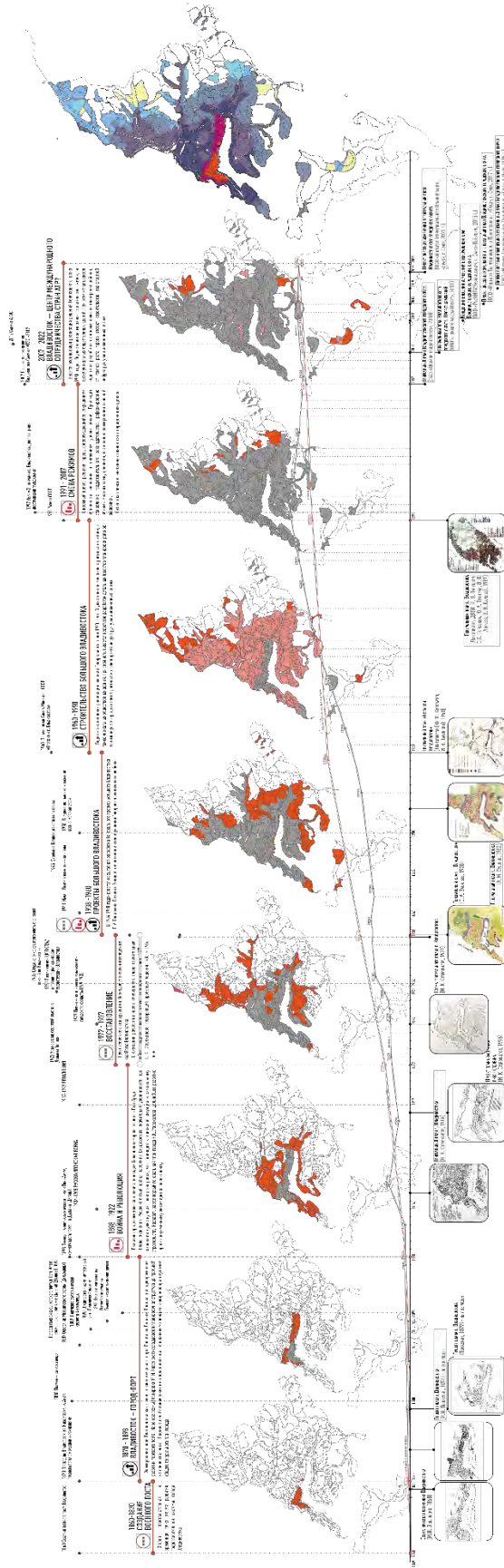


Рисунок 3. Эволюционное развитие пространственной структуры города Владивостока на оси времени

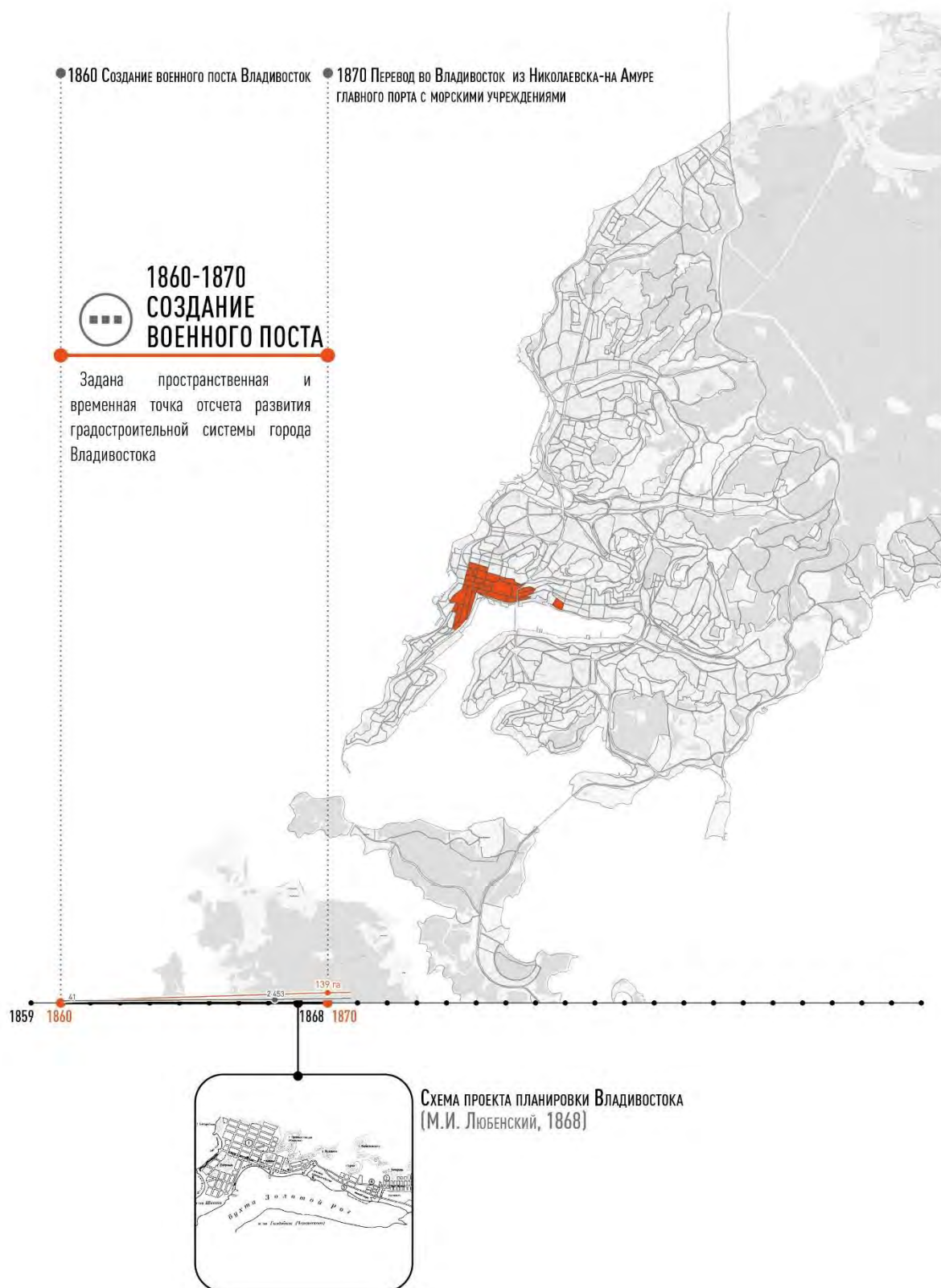


Рисунок 4. Первый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1860 – 1870 г. «Военный пост Владивосток»

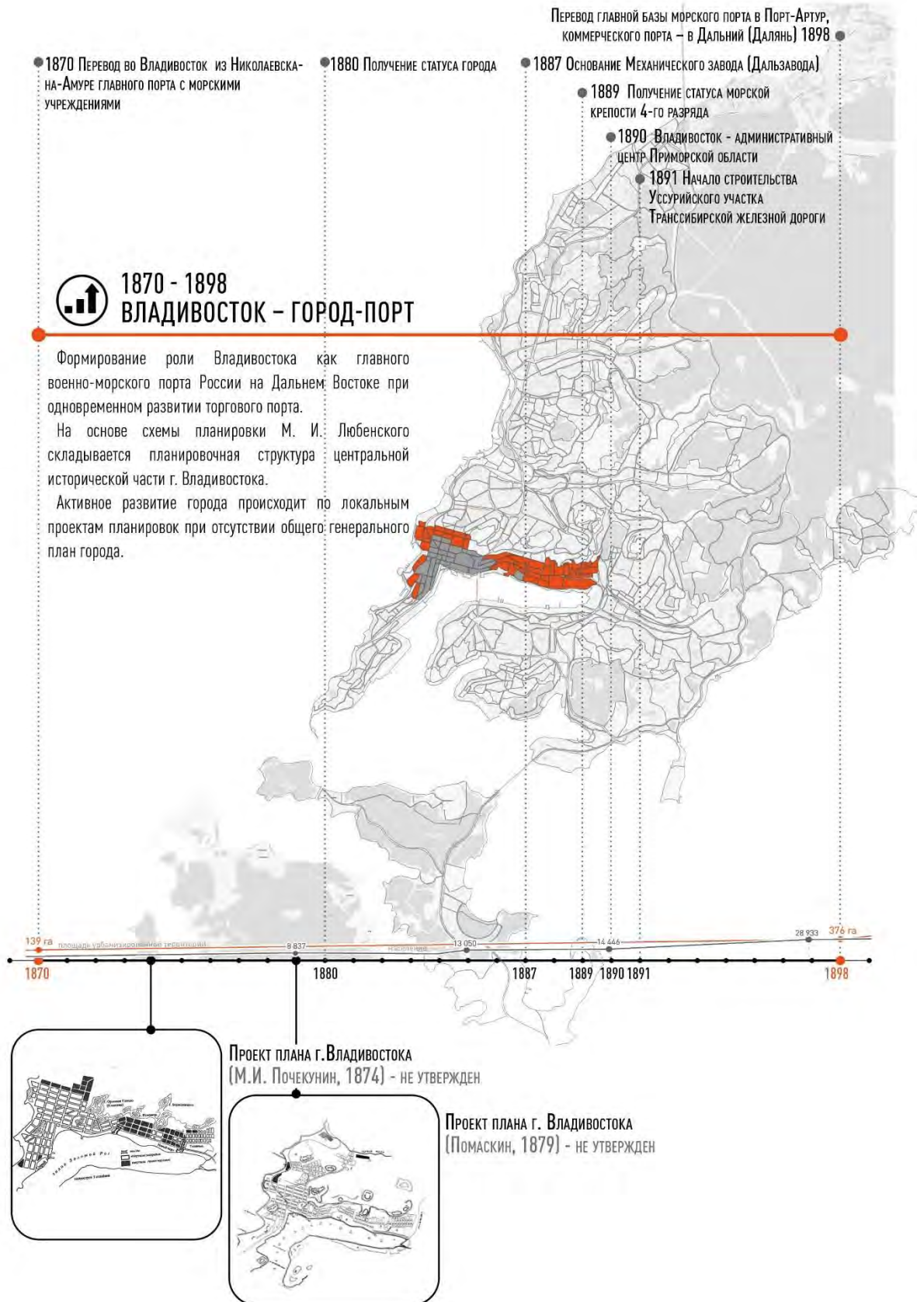


Рисунок 5. Второй этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1871 – 1897 г. «Владивосток — город-порт»

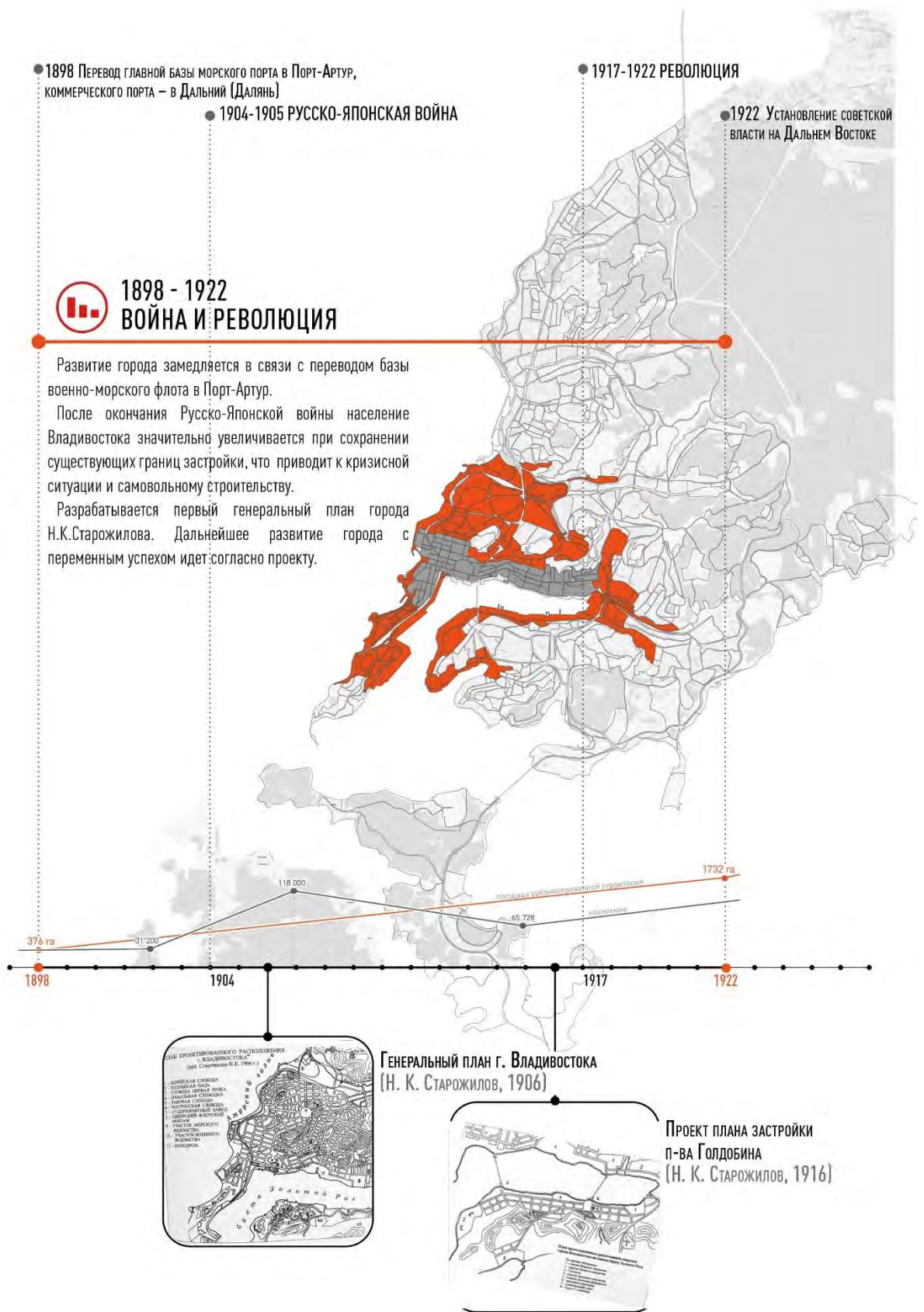


Рисунок 6. Третий этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1898 – 1922 г. «Война и революция»

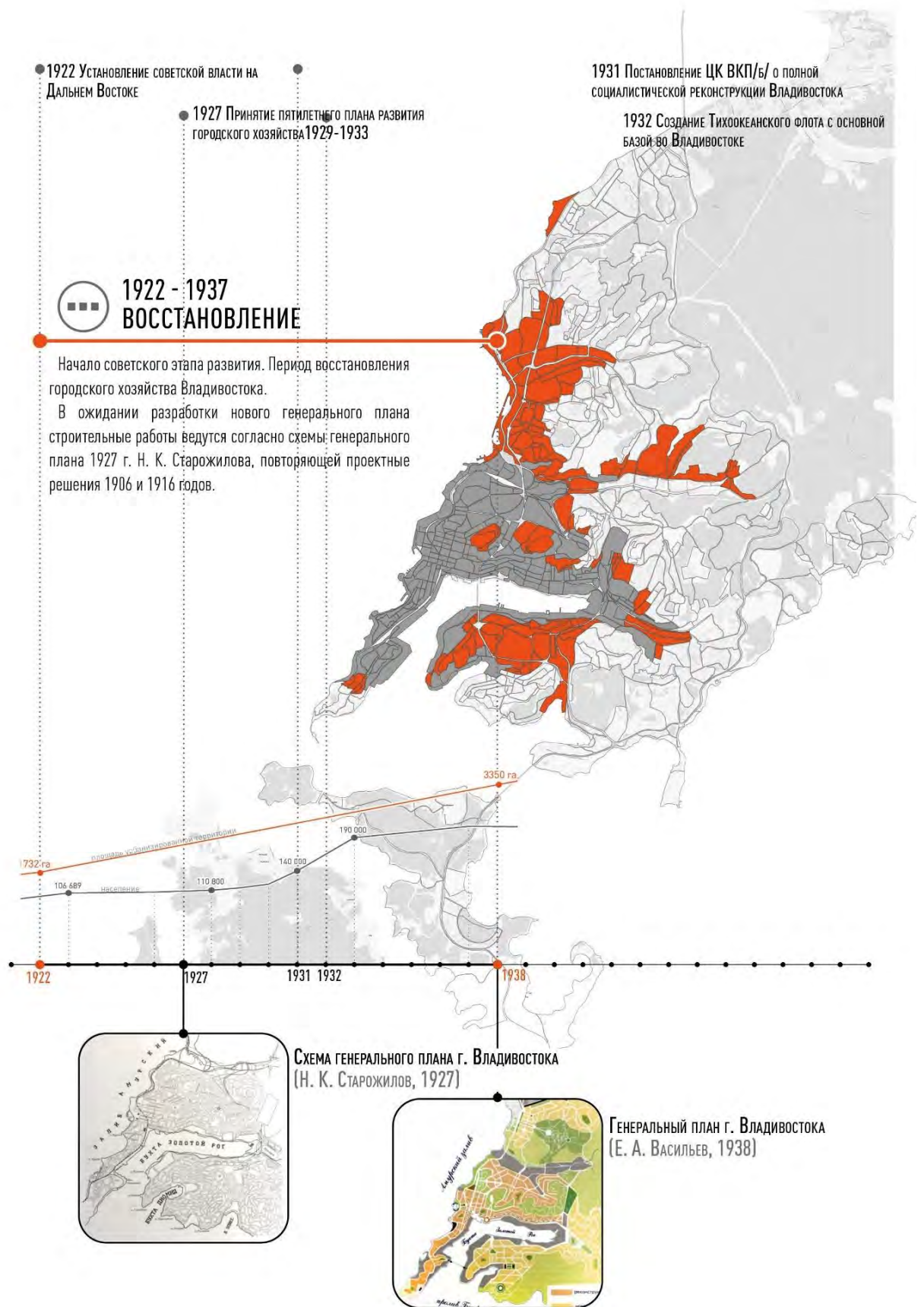


Рисунок 7. Четвертый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1923 – 1937 г. «Восстановление»

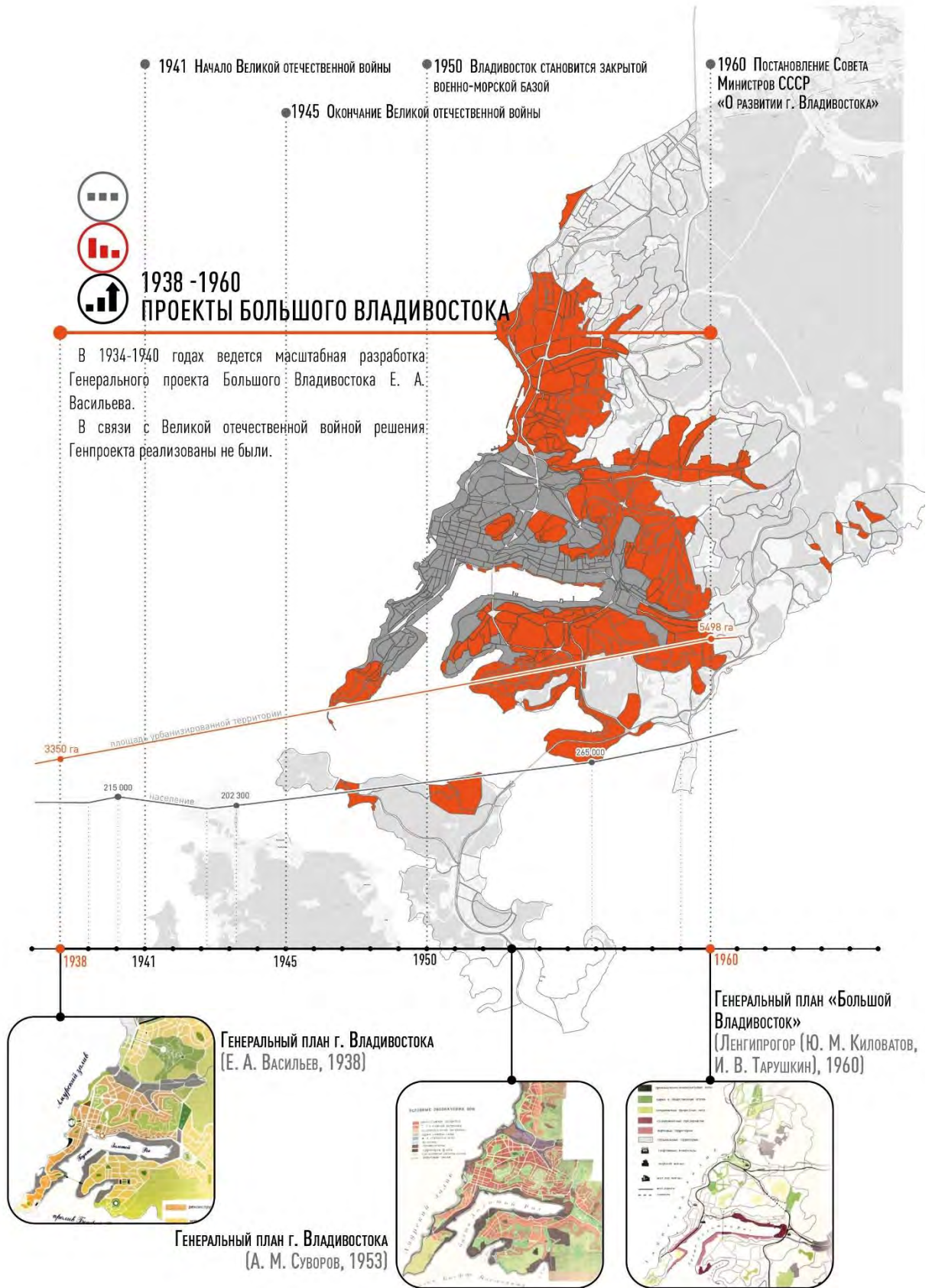


Рисунок 8. Пятый этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1938 – 1959 г. «Проекты Большого Владивостока»

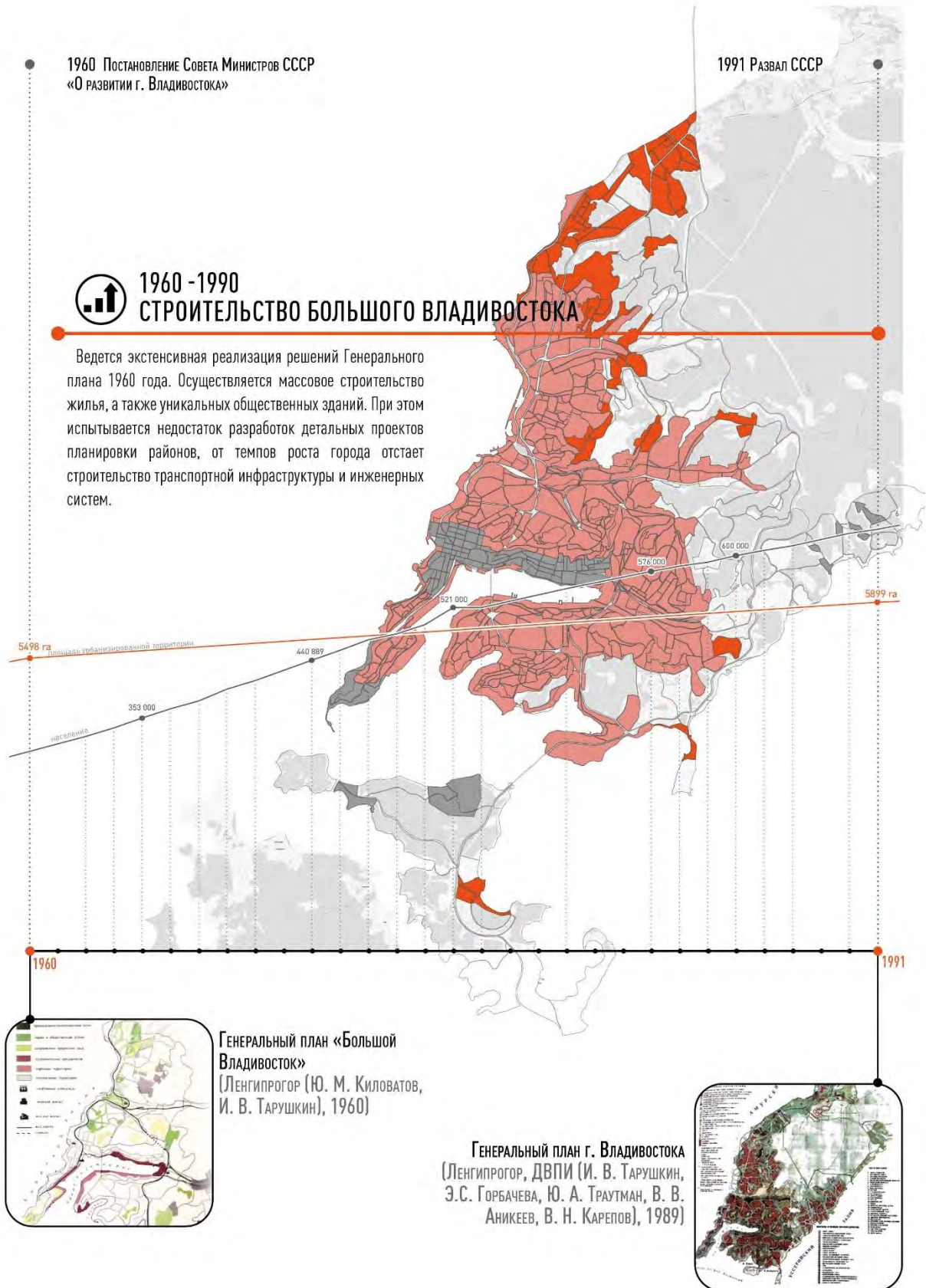


Рисунок 9. Шестой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1960 – 1990 г. «Строительство Большого Владивостока»

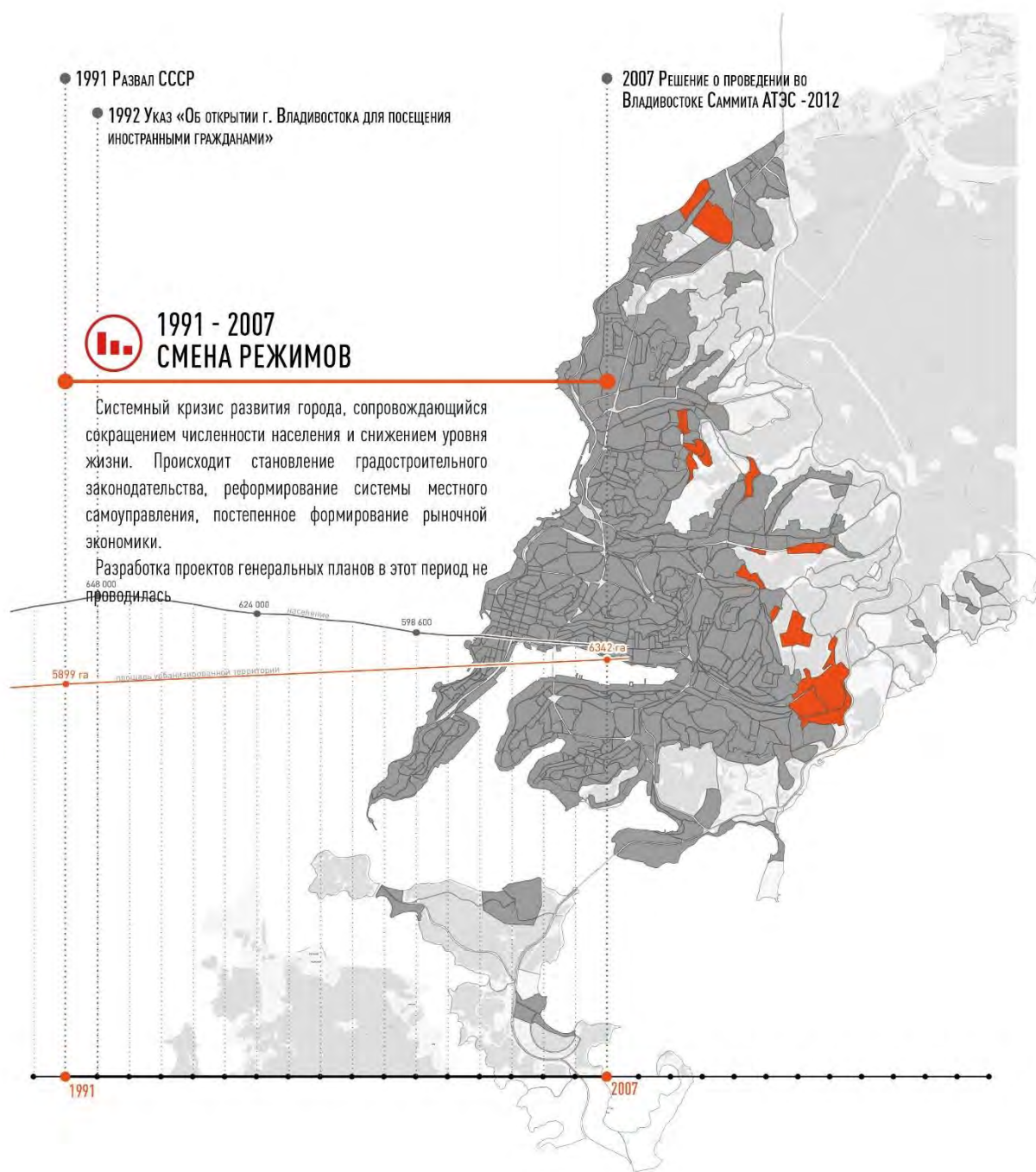


Рисунок 10. Седьмой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 1991 – 2007 г. «Смена режимов»

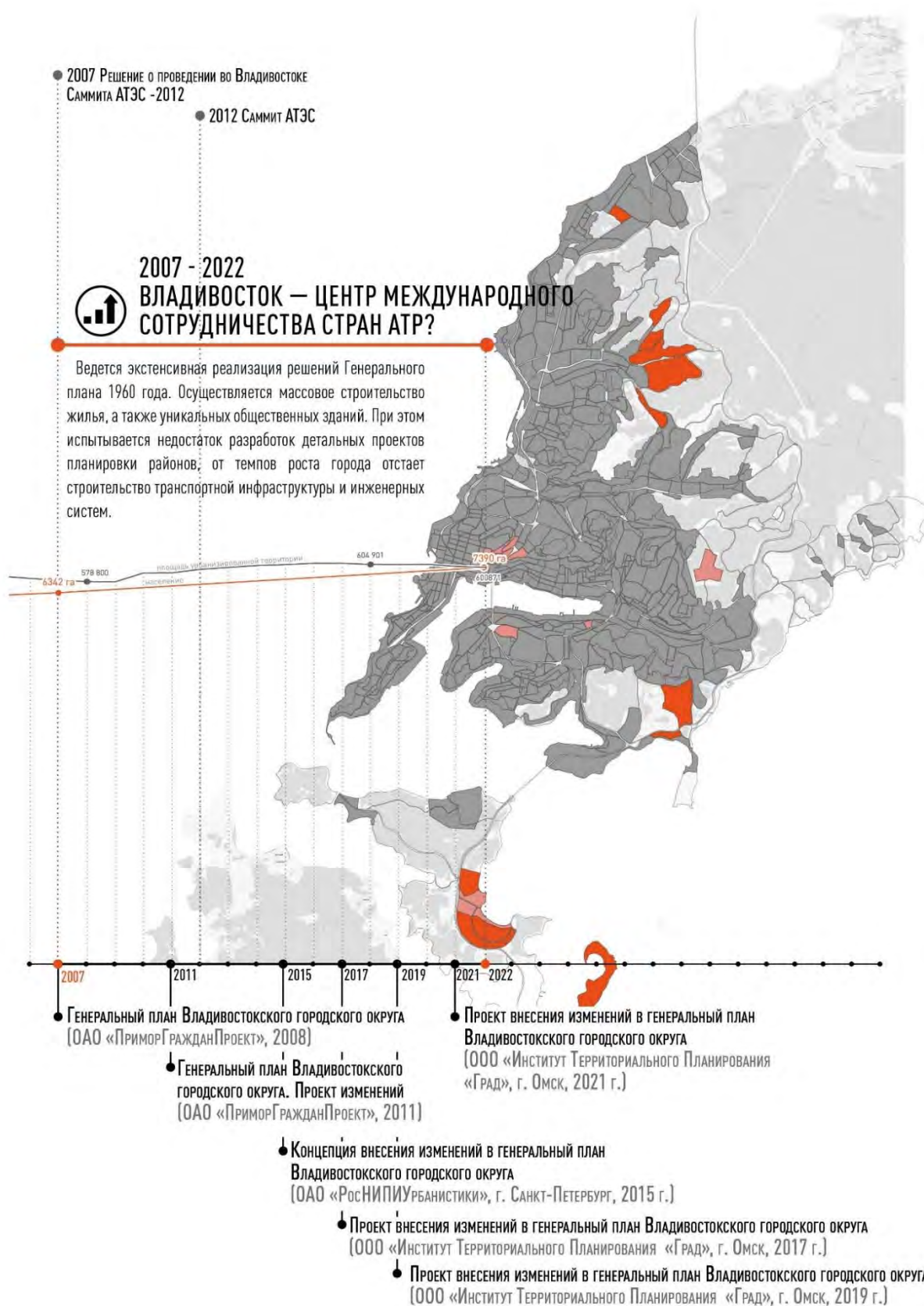


Рисунок 11. Восьмой этап эволюции пространственного развития г. Владивостока 2007 – 2022 г. «Владивосток — центр международного сотрудничества стран АТР?»

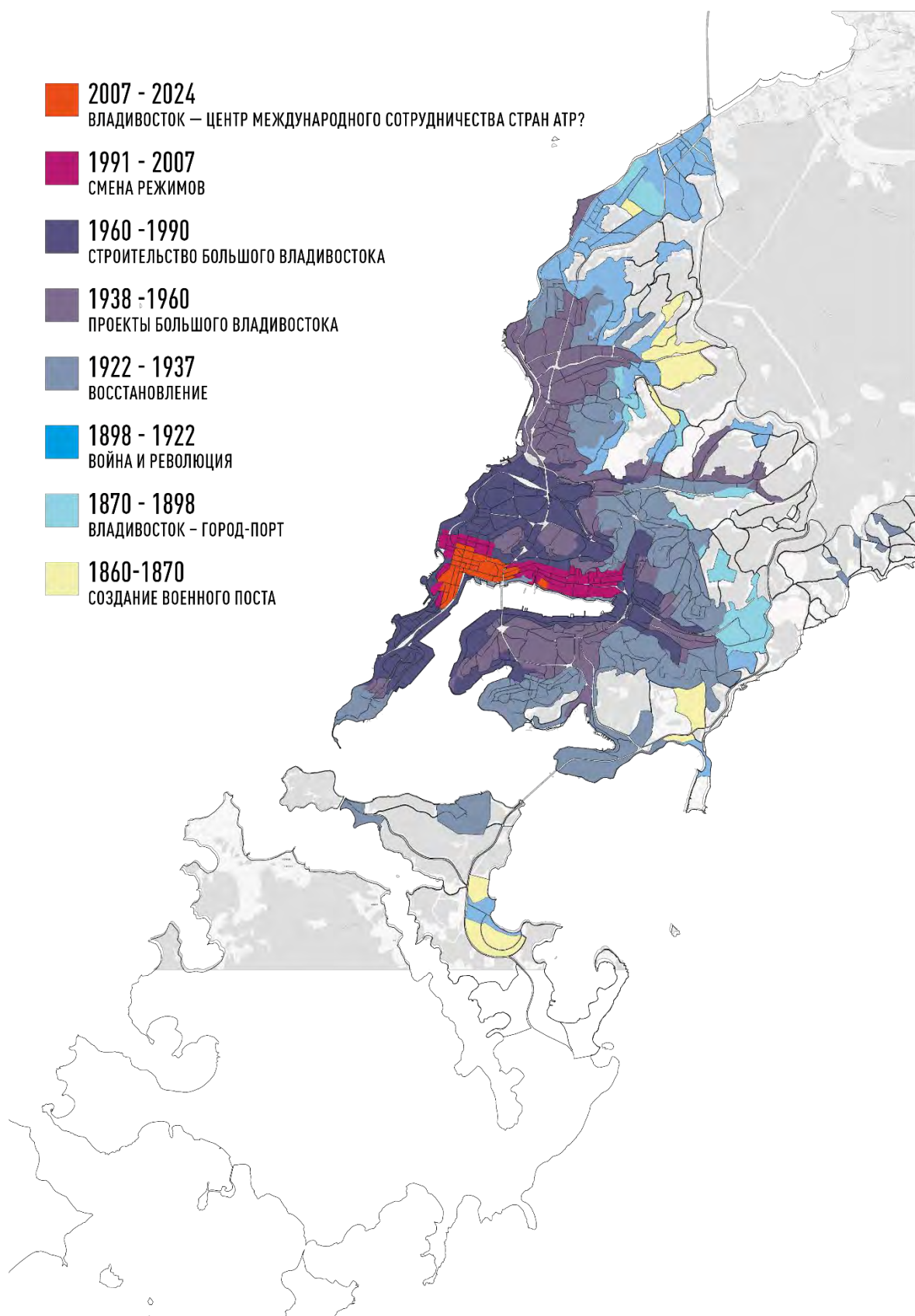


Рисунок 12. Эволюционное развитие пространственной структуры города Владивостока

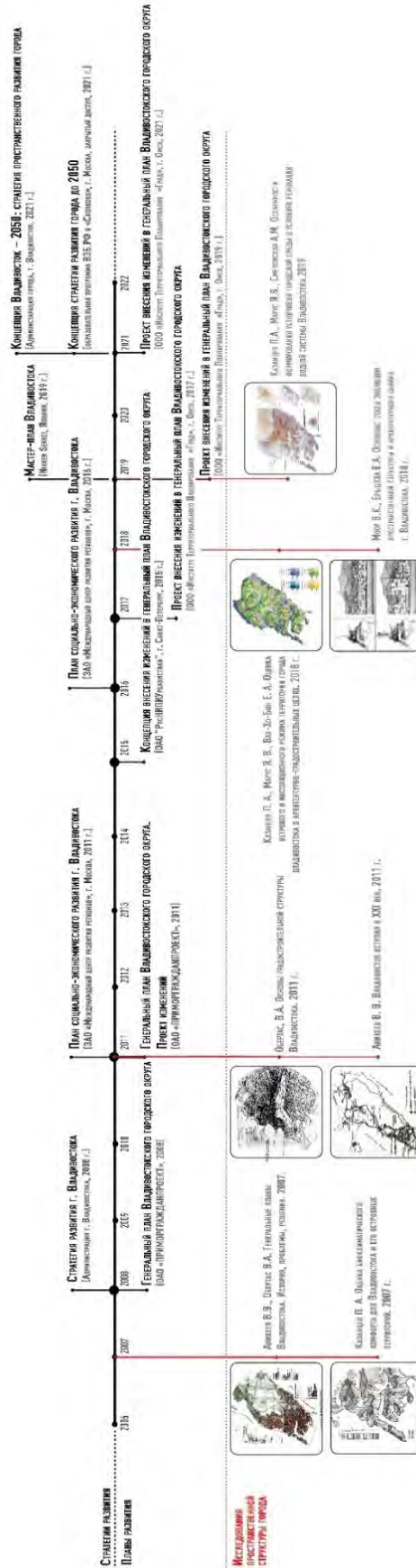


Рисунок 13. Стратегии, планы и исследования пространственного развития города Владивостока 2007–2022 г.

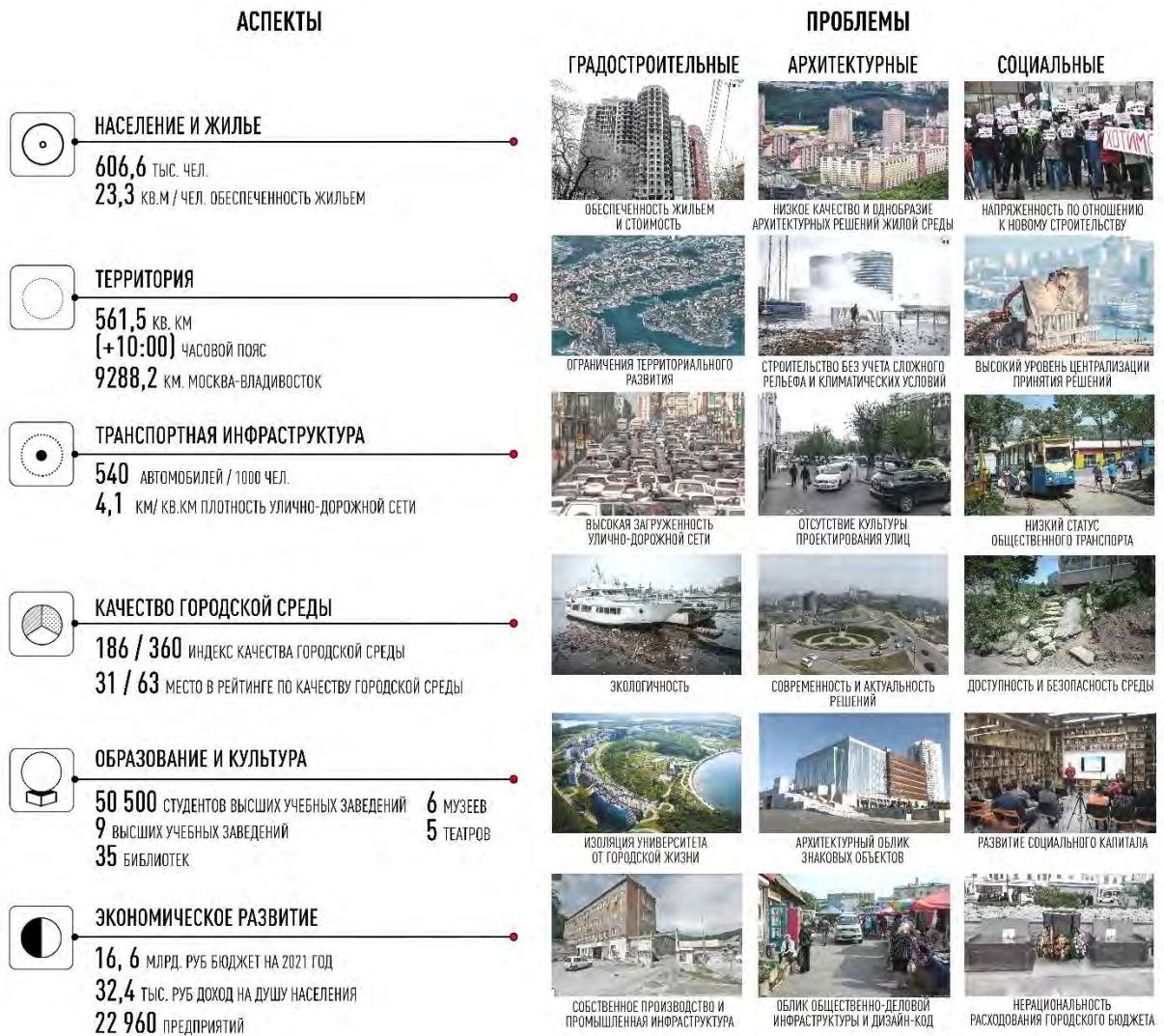
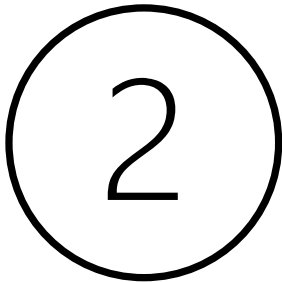


Рисунок 14. Проблемы и противоречия современного этапа развития пространственной структуры г. Владивостока

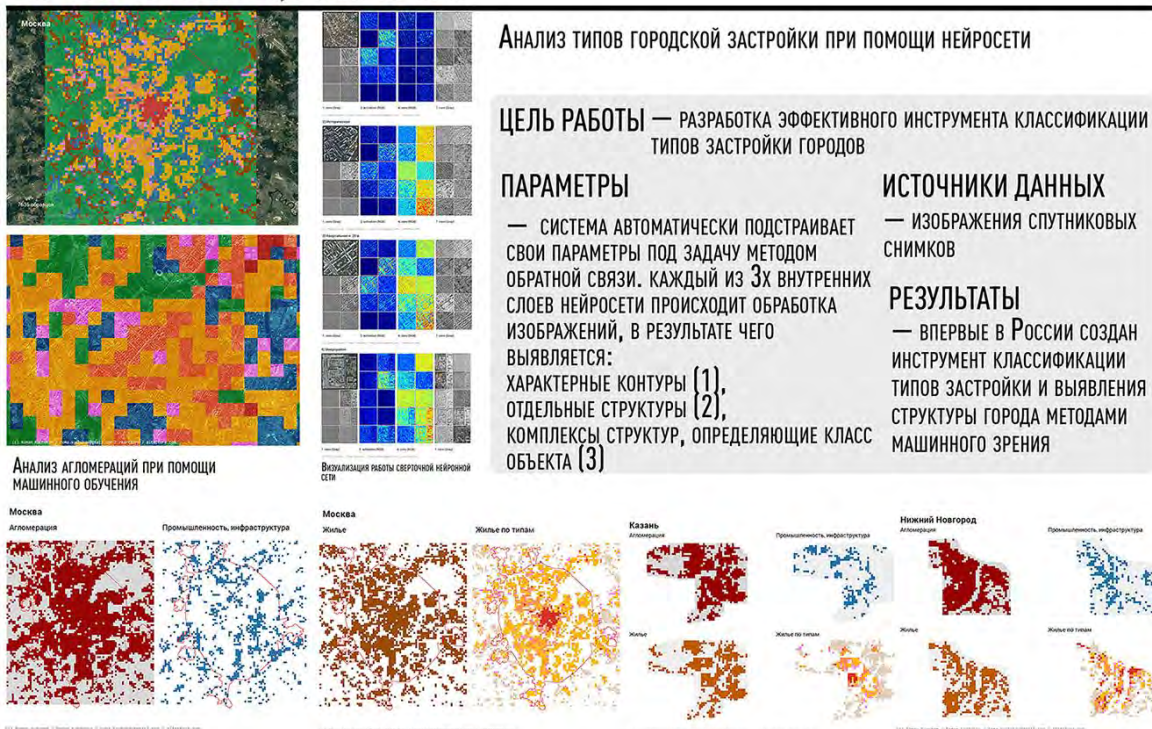
A large black circle containing the number 2, positioned to the left of the main title.

**ФОРМИРОВАНИЕ
СИСТЕМНОГО
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О
ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ В
ПРЕДПРОЕКТНОМ
АНАЛИЗЕ И
КОНЦЕПТУАЛЬНОМ
АРХИТЕКТУРНО-
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ**



Рисунок 15. Параметры материального пространства, пространства процессов и информационного пространства города

CITYCLASS PROJECT, Роман Кучуков



ATLAS OF URBAN EXPANSION

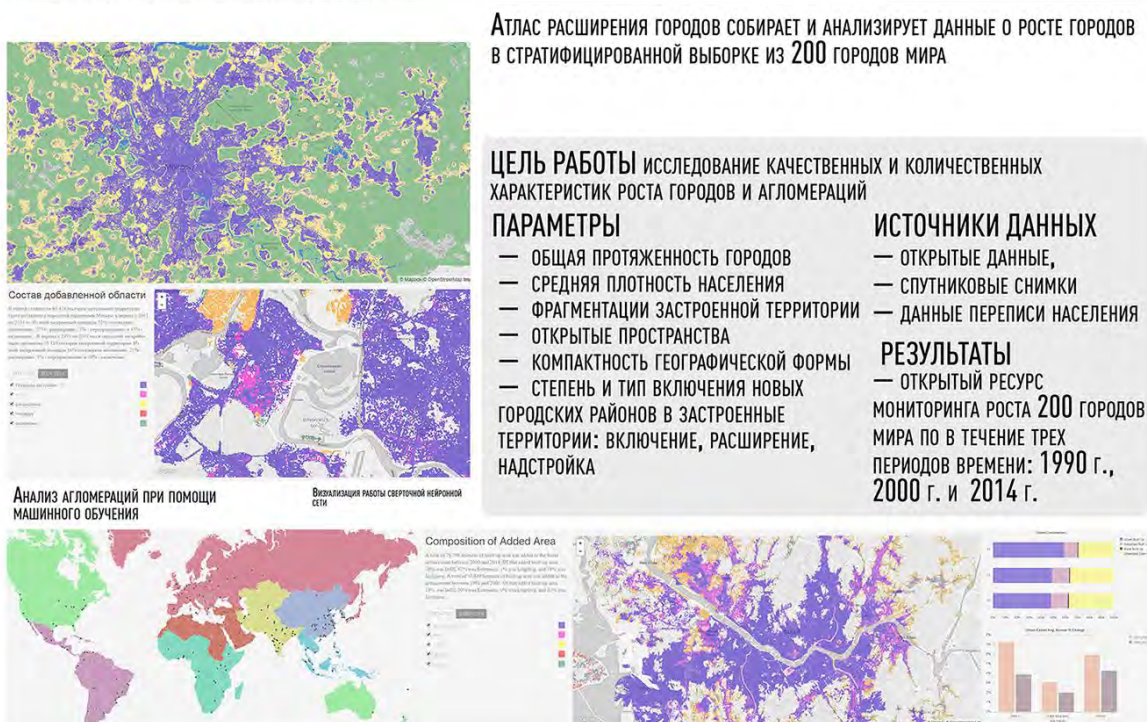
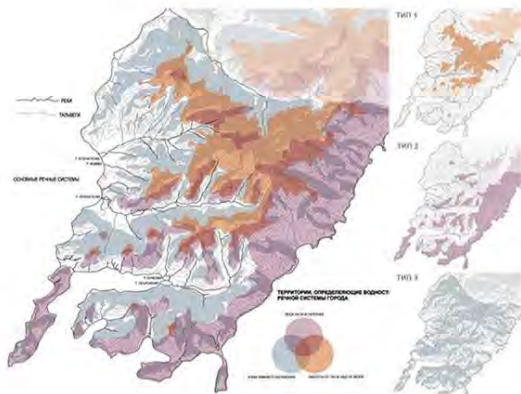


Рисунок 16. Примеры исследований параметров материального пространства города

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА

Исследование о особенностях формирования устойчивой городской среды в условиях реновации водной системы Владивостока. Казанцев П.А., Смеловская А.М, Марус, Я.В.



ЦЕЛЬ РАБОТЫ разработка направлений по обеспечению восстановления природной экосистемы в границах основного пятна застройки, и формирования на этой основе комфортных условий для жителей города

ПАРАМЕТРЫ

- ЗИМНИЙ ВЕТЕР
- ЛЕТНИЙ ВЕТЕР
- ИНСОЛЯЦИОННЫЙ РЕЖИМ
- РЕЛЬЕФ ТЕРРИТОРИИ
- РЕЖИМ ОСАДКОВ

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

- ДАННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ

- ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

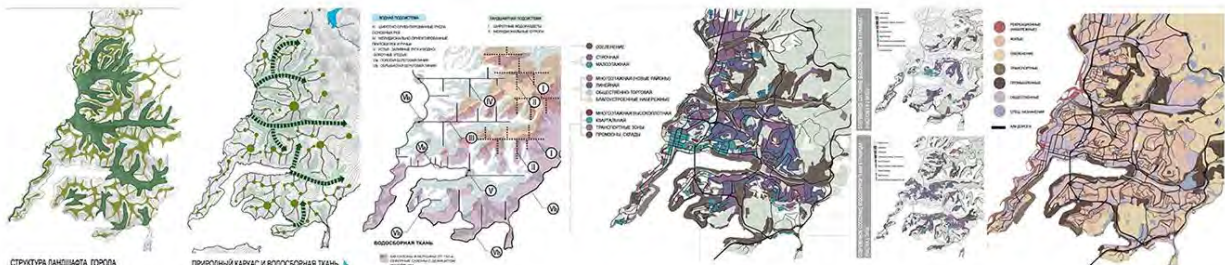


Рисунок 17. Пример исследования параметров материального пространства города Владивостока

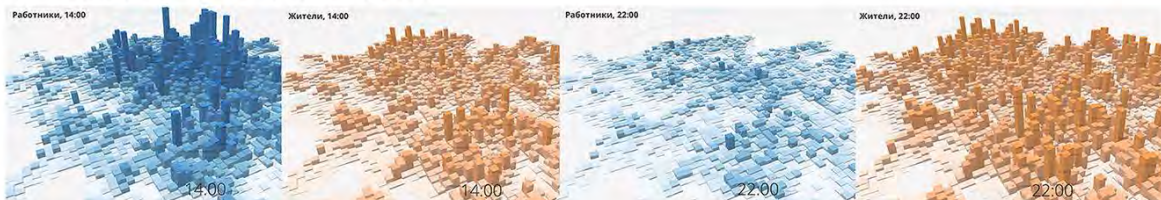
«МАГИСТРАЛЬ», URBICA



СИСТЕМА ПОМОЩИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Статистика входов и выходов Московского метрополитена в будние дни



Создание системы помощи принятия решений по автоматизации сети наземного общественного транспорта Москвы «Магистраль»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — повышение эффективности и комфорта наземного общественного транспорта

ПАРАМЕТРЫ

- интервальность и скорость движения транспорта
- пассажиропотоки
- загрузка остановок, количество посадок и высадок на каждой из них
- плотность населения
- распределение рабочих мест и точек притяжения
- пешеходная доступность

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

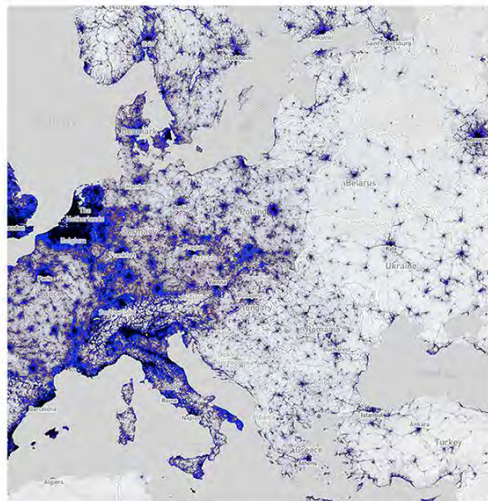
- данные валидаторов
- статистика метрополитена
- мобильные операторы
- другие источники (<30)

РЕЗУЛЬТАТЫ

- инструмент принятия решений для разработки сети общественного транспорта

Плотность жителей и работников в разное время суток.

STRAVA GLOBAL HEATMAP



Визуализация физической активности на карте мира

Глобальная карта активности — визуализация траекторий физической активности спортсменов, пользователей приложения Strava

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — выявление мест тренировок, беговых и веломаршрутов

ПАРАМЕТРЫ

- типы активности: бег, вело, плавание, зимние виды
- траектории, положение в пространстве, частота

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

- приложение Strava

РЕЗУЛЬТАТЫ

- открытая карта физической активности всего мира



Рисунок 18. Примеры исследований параметров пространства процессов города

ЕЖЕДНЕВНАЯ ГОРОДСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ ВЛАДИВОСТОКА

Динамика перемещений населения г. Владивостока в будний день по данным сотового оператора

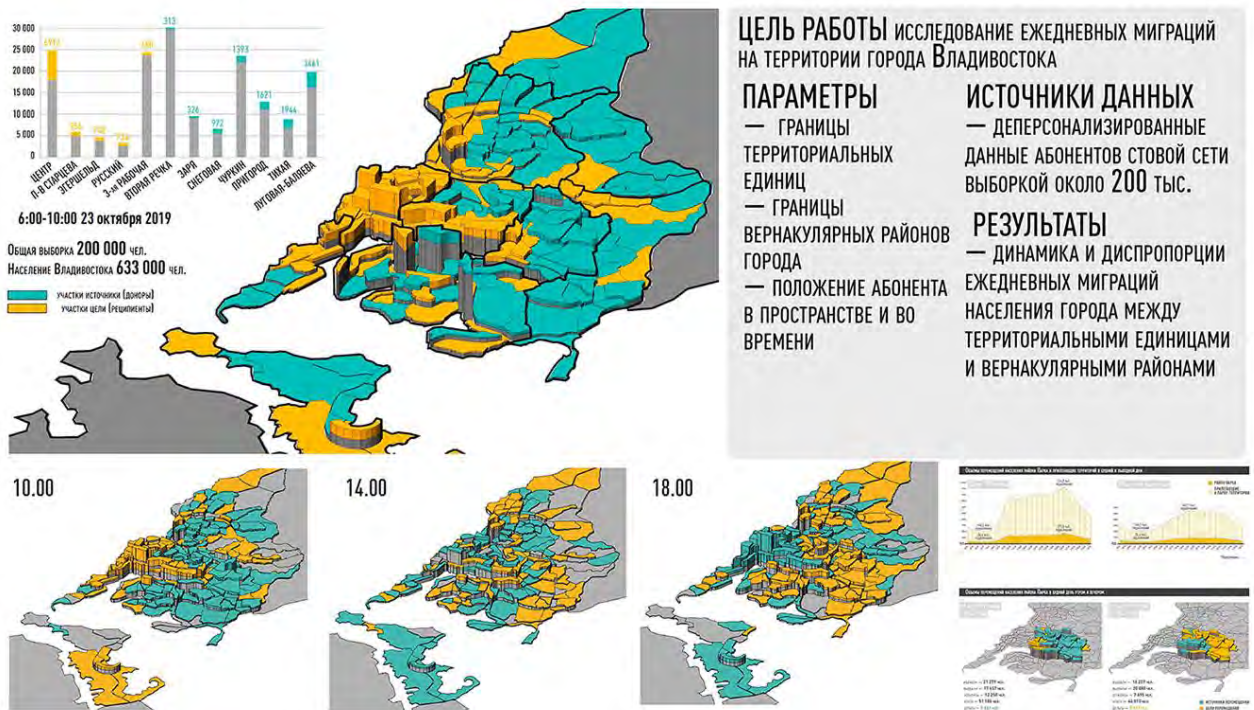
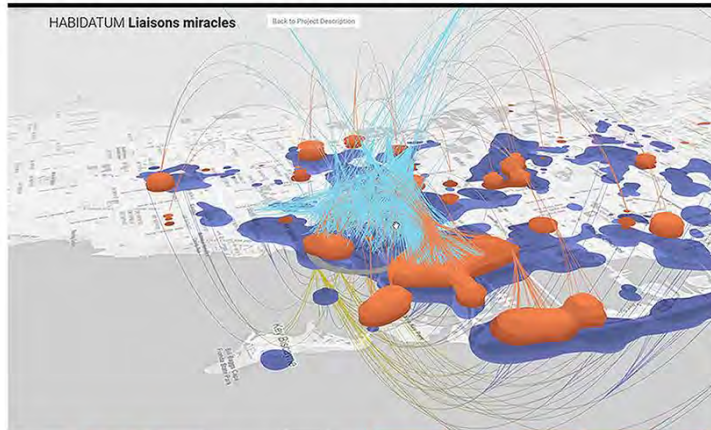


Рисунок 19. Пример исследования параметров пространства процессов города Владивостока

LES LIAISONS MIRACLE, HABIDATUN



ПРЕДПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ СЕМАНТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ТЕРРИТОРИИ ТОРГОВОГО РАЙОНА MIRACLE MILE В КОРАЛ-ГЕЙБЛС, ШТАТ ФЛОРИДА

- ЦЕЛЬ РАБОТЫ** — ГЕОМАРКЕТИНГ
- ПАРАМЕТРЫ** — СЕМАНТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ:
ТЕМЫ
ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ АУДИТОРИЯ
ТЕКУЩИЕ КОНТУРЕНТЫ
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ КОНКУРЕНТЫ
- ИСТОЧНИК ДАННЫХ** — СОЦ. СЕТЬ TWITTER
- РЕЗУЛЬТАТЫ** — СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ

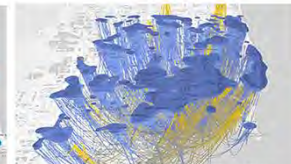
СЕМАНТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ: СВЕРХУ — МЕСТА, О КОТОРЫХ ГОВОРЯТ ИЗ MIRACLE MILE (ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ КОНКУРЕНТЫ)
СНИЗУ — СООБЩЕСТВА, КОТОРЫЕ ГОВОРЯТ О MIRACLE MILE (ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ)



Места, о которых говорят в Miracle Mile



Сообщества, в которых говорят о Miracle Mile



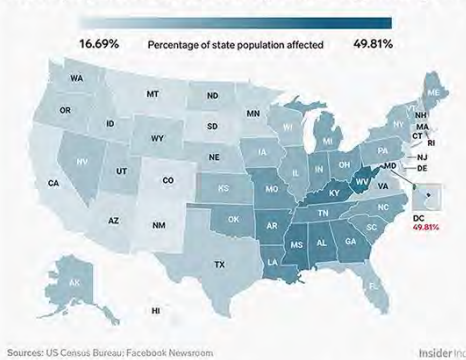
Сообщества, высказывающиеся о конкурентах Miracle Mile



Места, которые обсуждаются целевой аудиторией помимо Miracle Mile

CAMBRIDGE ANALYTICA

State populations affected by Cambridge Analytica



Sources: US Census Bureau; Facebook Newsroom

Insider Inc.

Доля населения по штатам, подвергшаяся влиянию таргетной политической рекламы

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ПОЛУЧАТЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ФЕЙСБУКА, ОСНОВЫВАЯСЬ НА ИНФОРМАЦИИ О ЛАЙКАХ, КОТОРЫЕ ОНИ ПОСТАВИЛИ, И ОТВЕТАХ НА ОПРОСНИКИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — ТАРГЕТИРОВАННОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ РЕКЛАМЫ ВО ВРЕМЯ ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ГОНКИ В США НА ОСНОВЕ ПСИХОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

- ПАРАМЕТРЫ**
- ОТКРЫТЫЕ ПРОФИЛИ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ
 - ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СЕТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ — FACEBOOK

РЕЗУЛЬТАТЫ — ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫБОРОВ ПРЕЗИДЕНТА США

Рисунок 20. Примеры исследований параметров информационного пространства города

СООБЩЕСТВА И ГОРОДСКИЕ ПРАКТИКИ ВЛАДИВОСТОКА



Рисунок 21. Пример исследования параметров информационного пространства города Владивостока

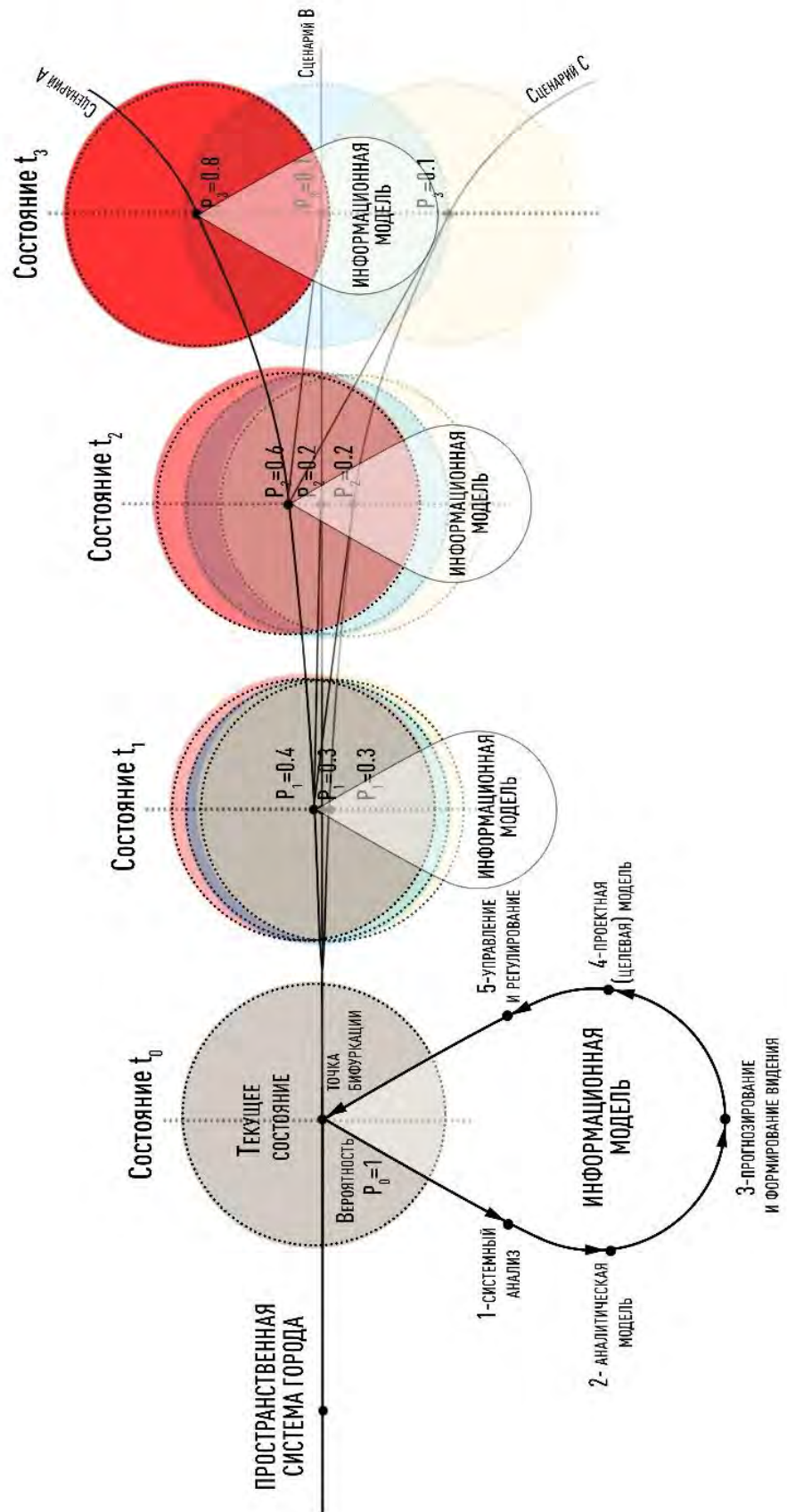


Рисунок 22. Моделирование, проектирование и управление пространственной системой города

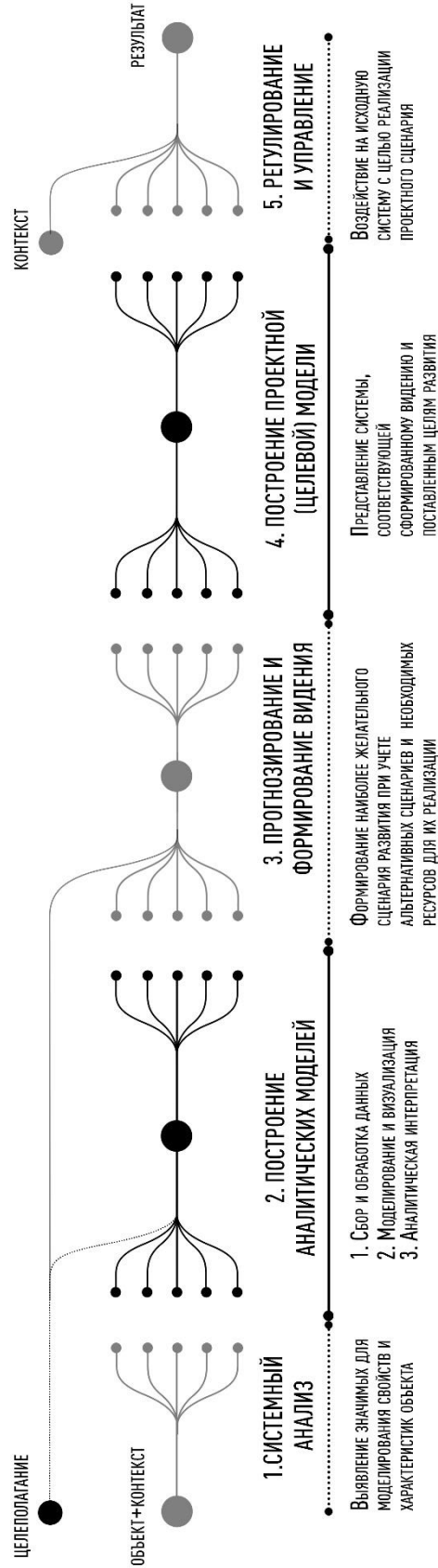


Рисунок 23. Схема процесса информационного моделирования в архитектурно-градостроительной деятельности

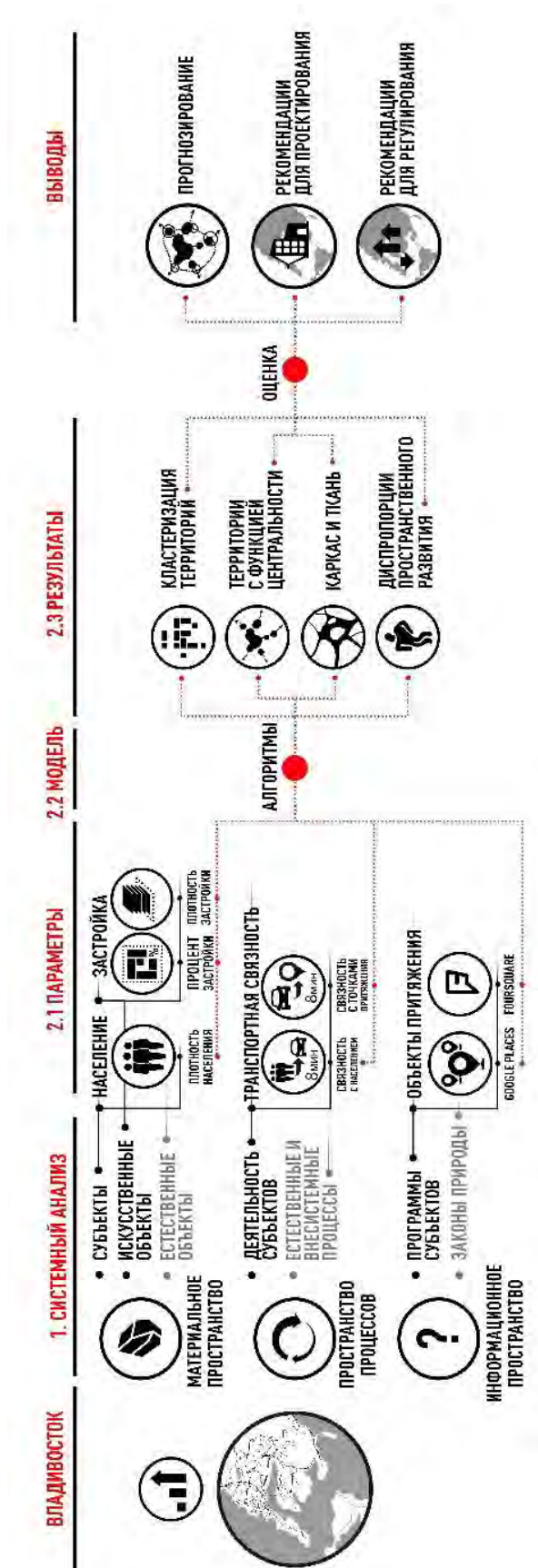
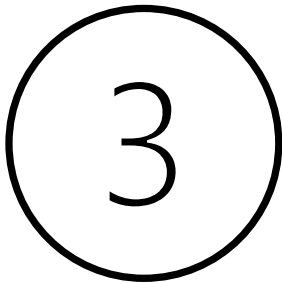


Рисунок 24. Элементы параметрической модели города



**ПОСТРОЕНИЕ
ЭЛЕМЕНТОВ
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ГОРОДА**

(на примере г. Владивостока)

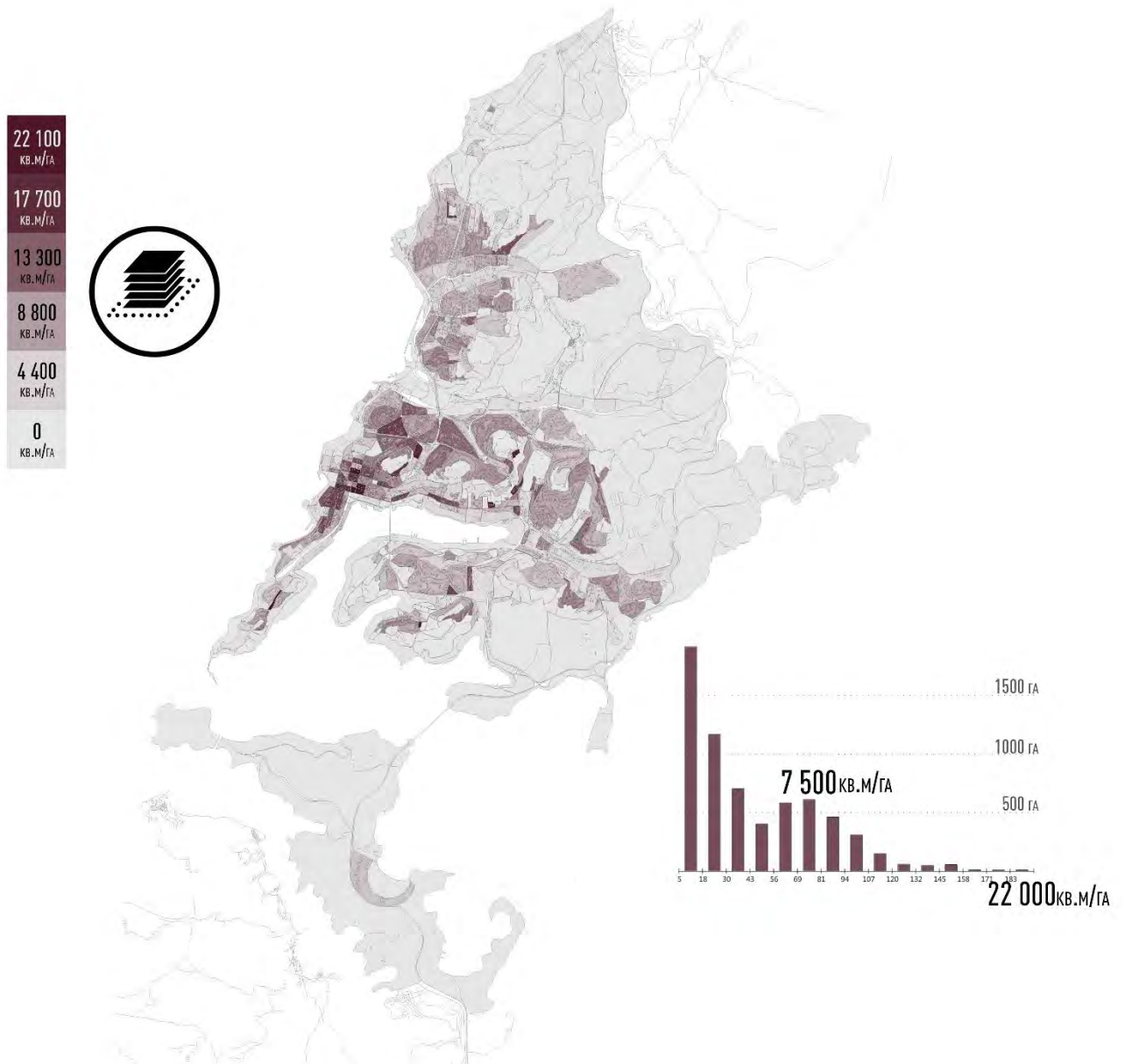


Рисунок 25. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Плотность застройки

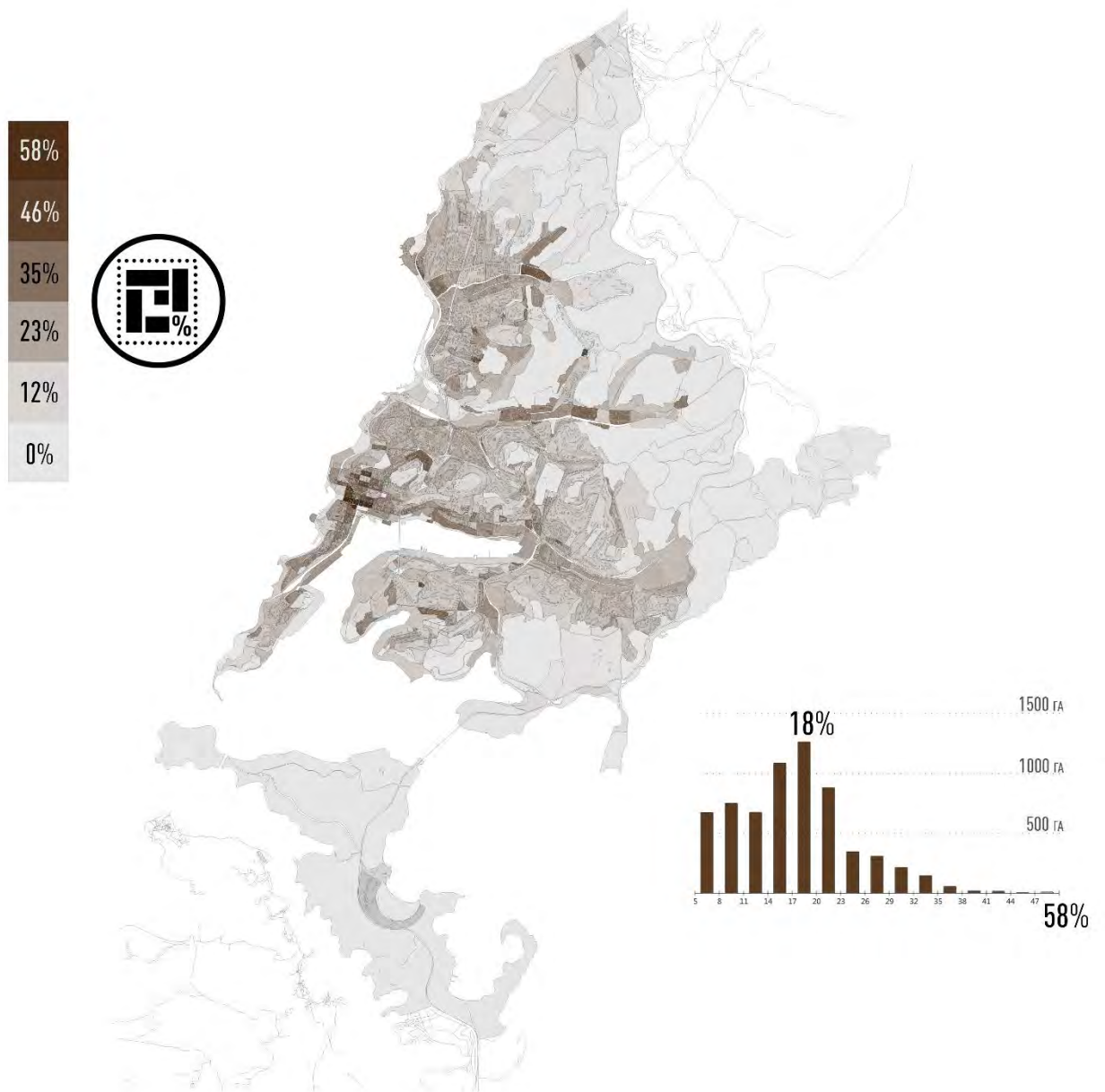


Рисунок 26. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Процент застройки

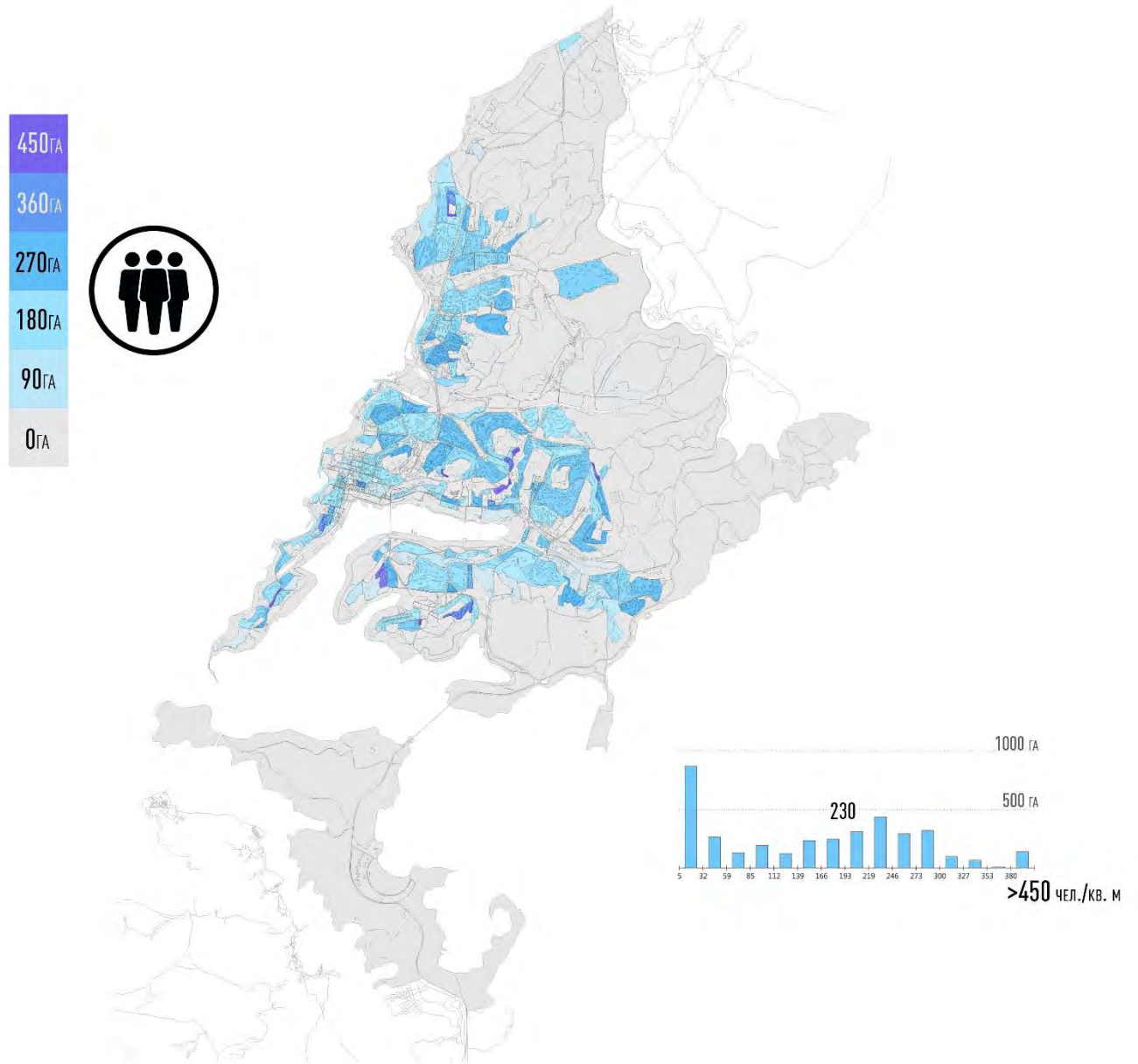


Рисунок 27. Анализ отдельных параметров материального пространства города Владивостока. Плотность населения

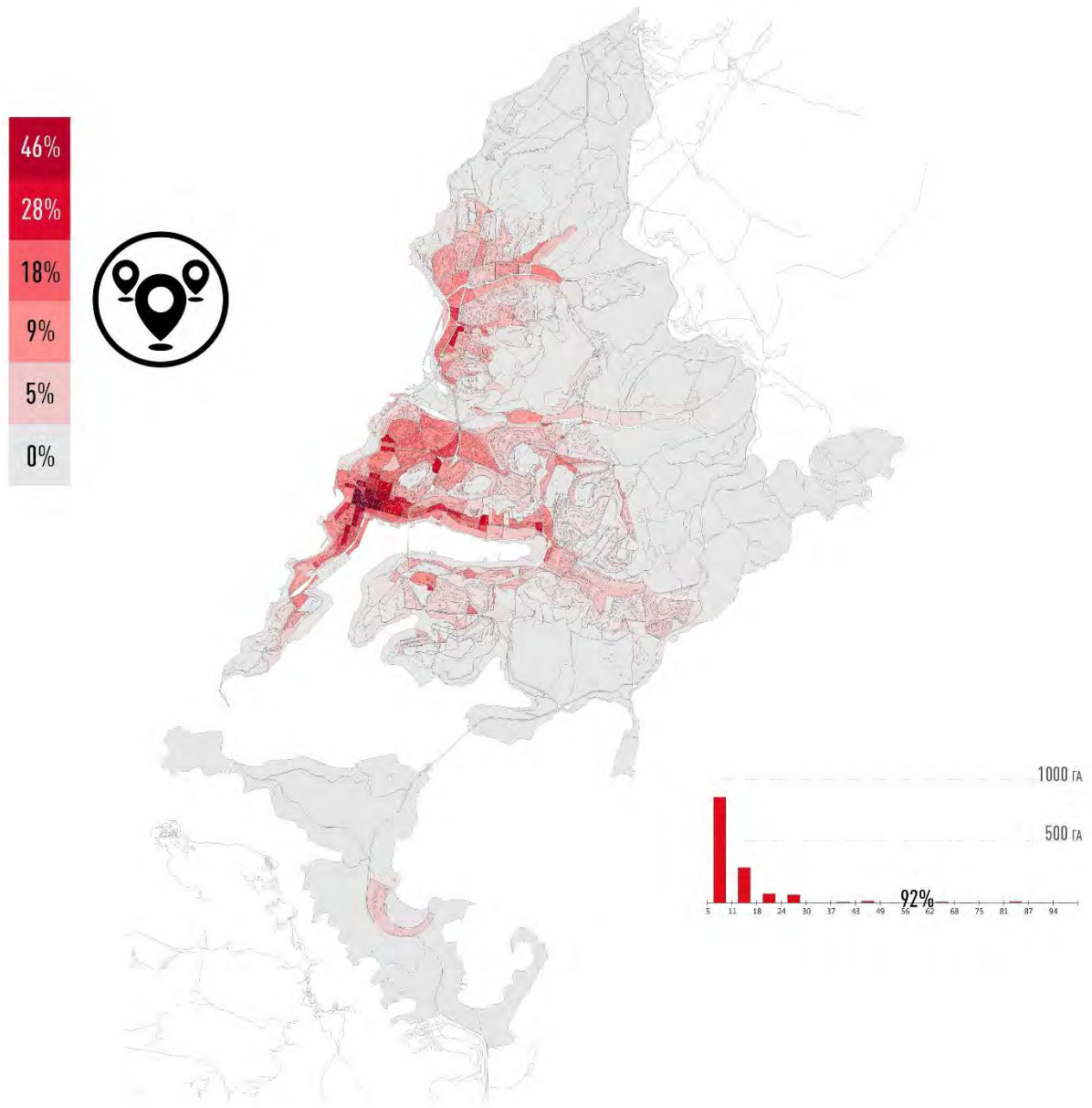


Рисунок 28. Анализ отдельных параметров информационного пространства города Владивостока. Плотность точек притяжения

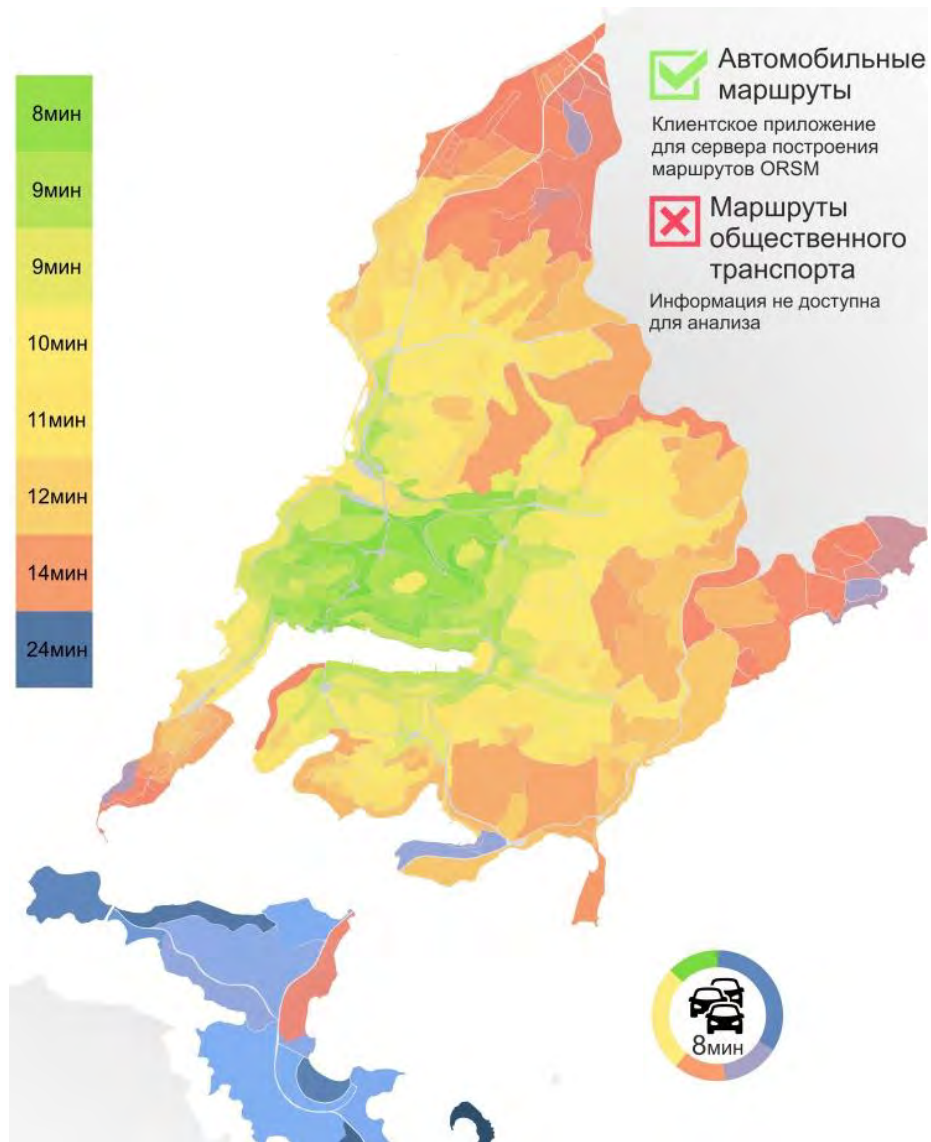


Рисунок 29. Схема автомобильной доступности территорий города (среднее время какой-либо территории с рассматриваемого расчетного квартала)

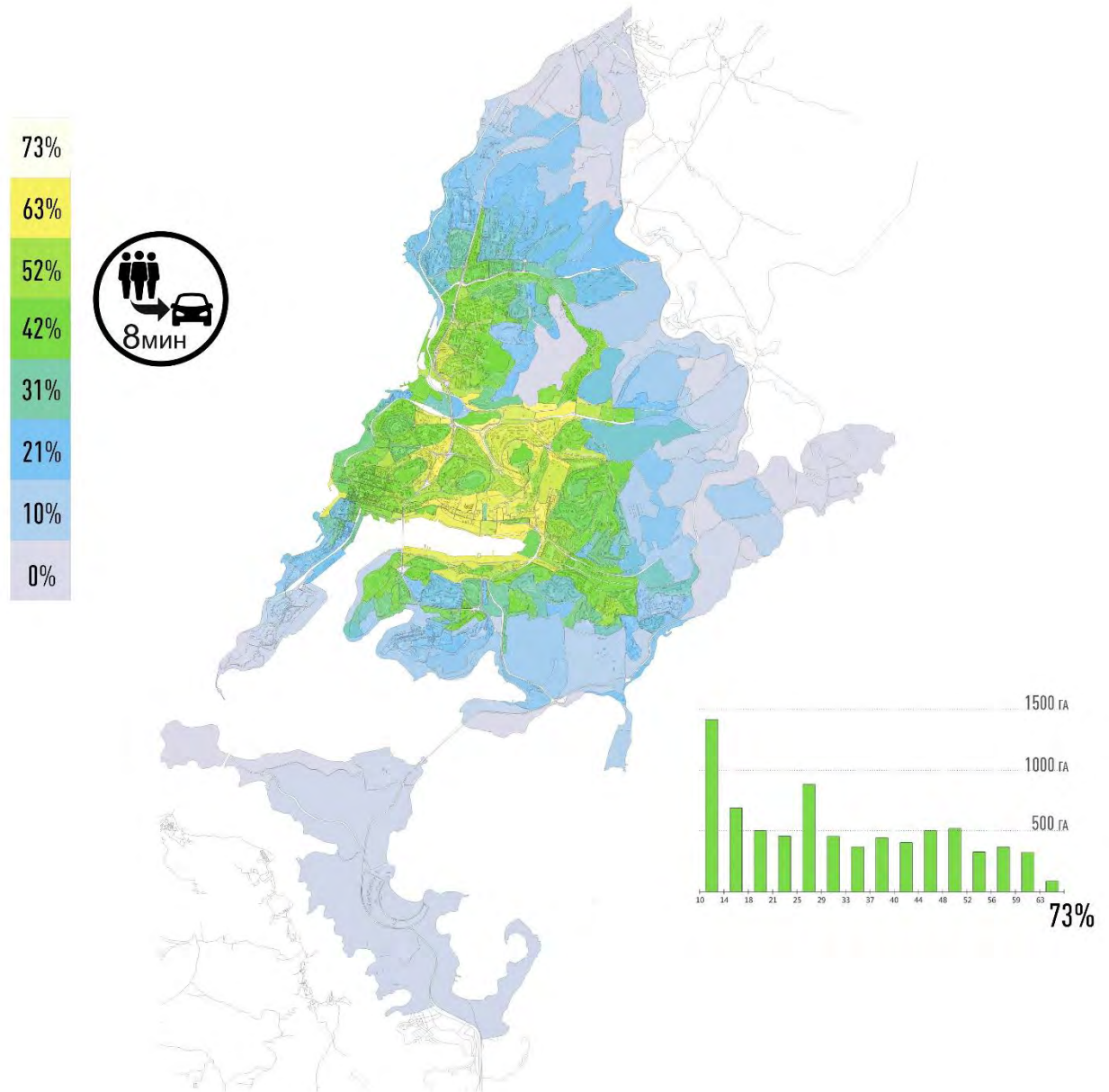


Рисунок 30. Анализ отдельных параметров пространства процессов города Владивостока. Связность с населением

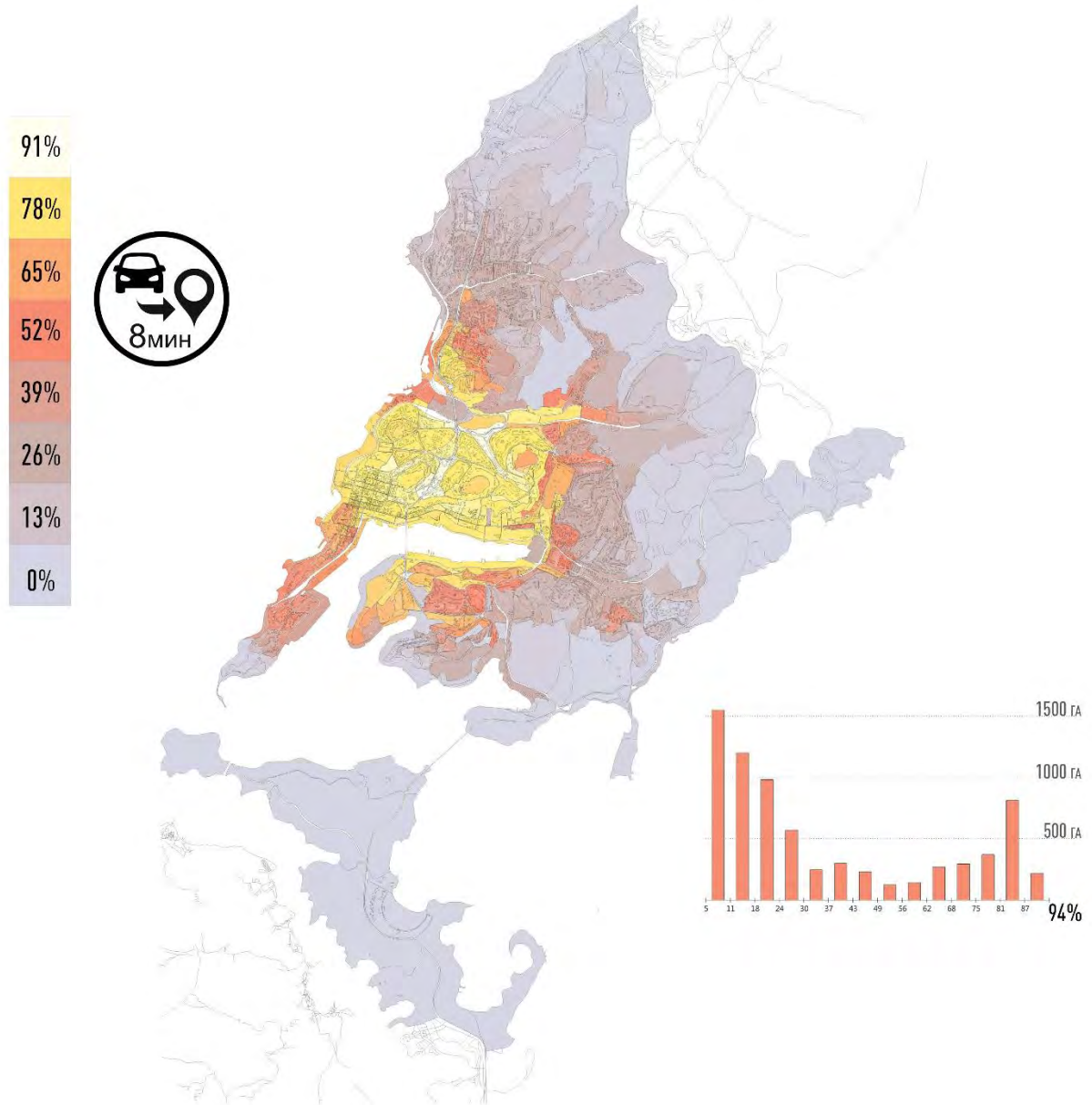


Рисунок 31. Анализ отдельных параметров пространства процессов города Владивостока. Связность с точками притяжения

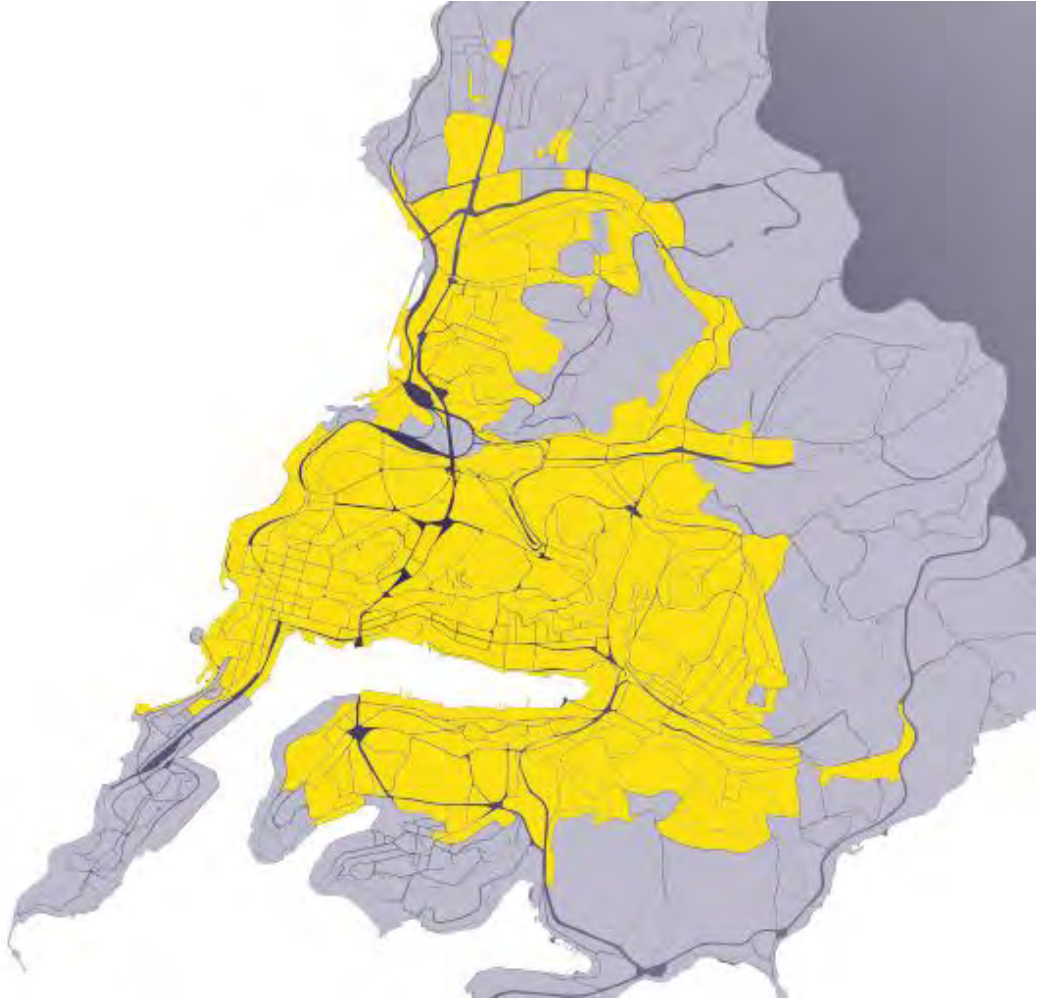


Рисунок 32. Территории со связностью с населением выше среднего значения

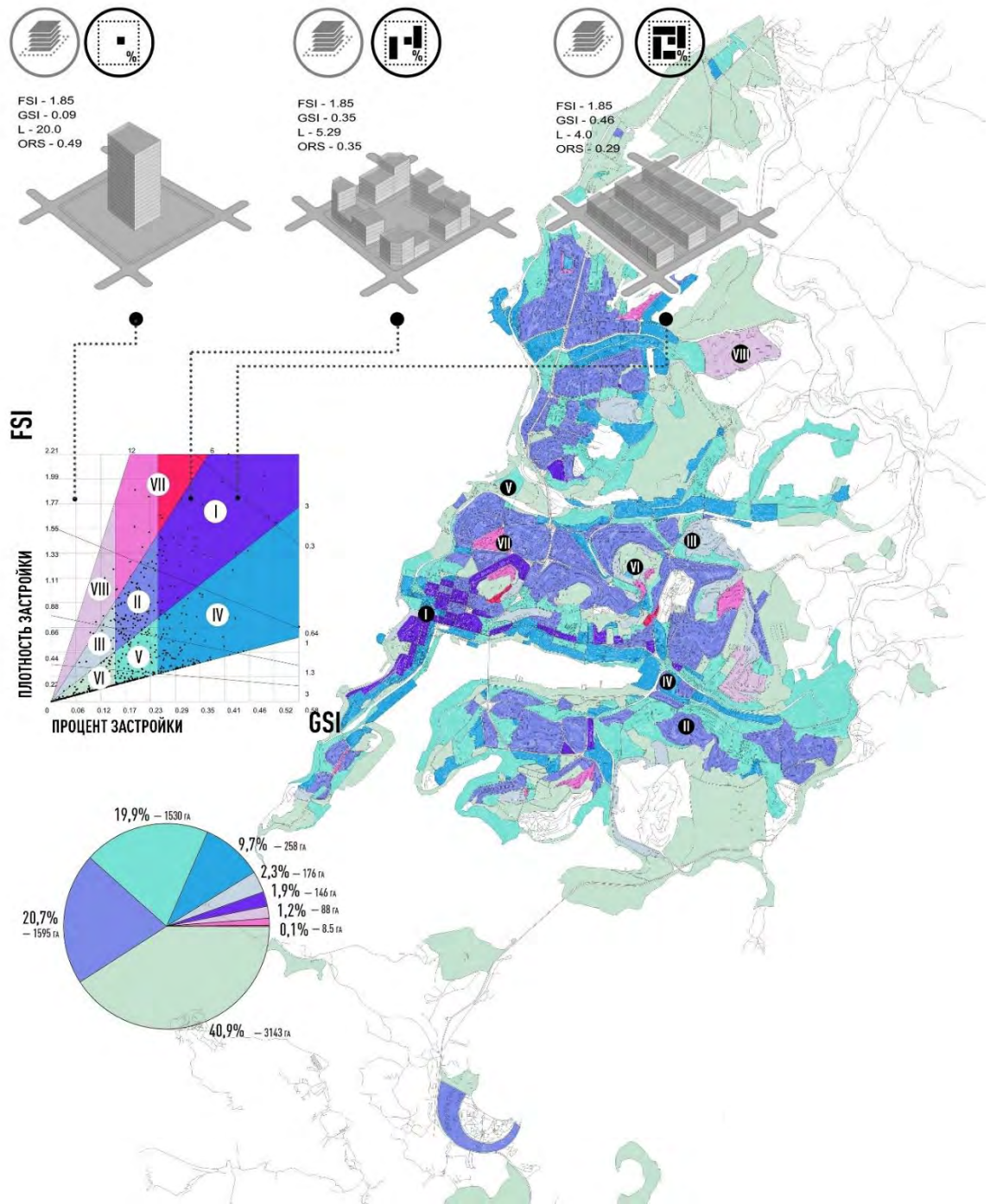


Рисунок 33. Выявление типов застройки города по методике пространственных матриц плотности Spacematrix

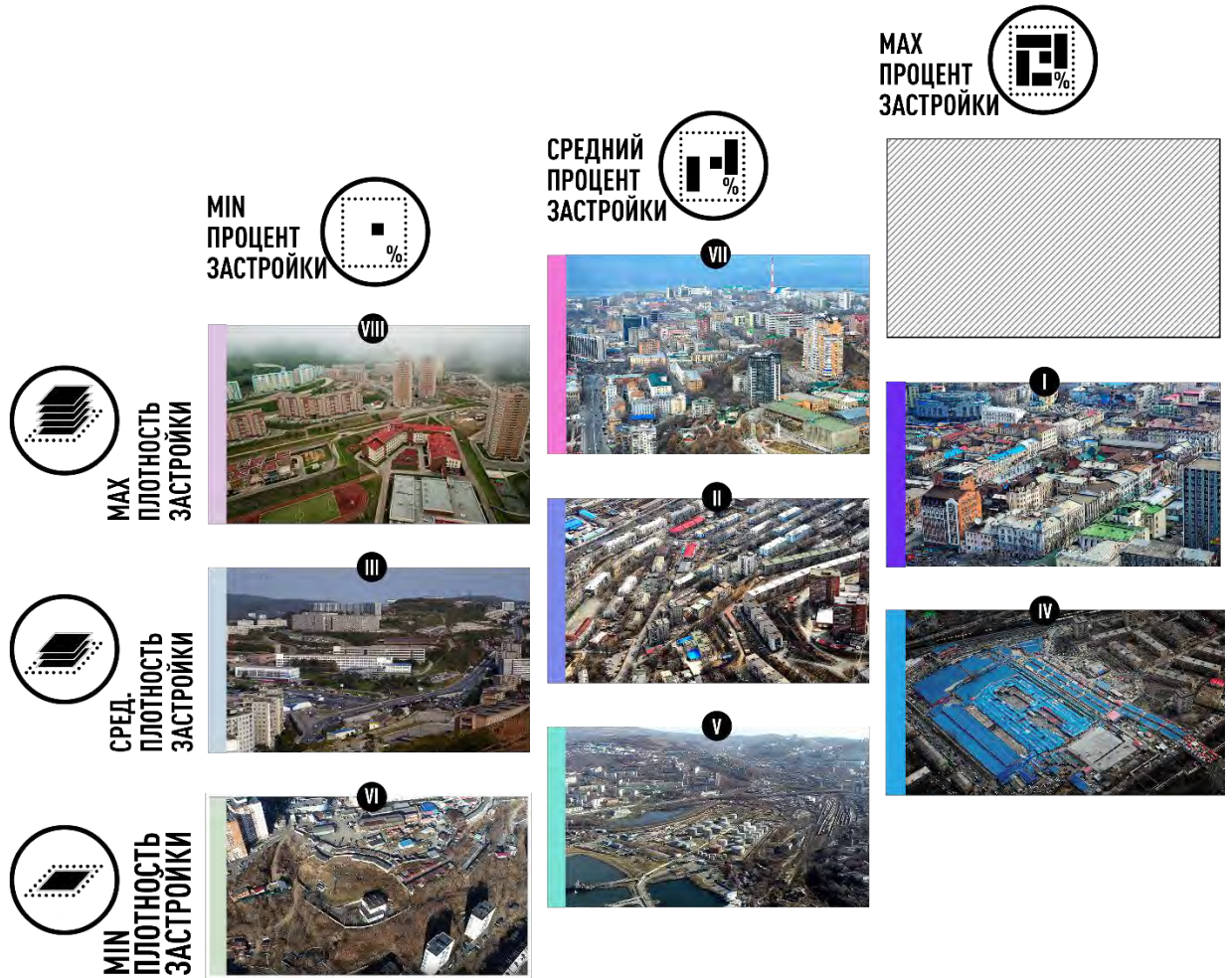


Рисунок 34. Морфотипы застройки города Владивостока

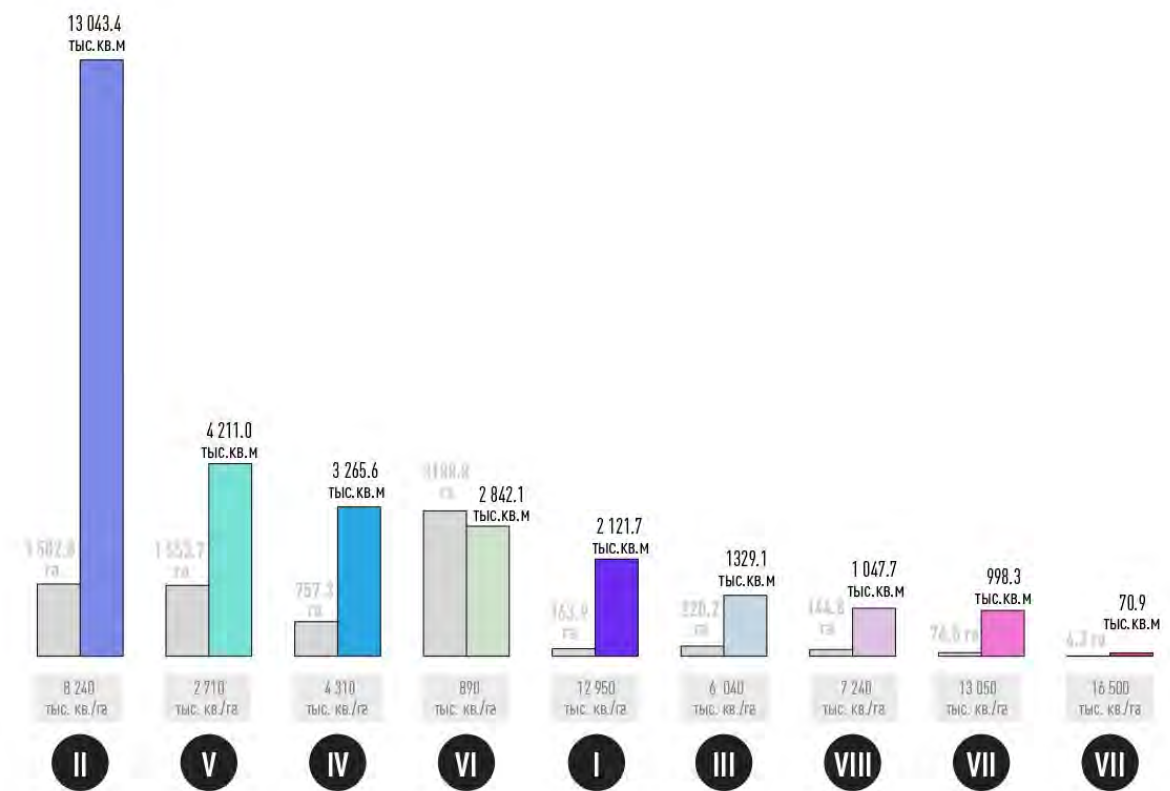


Рисунок 35. Соотношения площади застройки и общей площади застройки по морфотипам территорий г. Владивостока

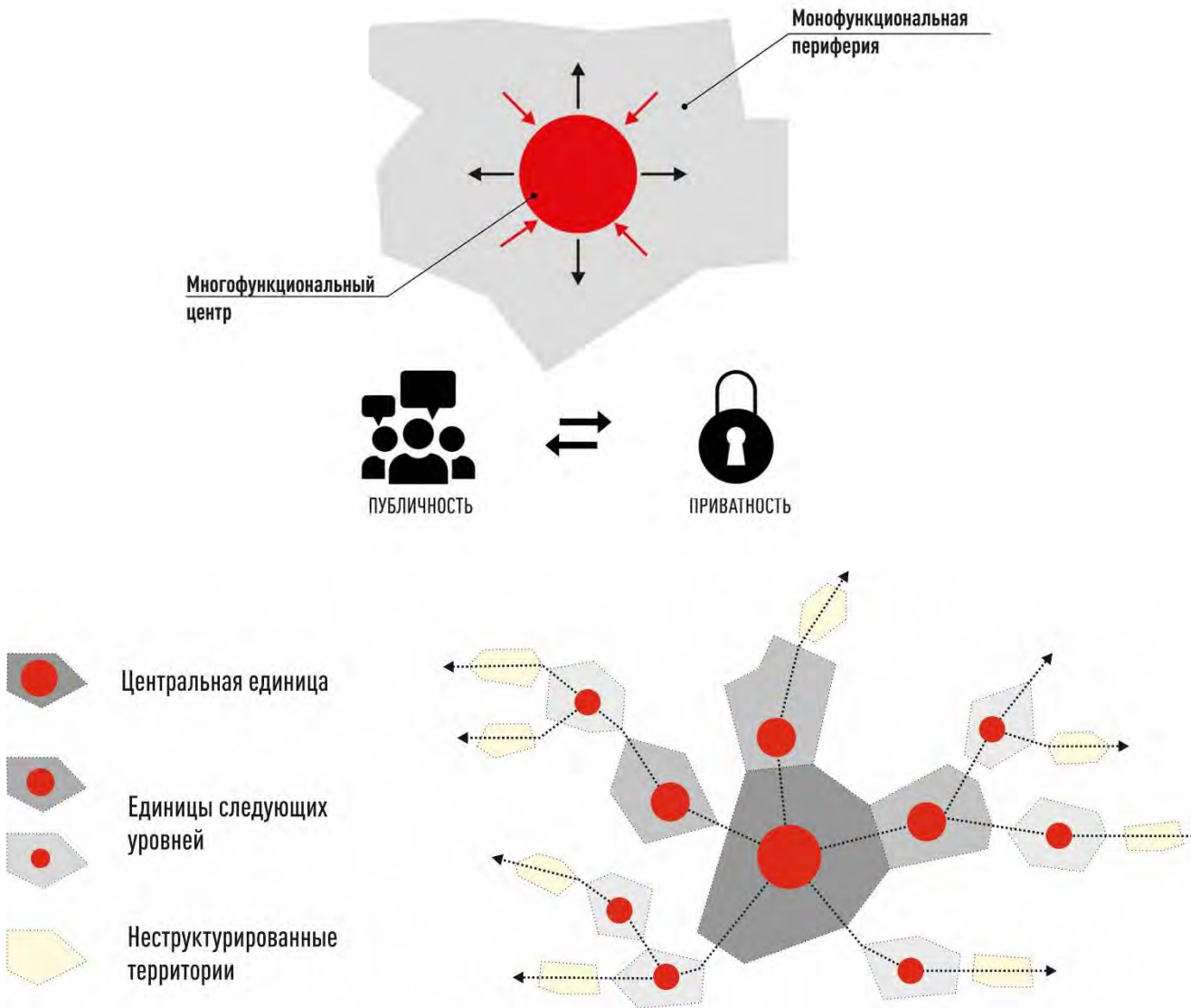


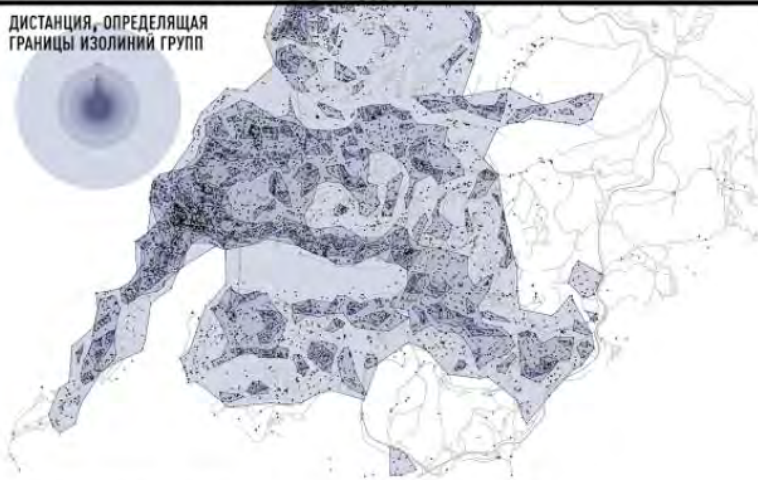
Рисунок 36. Модель пространственной единицы. Модель неравномерно-районированной пространственной структуры города

1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ г. ВЛАДИВОСТОКА ПО ДАННЫМ GOOGLE PLACES



2. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОЛИНИЙ ГРУПП ОБЪЕКТОВ

ДИСТАНЦИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ
ГРАНИЦЫ ИЗОЛИНИЙ ГРУПП



3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ УЗЛОВ г. ВЛАДИВОСТОКА

≤ 0

ПРЕДЕЛЬНАЯ ДИСТАНЦИЯ

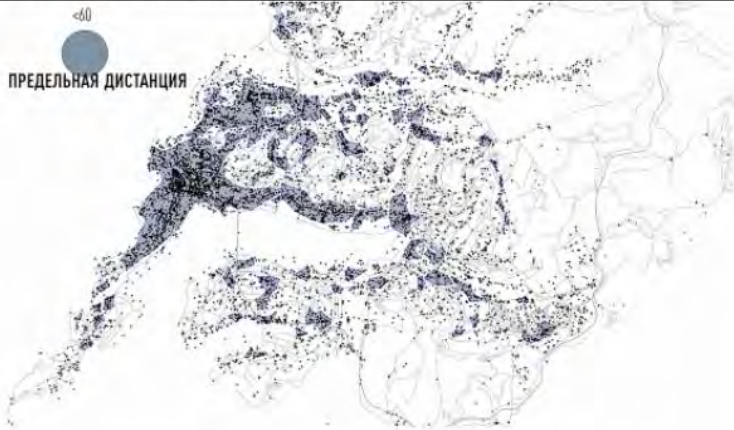
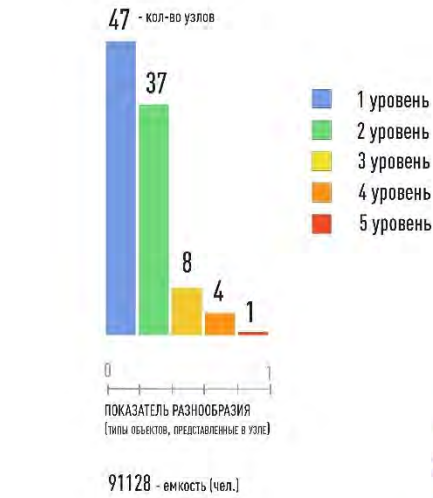
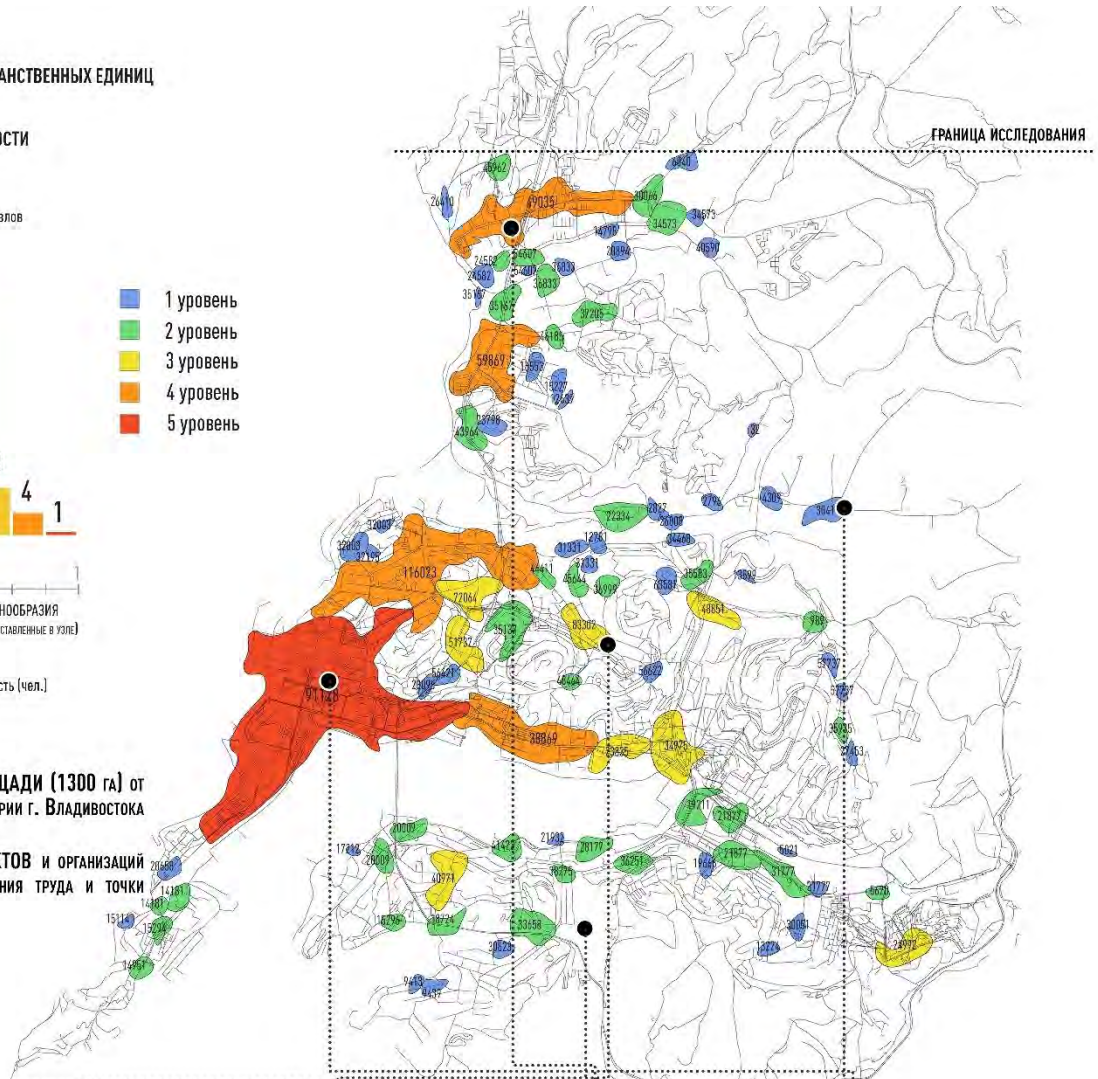


Рисунок 37. Этапы построения неравномерно-районированной модели города

Распределение пространственных единиц
(узлов) города
по уровням центральности



ТЕРРИТОРИИ УЗЛОВ:
составляют **19%** площади (1300 га) от
урбанизированной территории г. Владивостока
(6000га)
включают **75%** объектов и организаций
города – мест приложения труда и точки
притяжения



1 УРОВЕНЬ 47 уз., 2114 мест	2 УРОВЕНЬ 37 уз., 4047 мест	3 УРОВЕНЬ 8 уз., 2287 мест	4 УРОВЕНЬ 4 уз., 5171 мест	5 УРОВЕНЬ 1 уз., 7004 МЕСТА
Процент отклонения доли типов мест от среднего узлового значения				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 20%;"> <p>Локальные магазины и сервисы</p> <p>ул. Ситковск, 71</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Малые торговые центры</p> <p>ул. Тютчевская, 21</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Рынки</p> <p>пр. Виссариола Завидова, 1</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Торговые центры и улицы</p> <p>ул. Римская, 2</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Центральные улицы</p> <p>ул. Адамска-Фавора, 4</p> </div> </div>				

Рисунок 38. Неравномерно-районированная модель города Владивостока

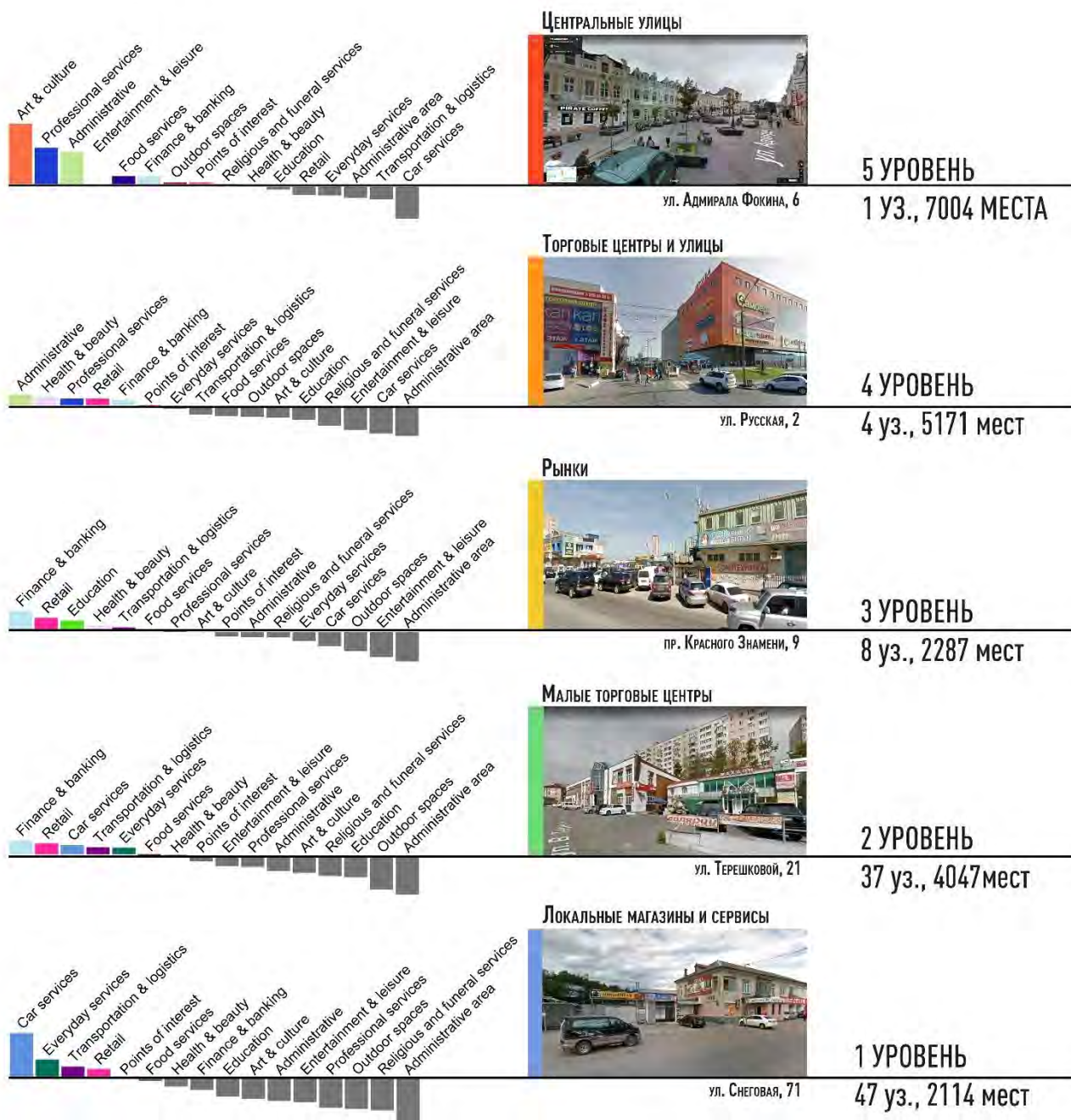


Рисунок 39. Гистограмма распределения категорий «точек притяжения», характерных для узлов определенных уровней пространственной организации (визуализируется процент отклонения количества объектов данной категории от средних значений по городу)

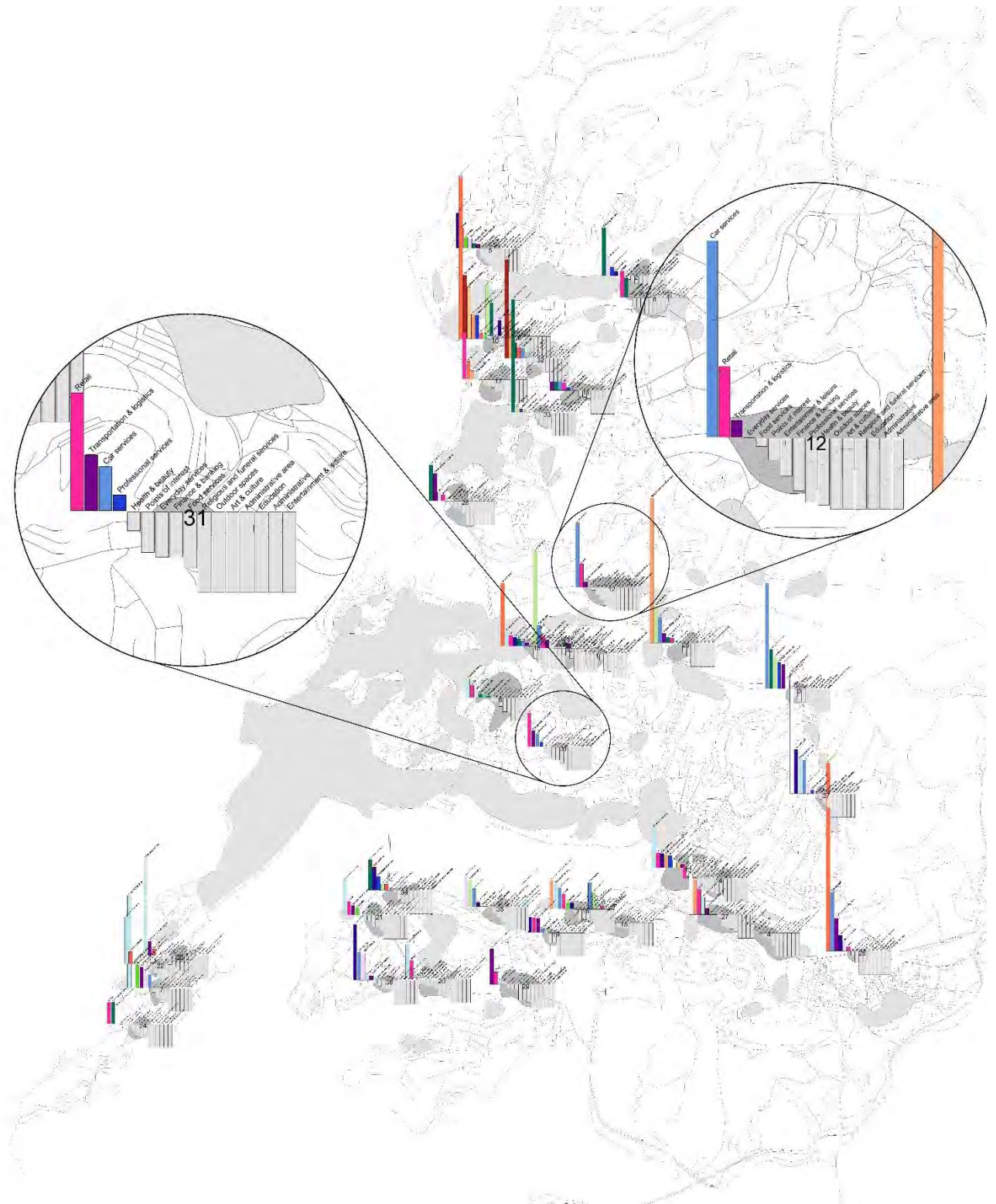


Рисунок 40. Пример распределения категорий объектов в узлах 4 уровня организации

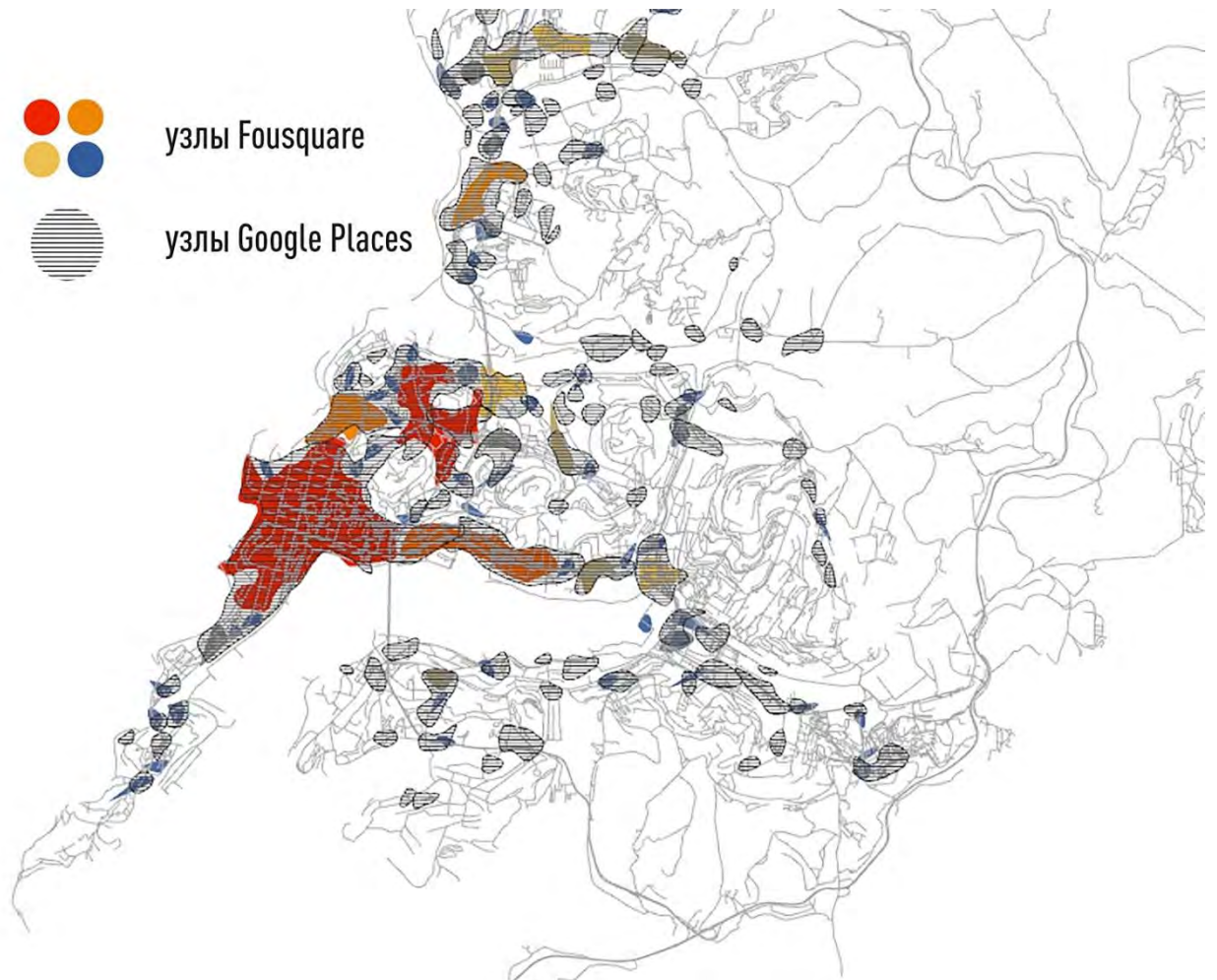


Рисунок 41. Сравнение узлов пространственной структуры города Владивостока по данным о точках притяжения Google Places и Foursquare

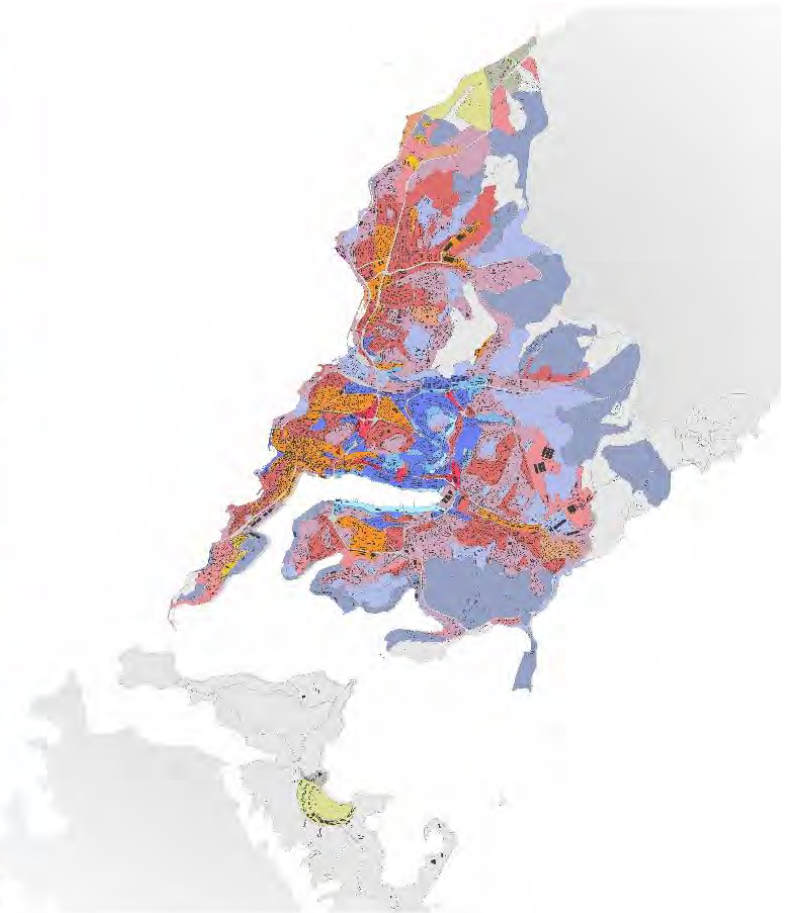
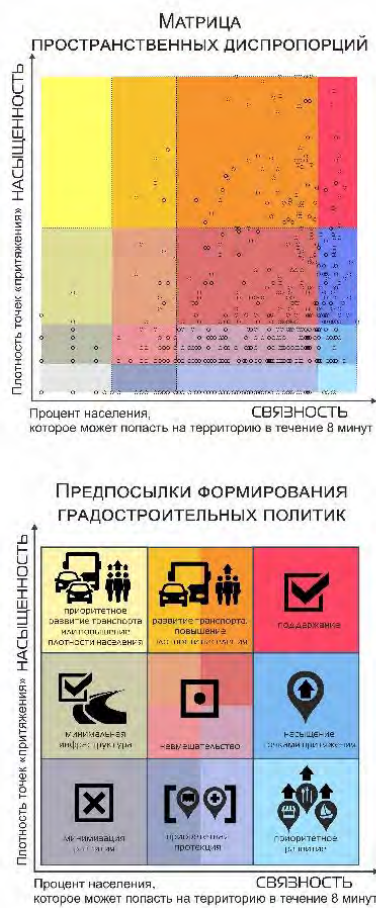


Рисунок 42. Территориально-коммуникационная модель. Кластеризация типов территорий по матрице «плотность точек притяжения — связность с населением» и предпосылки формирования градостроительной политики по типам территорий.

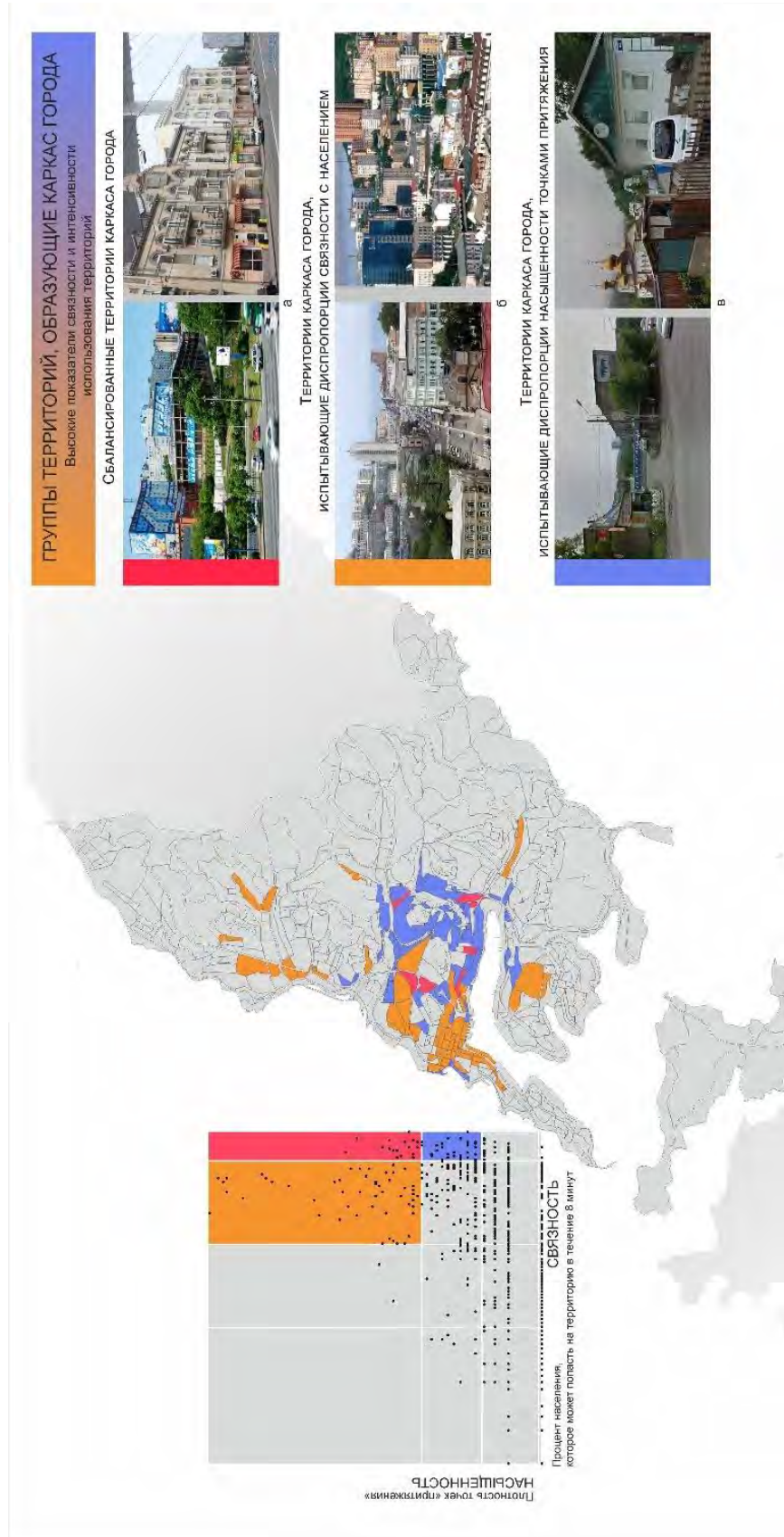


Рисунок 43. Группы территорий, образующих каркас города

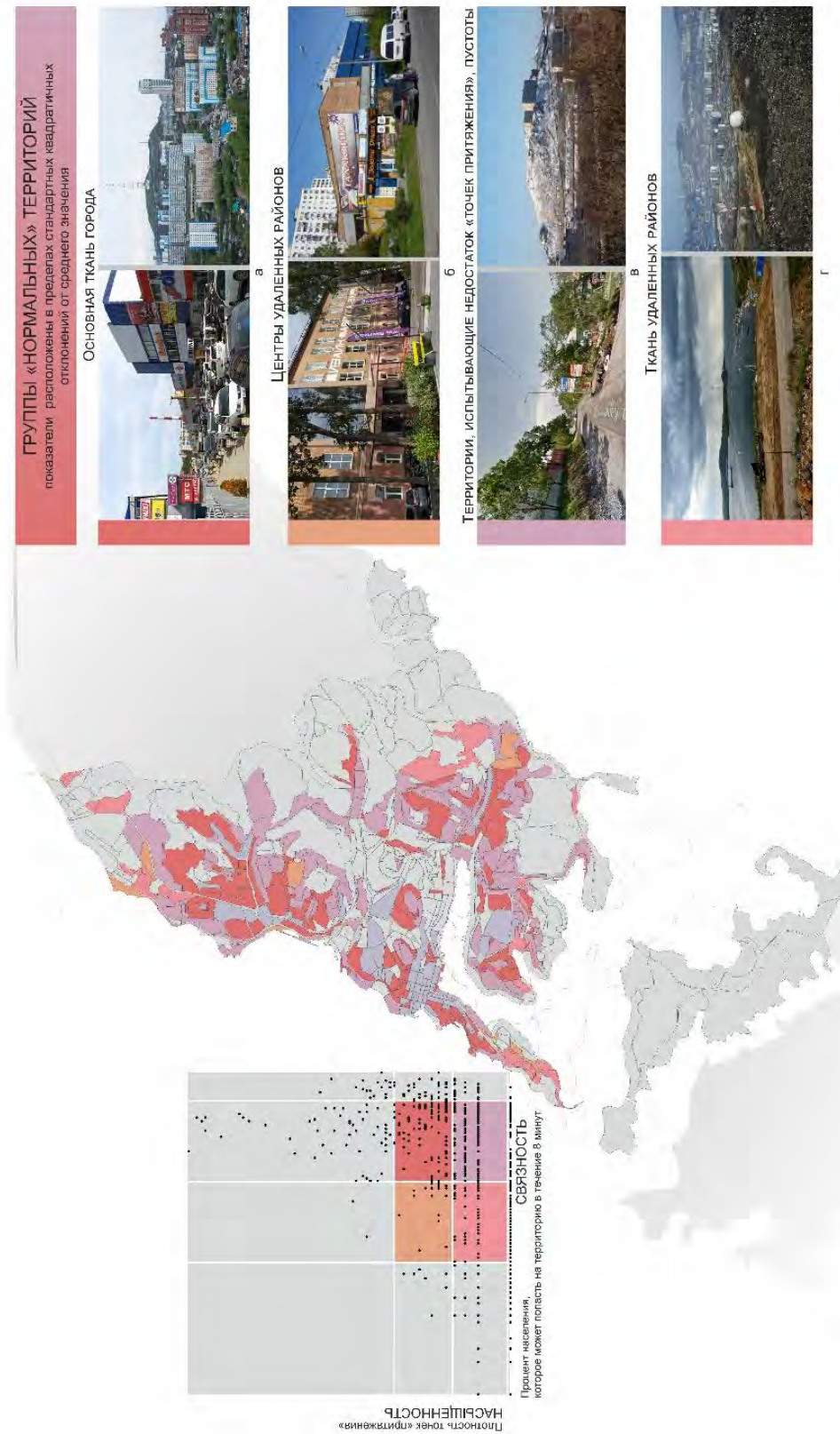


Рисунок 44. Группы «нормальных» территорий города

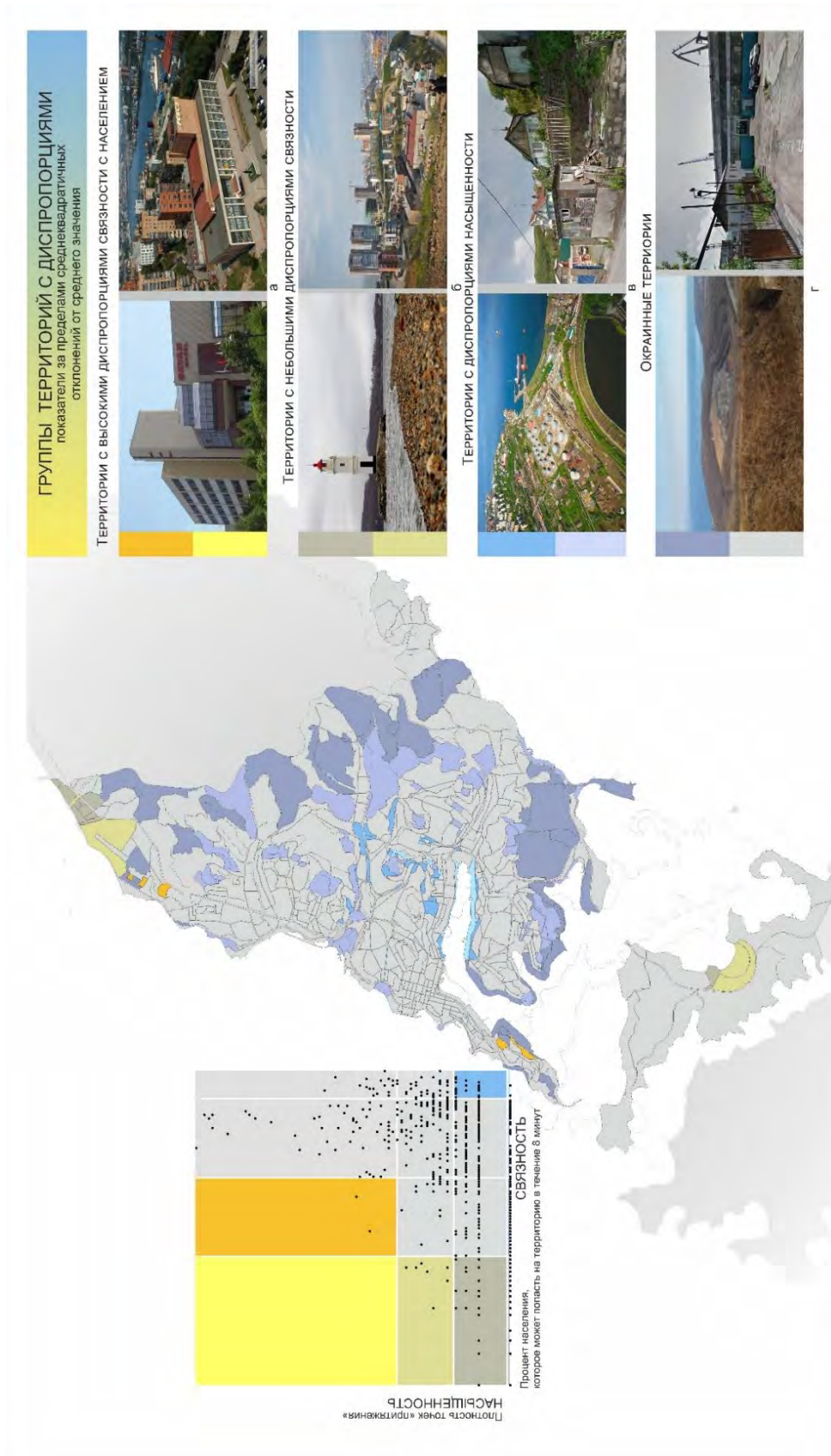


Рисунок 45. Группы территорий с диспропорциями

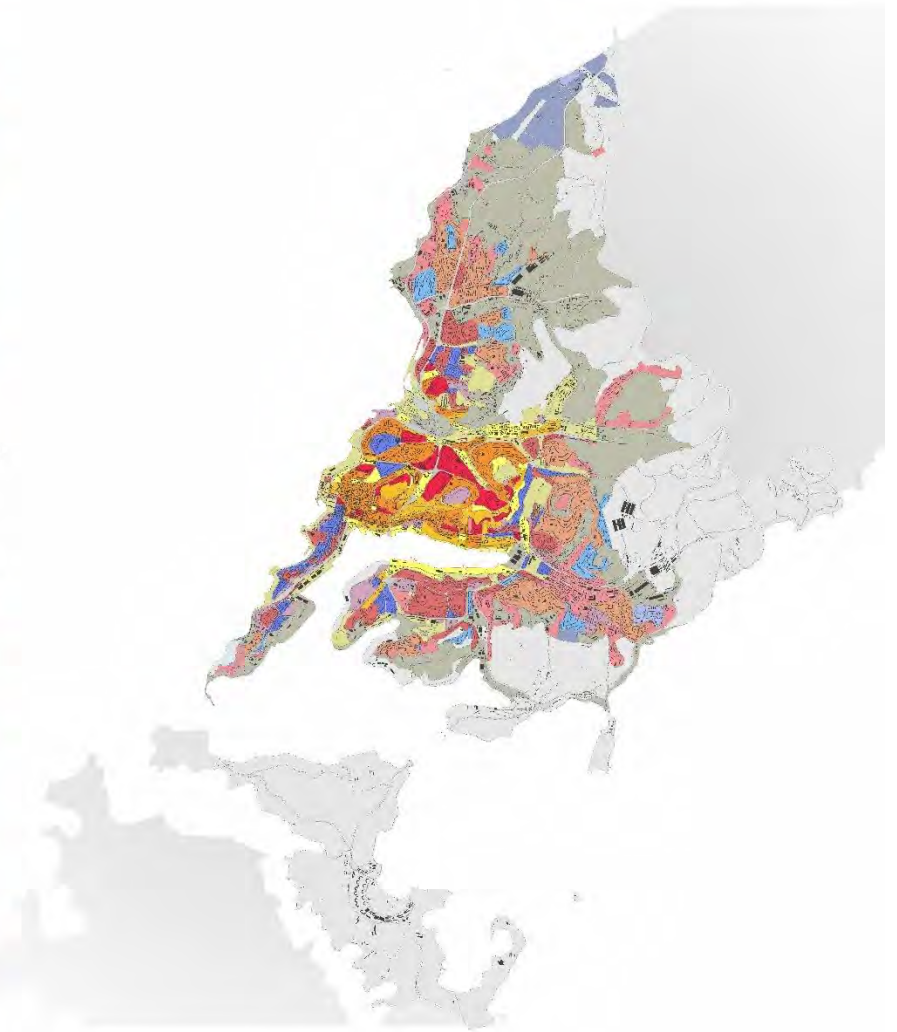


Рисунок 46. Территориально-коммуникационная модель города. Кластеризация типов территорий по матрице «плотность населения — связность с точками притяжения» и предпосылки формирования градостроительной политики по типам территорий.

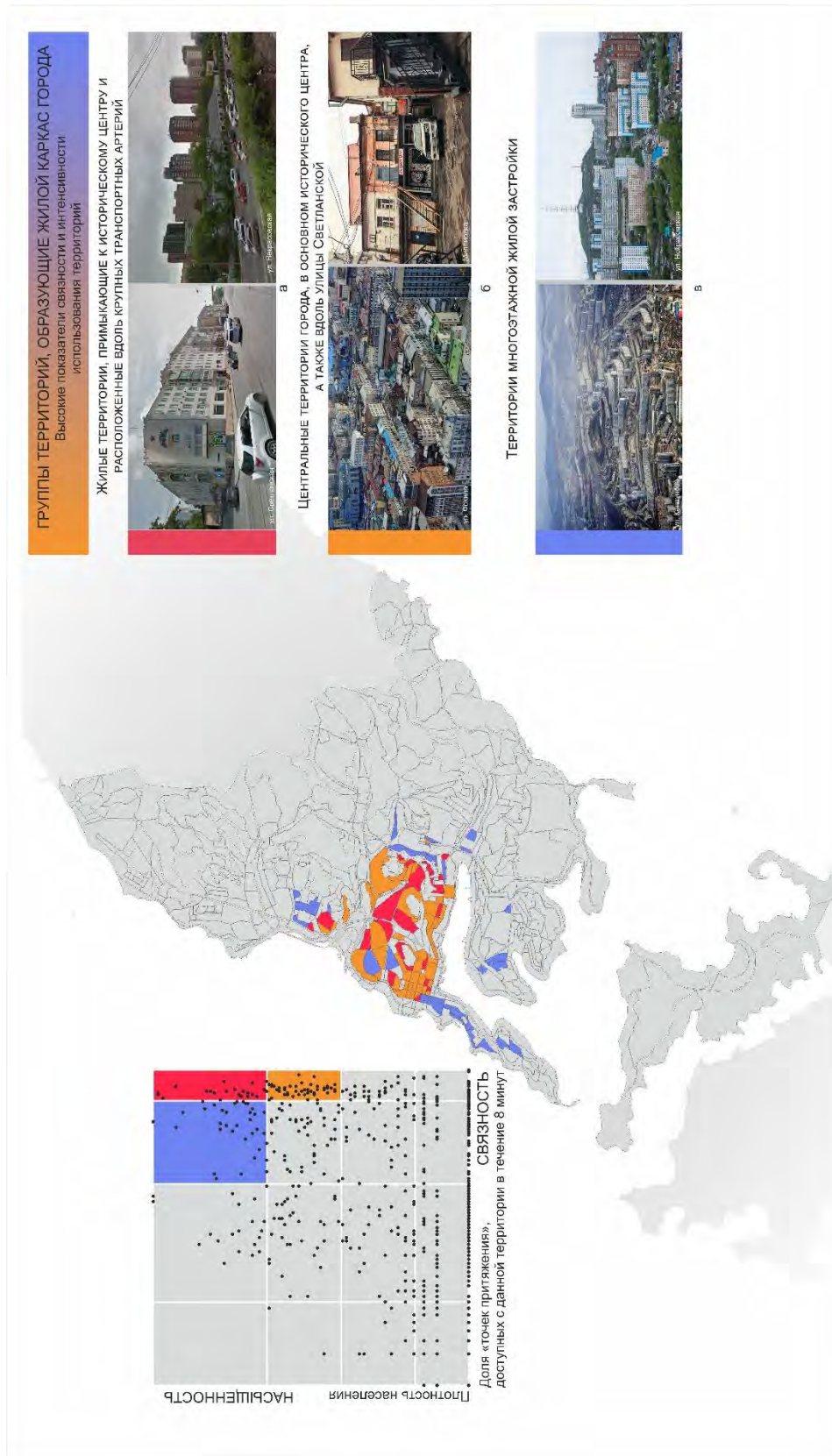


Рисунок 47. Группы территорий, образующие жилой каркас города

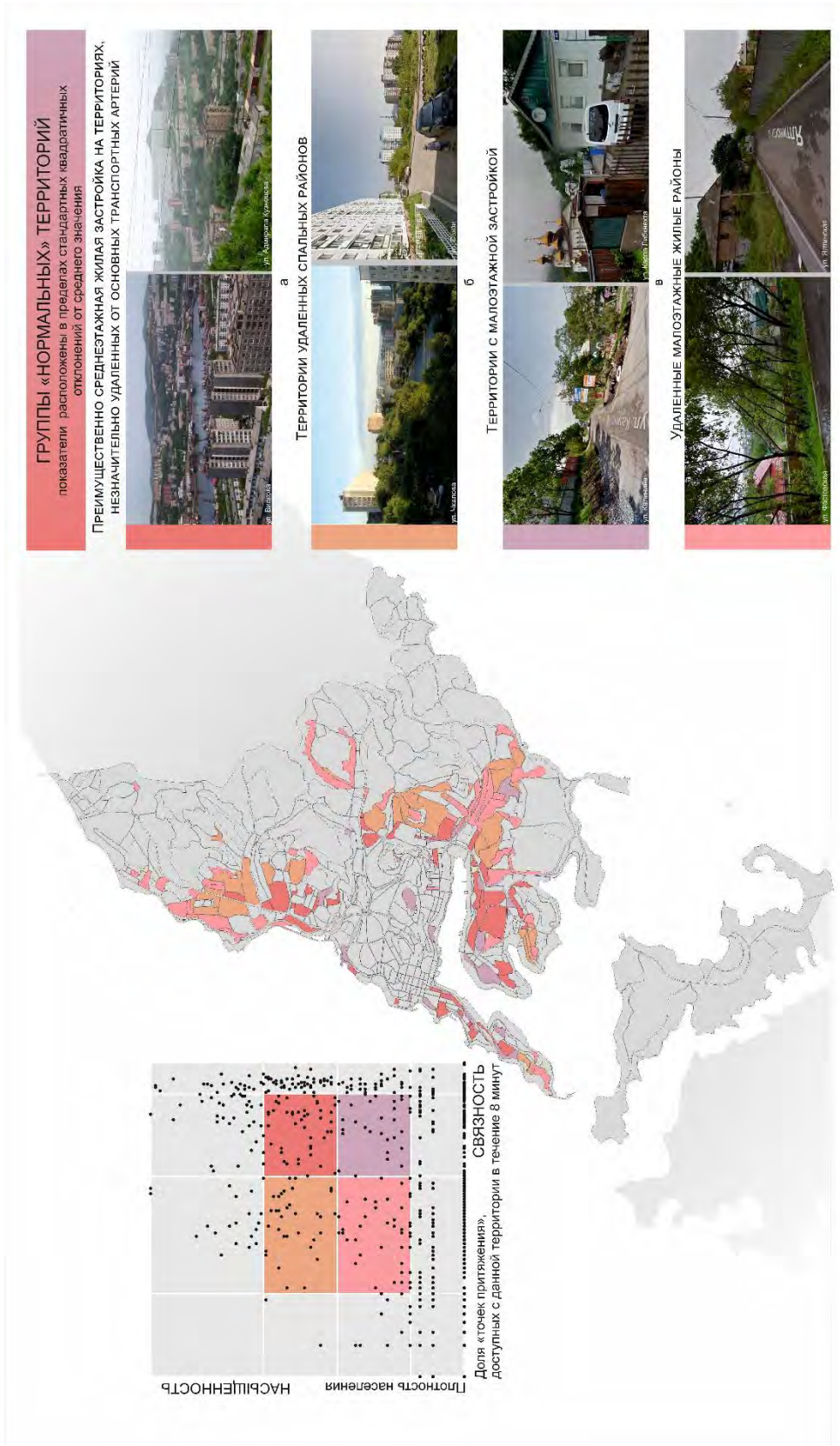


Рисунок 48. Группы жилых территорий, образующие жилую ткань города

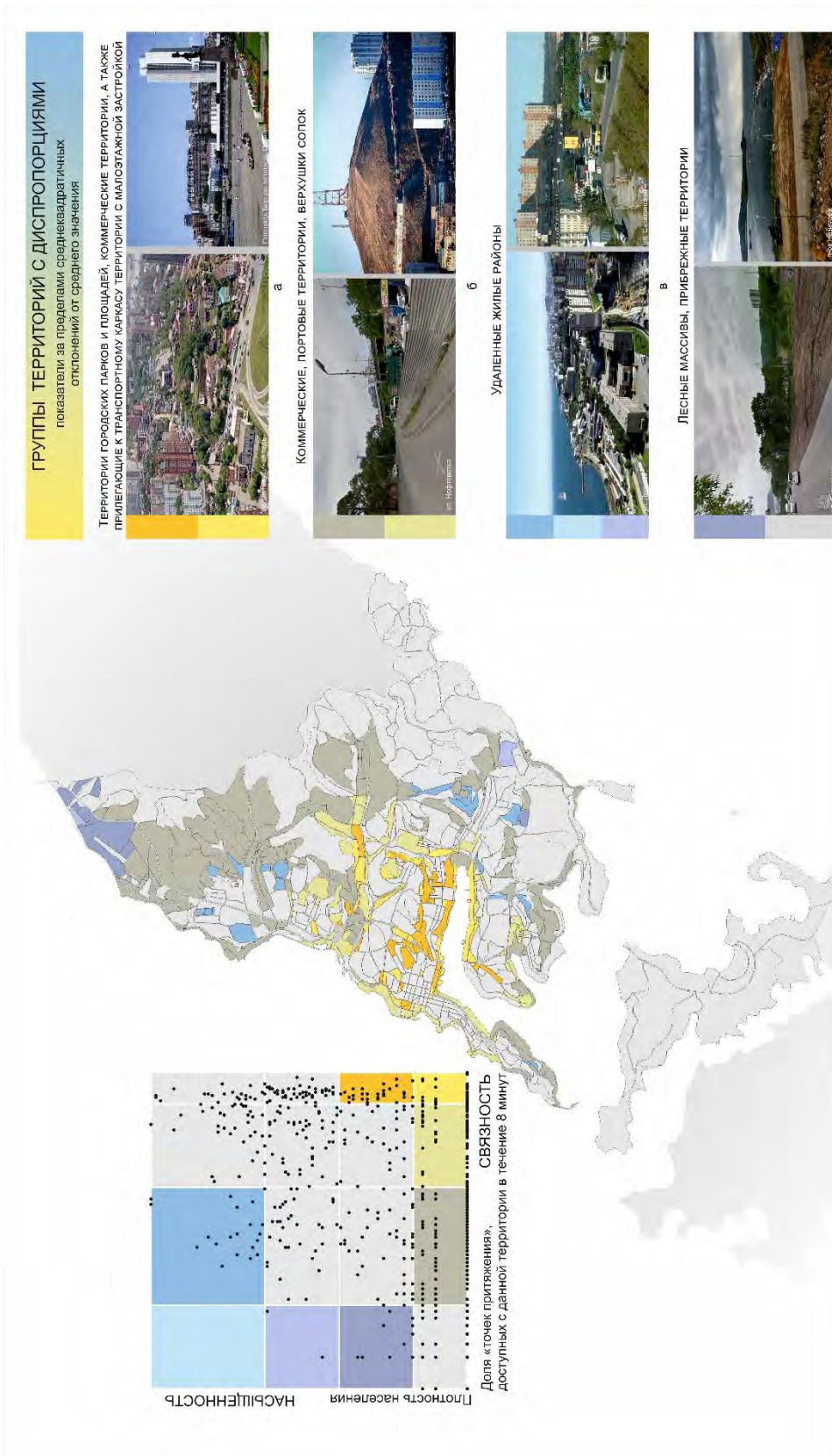


Рисунок 49. Группы жилых территорий с диспропорциями жилой застройки

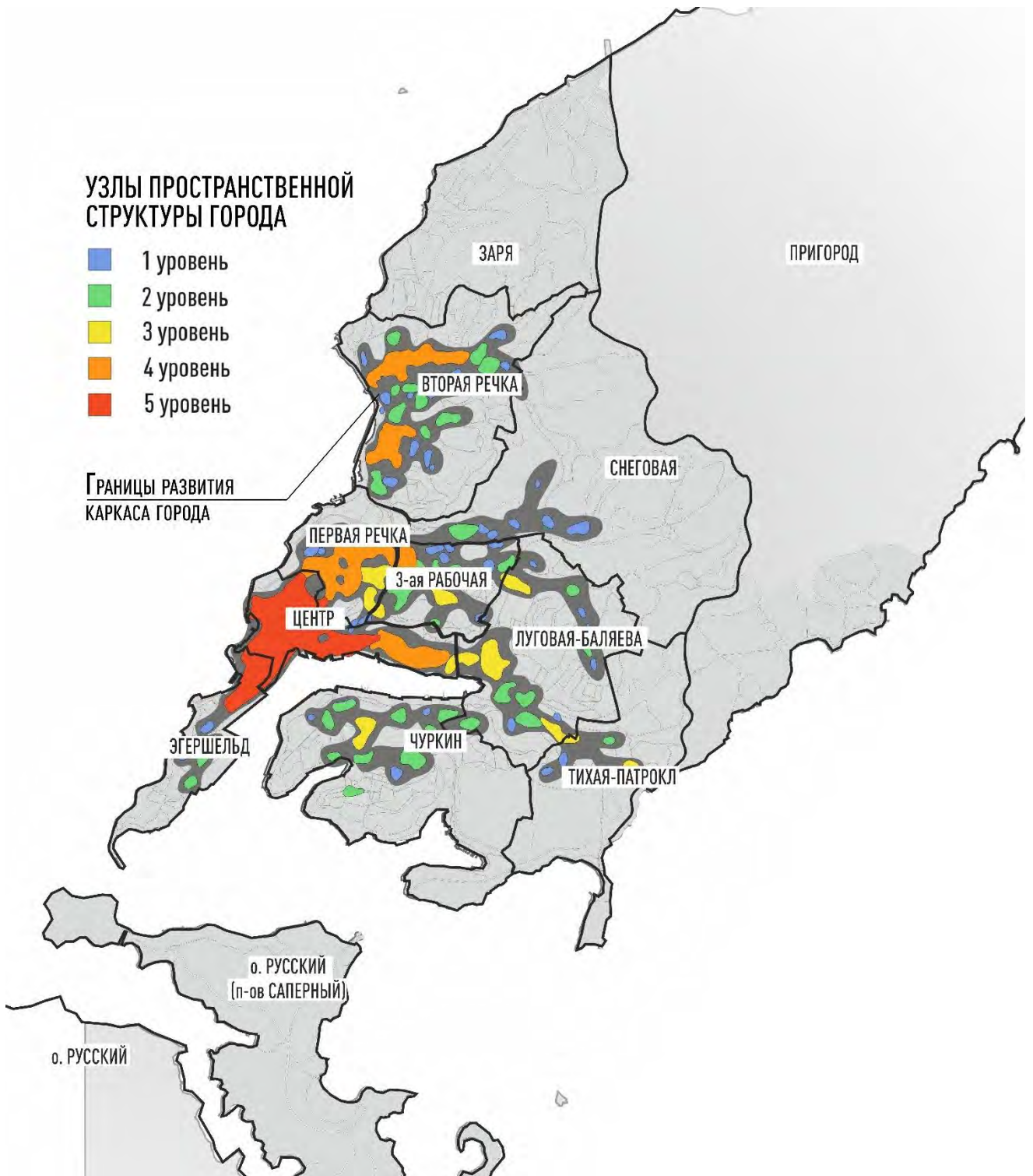


Рисунок 50. Прогнозирование развития каркаса города по неравномерно-районированной модели

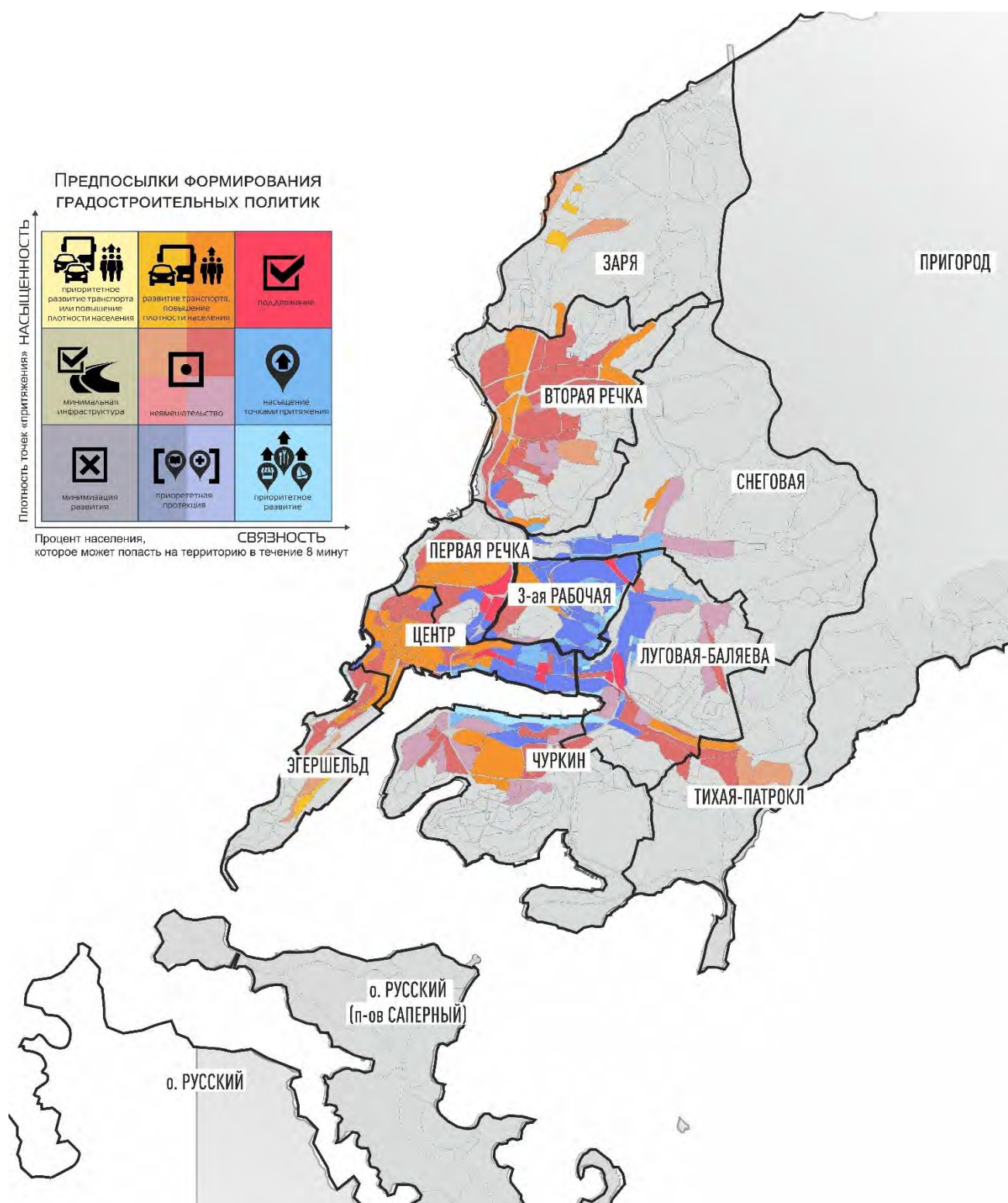


Рисунок 51. Прогнозирование развития каркаса города и рекомендованные направления градостроительной политики для развития каркаса города как системы локальных центров районов

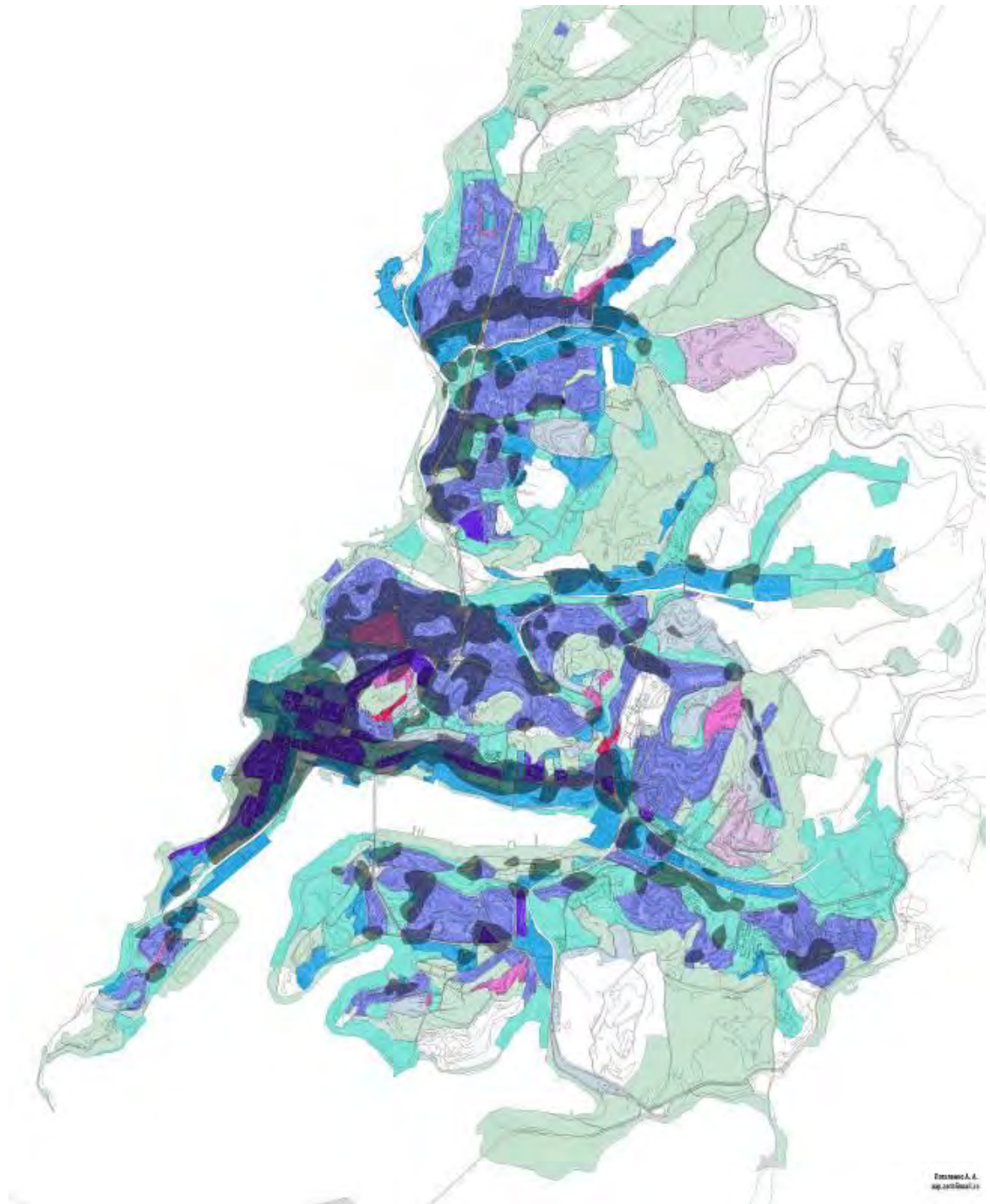


Рисунок 52. Узлы пространственной структуры города согласно неравномерно-районированной модели и морфотипы застройки по методике Spacematrix

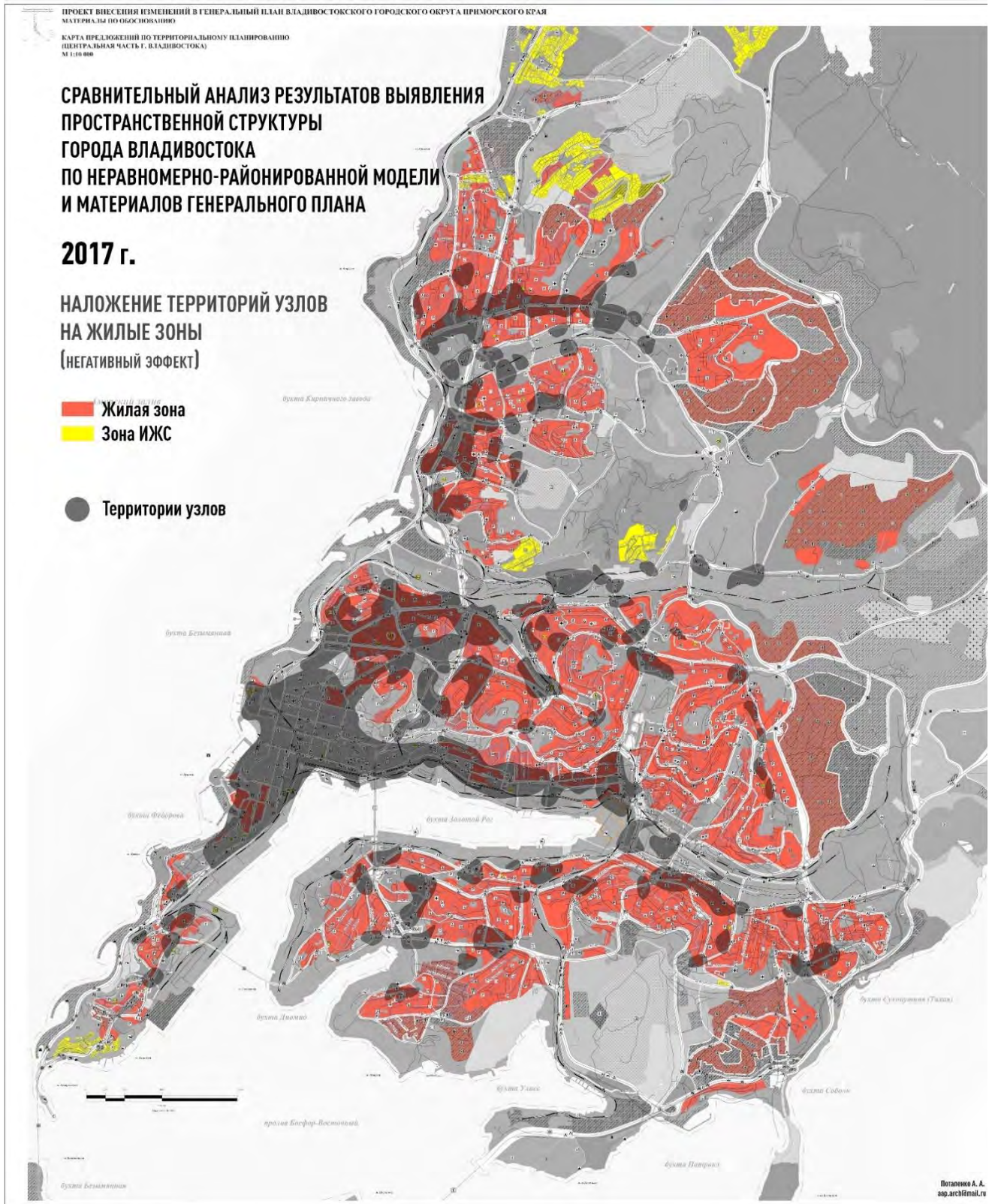


Рисунок 53. Сравнительный анализ результатов выявления узлов пространственной структуры города (территорий с функцией центральности) и распределения жилых зон Владивостока согласно Генерального плана.

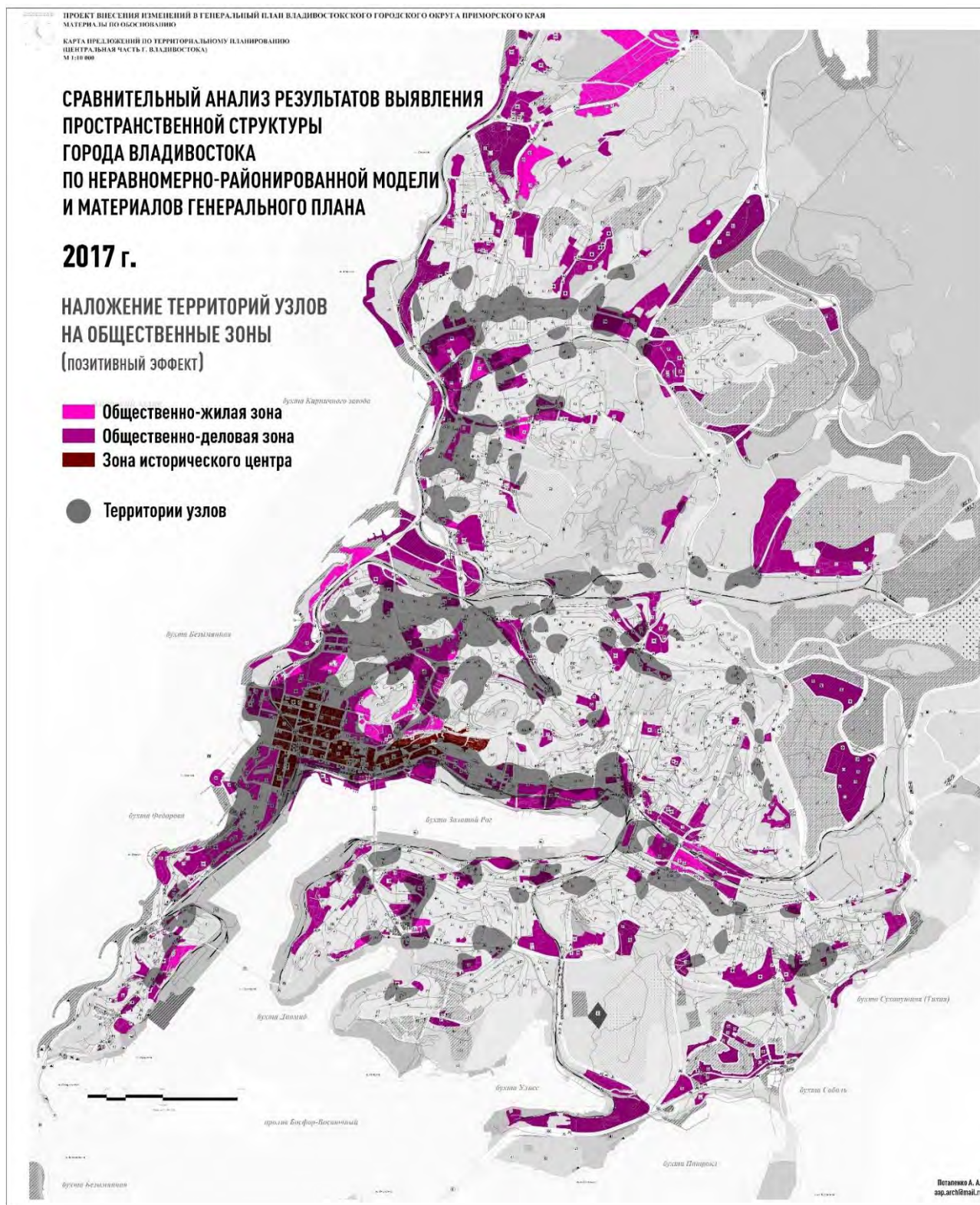


Рисунок 54. Сравнительный анализ результатов выявления пространственной структуры города (территорий с функцией центральности) и распределения общественно-деловых зон Владивостока согласно Генерального плана.



Рисунок 55. Застройка центральной части города Владивостока по данным Openstreetmap

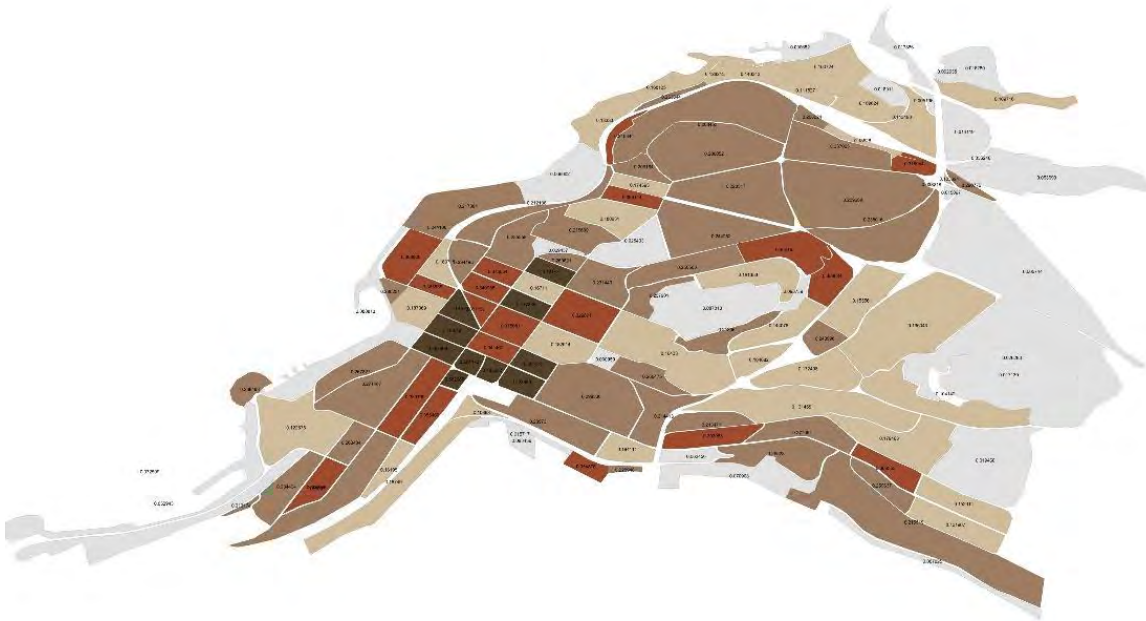


Рисунок 56. Процент застройки



Рисунок 57. Плотность застройки



Рисунок 58. Выявление морфотипов территории по плотности по методике Spacematrix

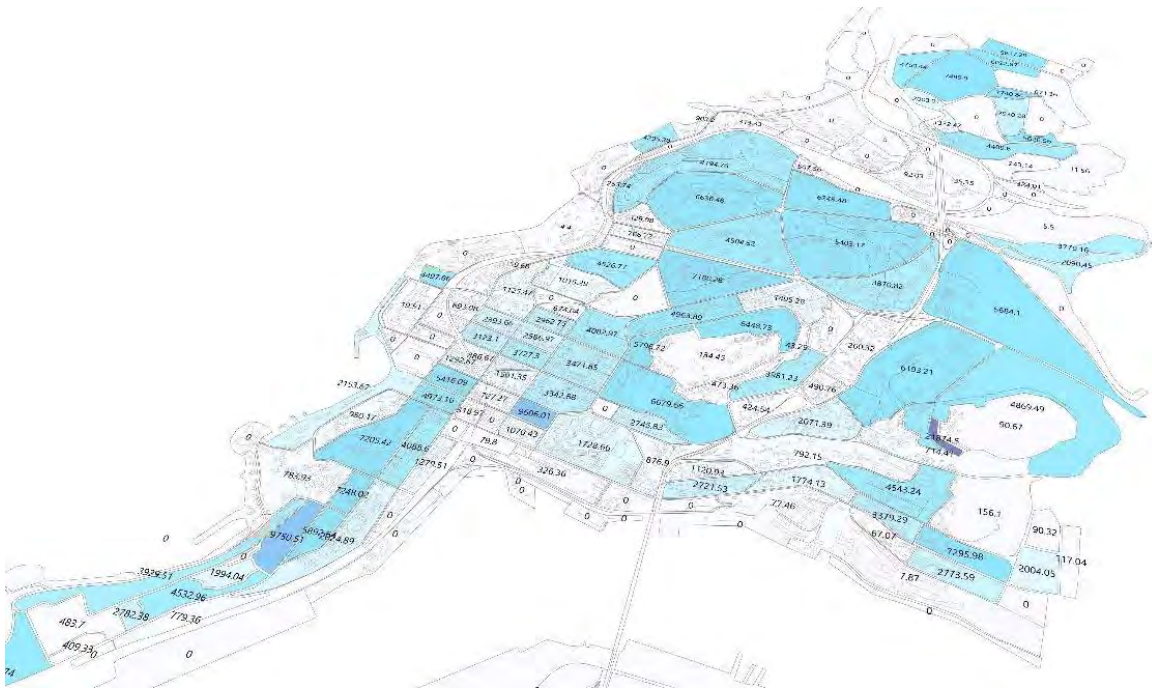


Рисунок 59. Плотность населения

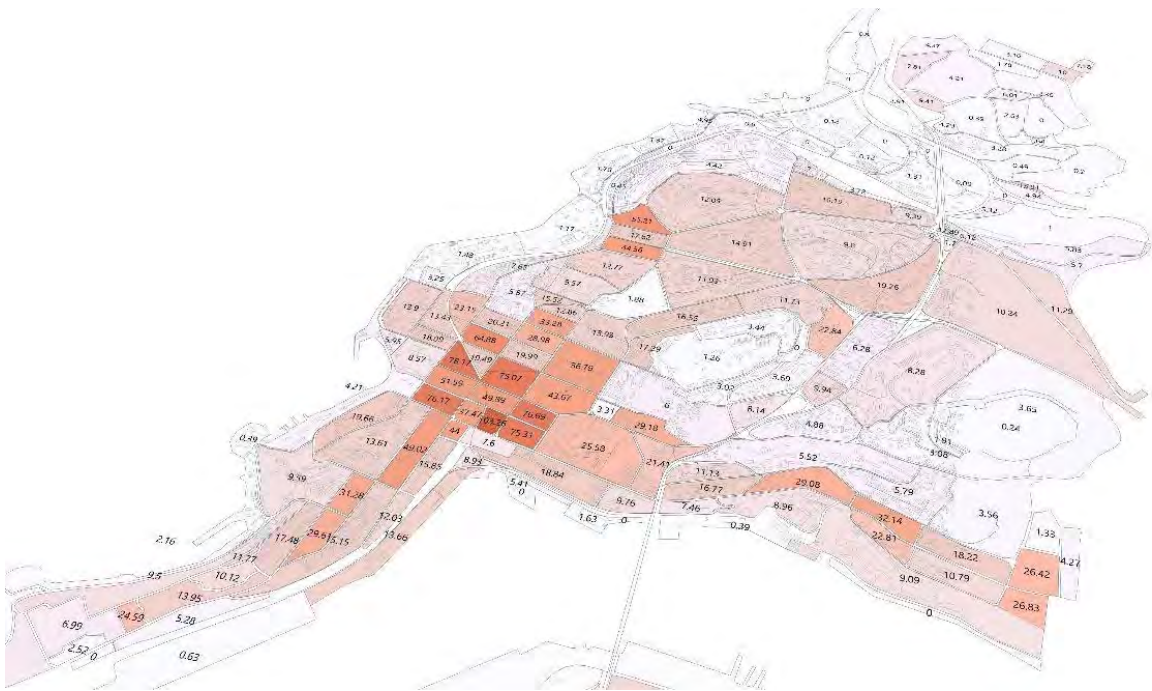


Рисунок 60. Плотность точек притяжения

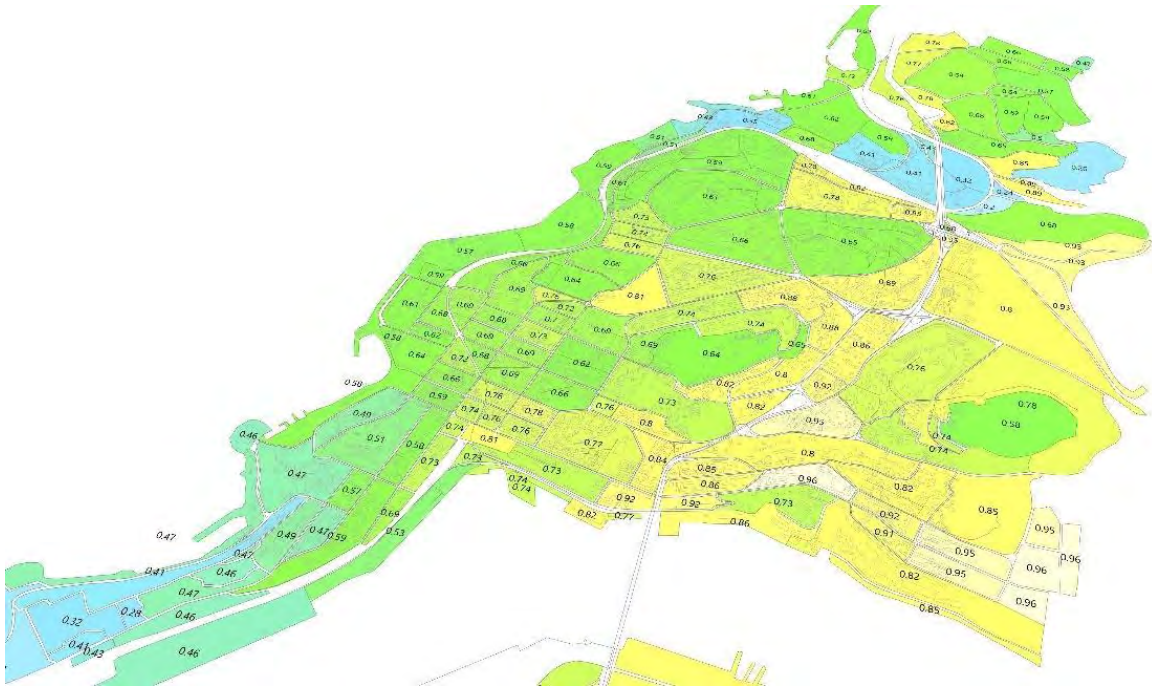


Рисунок 61. Связность с населением



Рисунок 62. Связность с точками притяжения

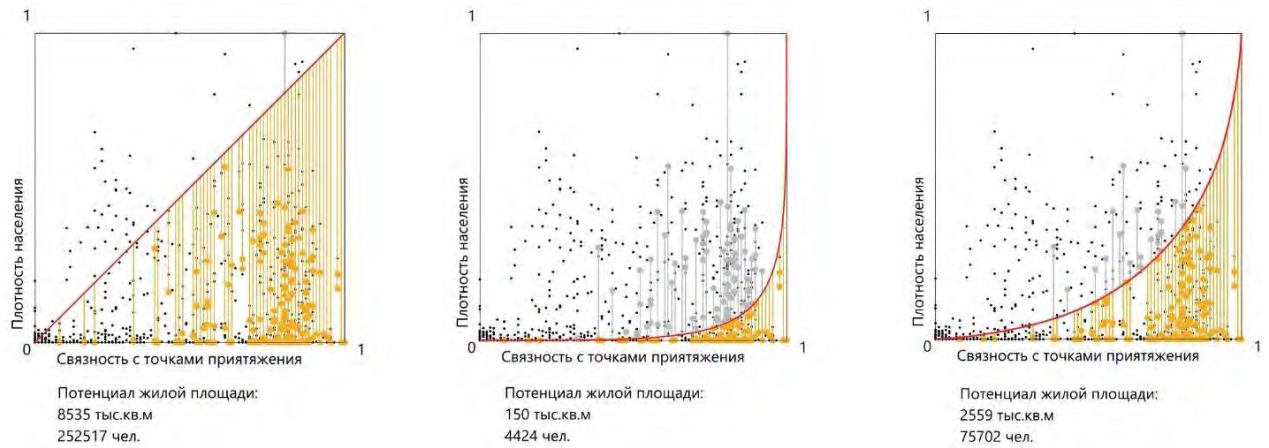


Рисунок 63. Варианты конфигурации линий сбалансированных показателей на матрице «плотность населения – связность с точками притяжения», определяющих различный суммарный потенциал развития жилой застройки.



Рисунок 64. Варианты конфигурации линий сбалансированных показателей на матрице «плотность точек притяжения – связность с населением», определяющих различный суммарный потенциал развития общественно-деловой застройки.

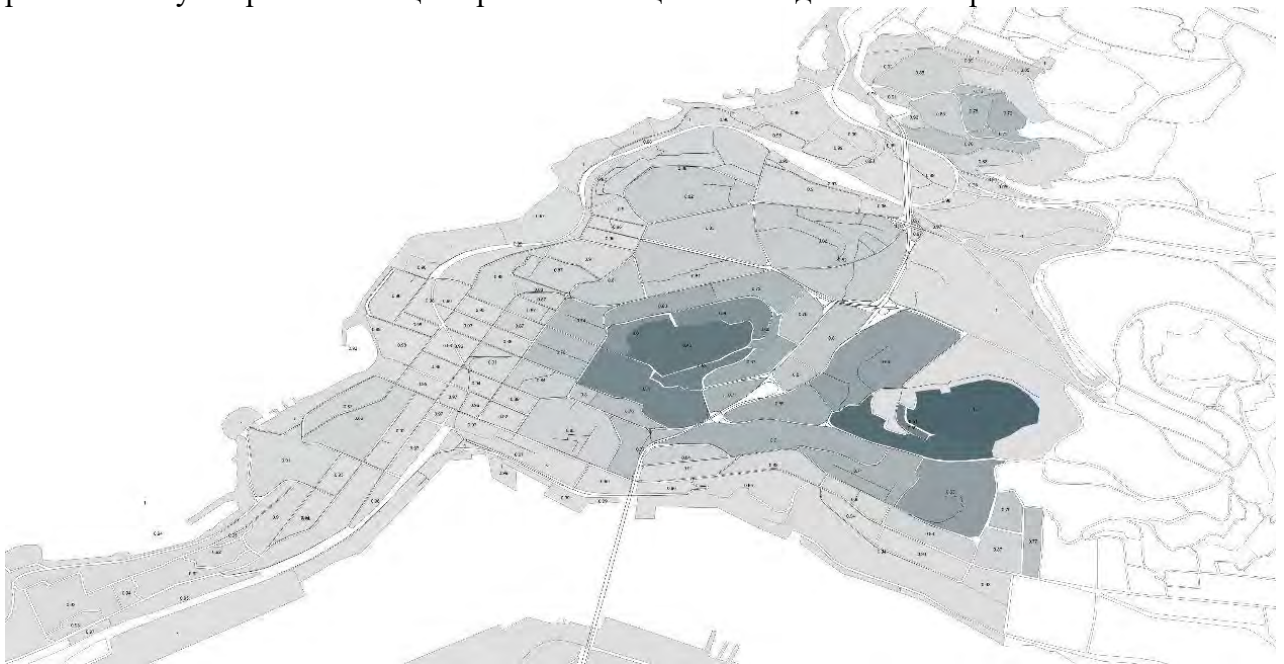


Рисунок 65. Коэффициенты высотности территорий относительно уровня моря



Рисунок 66. Коэффициенты по уклонам

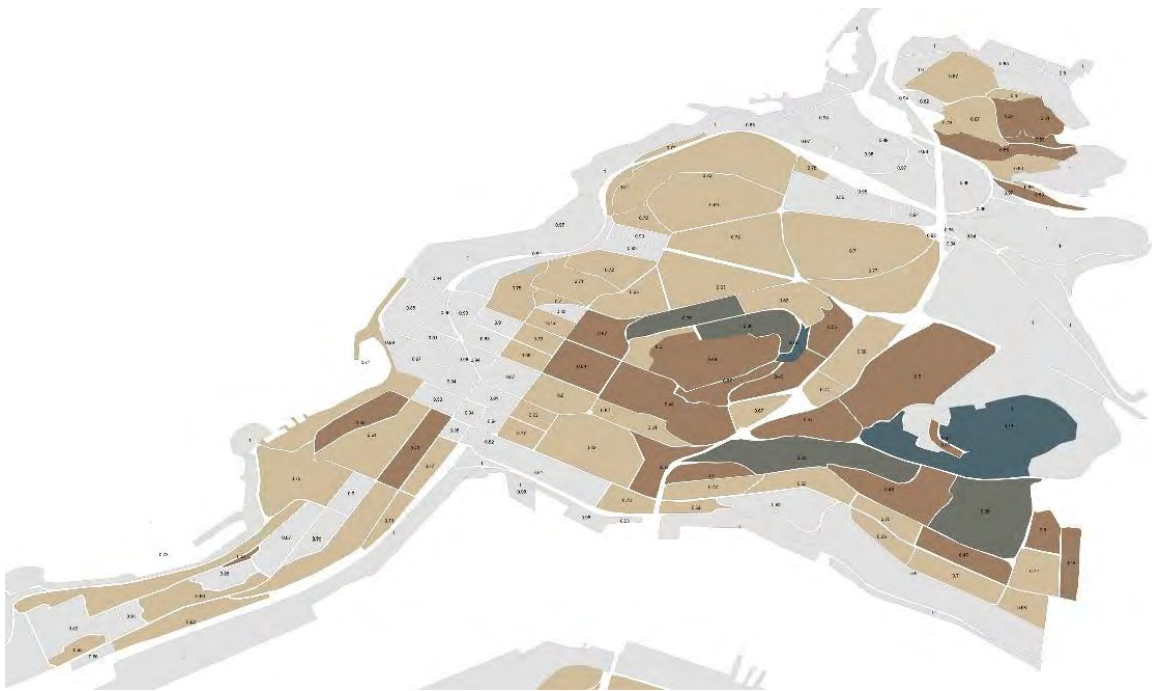


Рисунок 67. Итоговые коэффициенты перераспределения плотности застройки, учитывающие сложный рельеф



Рисунок 68. Коэффициенты перераспределения плотности застройки, учитывающие транспортный каркас — улицы городского и районного значения

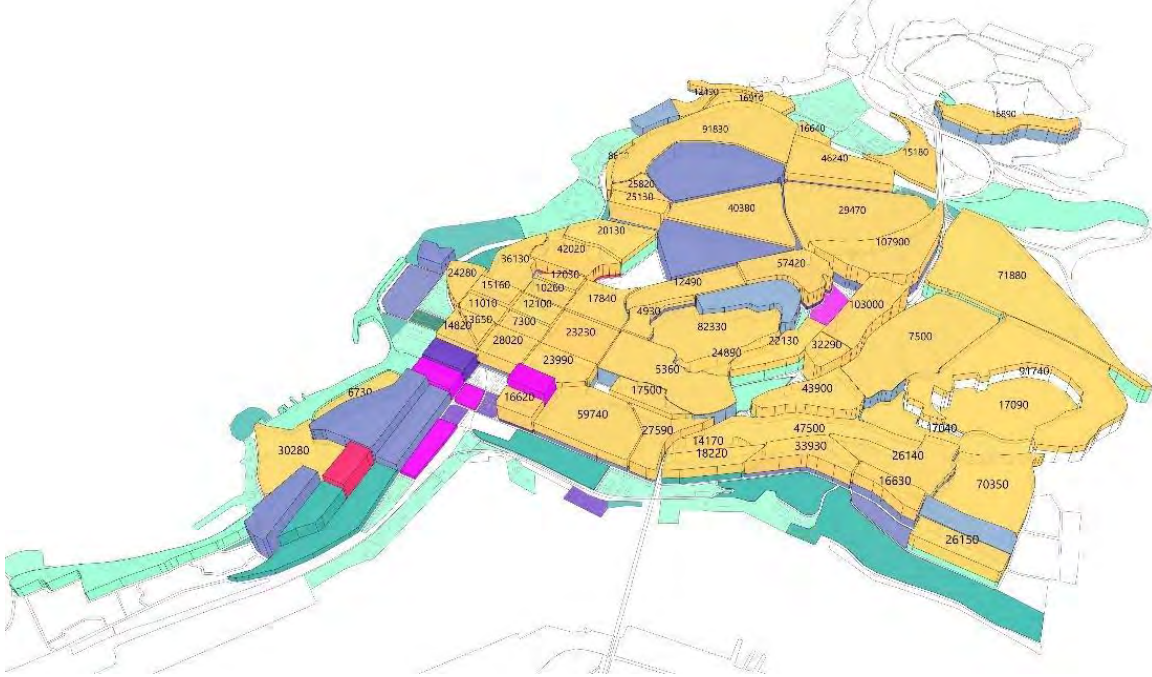


Рисунок 69. Потенциал развития жилой застройки без учета рельефа и положения относительно транспортного каркаса

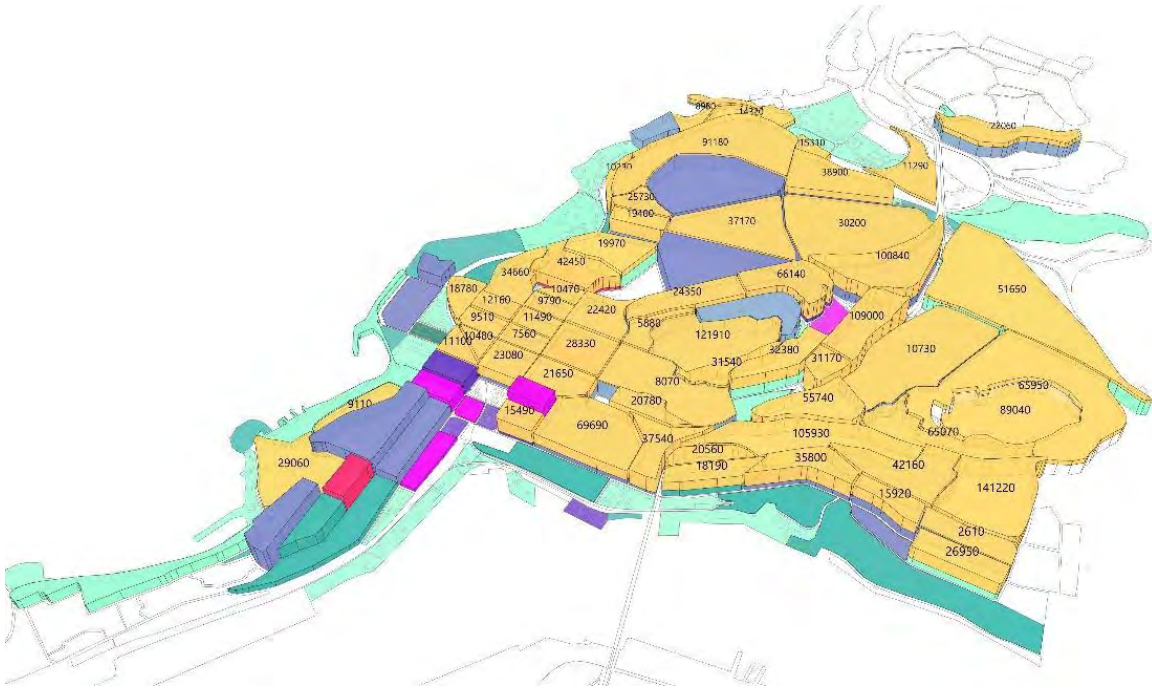


Рисунок 70. Потенциал развития жилой застройки с учетом рельефа

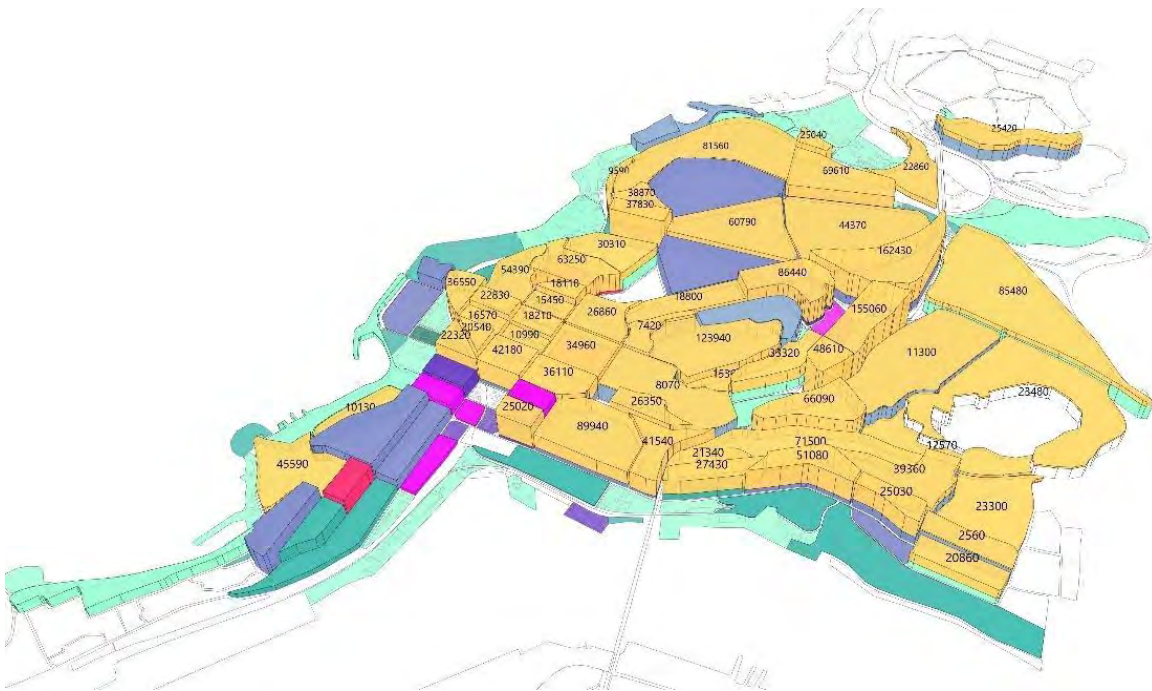


Рисунок 71. Потенциал развития жилой застройки с учетом рельефа и положения относительно транспортного каркаса

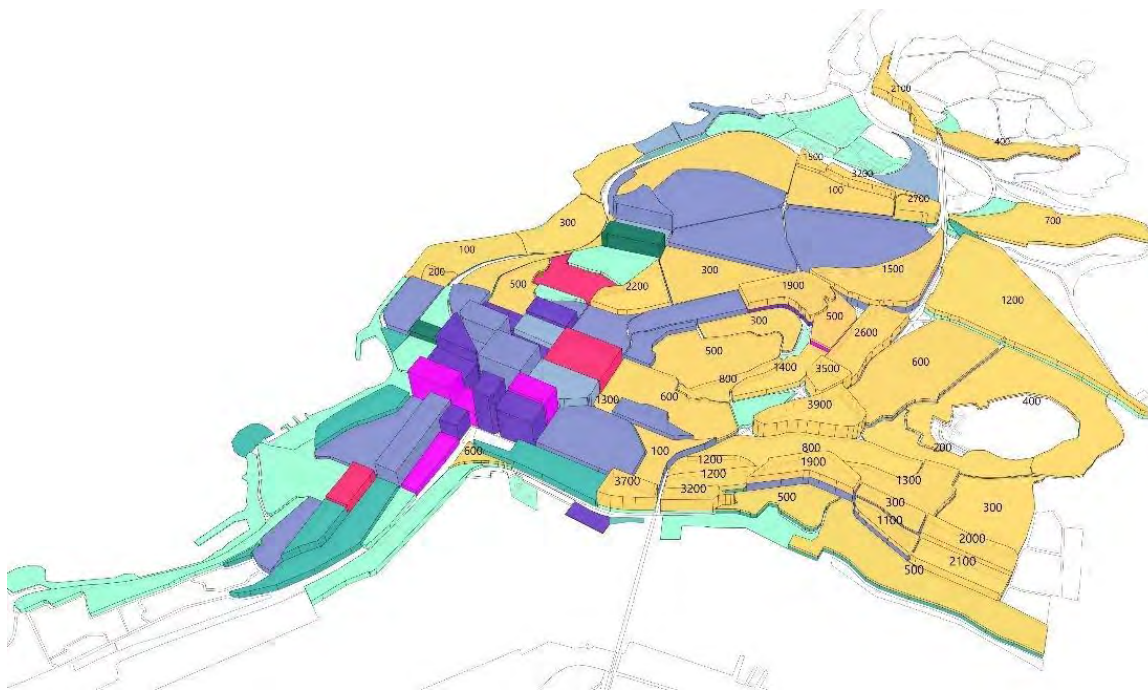


Рисунок 72. Потенциал развития общественно-деловой застройки с учетом рельефа и положения относительно транспортного каркаса

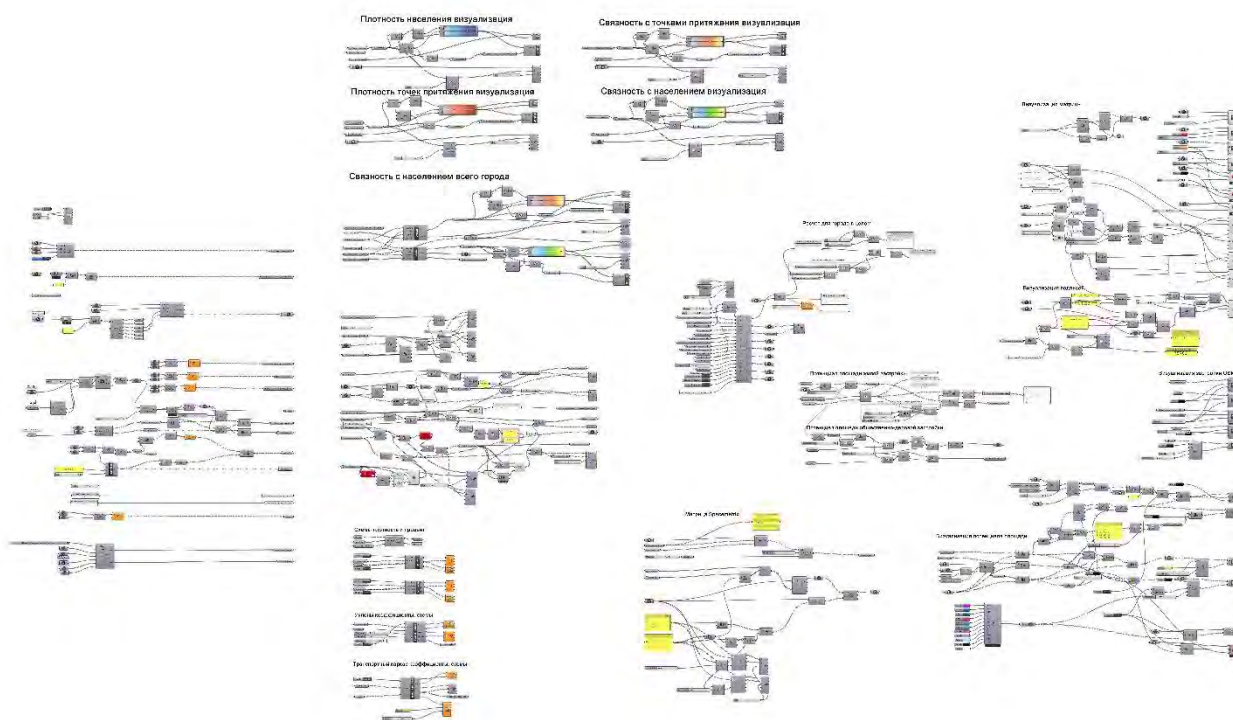


Рисунок 73. Общий вид алгоритма параметрической модели города для предпроектного анализа эффективности пространственной организации и потенциала развития общественно-деловой и жилой застройки города

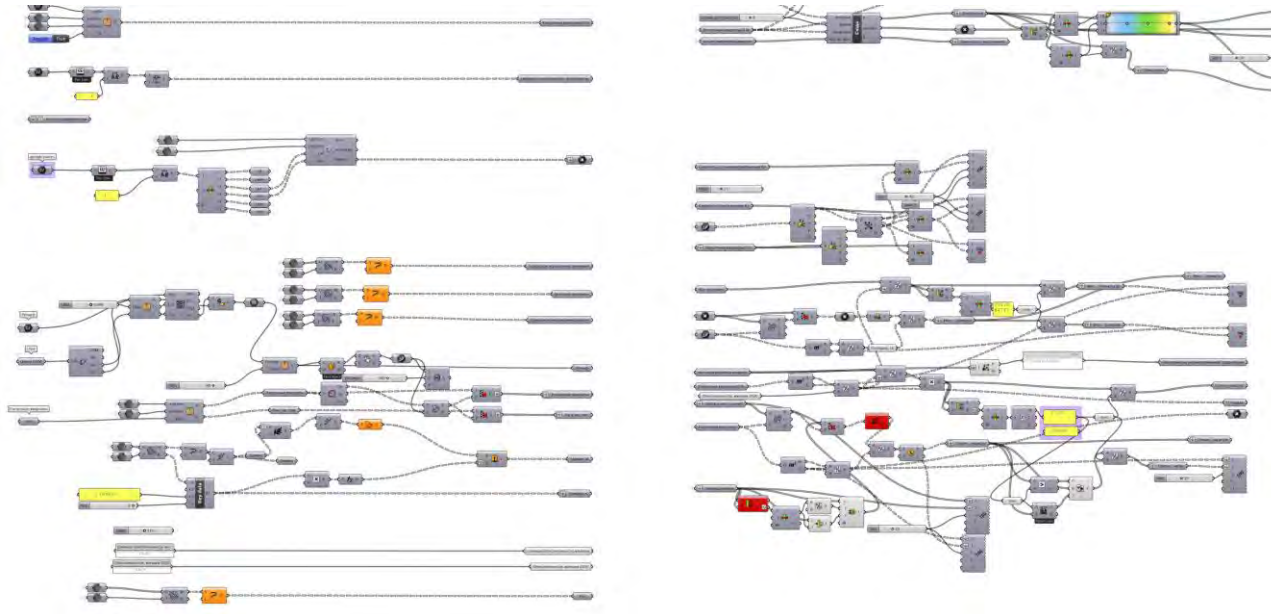


Рисунок 74. Фрагмент алгоритма параметрической модели города для предпроектного анализа эффективности пространственной организации и потенциала развития общественно-деловой и жилой застройки города



Рисунок 75. Исходные данные для генерации застройки: границы участка, схема (I) улично-дорожной сети метки уникальных кварталов



Рисунок 76. Результат работы алгоритма параметрического концептуального проектирования по схеме (I). Вид сверху



Рисунок 77. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: однородная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 210 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 3,4, количество домохозяйств — 4650, средняя этажность 11,2 эт., 800 парковочных мест



Рисунок 78. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: **переменная** этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 210 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 3,4, количество домохозяйств — 4650, средняя этажность 11,2 эт., 800 парковочных мест



Рисунок 79. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, **несплошной** фронт застройки кварталов, жилая площадь — 210 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 3,4, количество домохозяйств — 4650, средняя этажность 11,2 эт., 800 парковочных мест



Рисунок 80. Генерация застройки по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — **123** тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — **2.0**, количество домохозяйств — 2726, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест

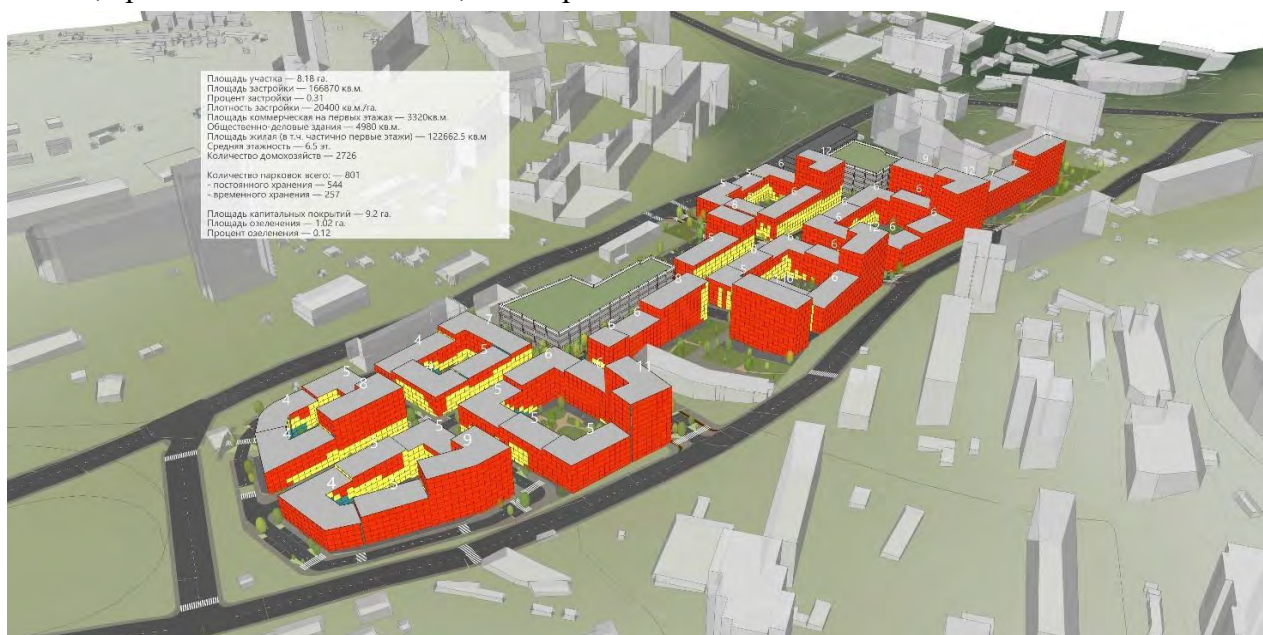


Рисунок 81. **Инсоляция застройки (88.3%)** по сетке (I) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 123 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 2.0, количество домохозяйств — 2726, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест

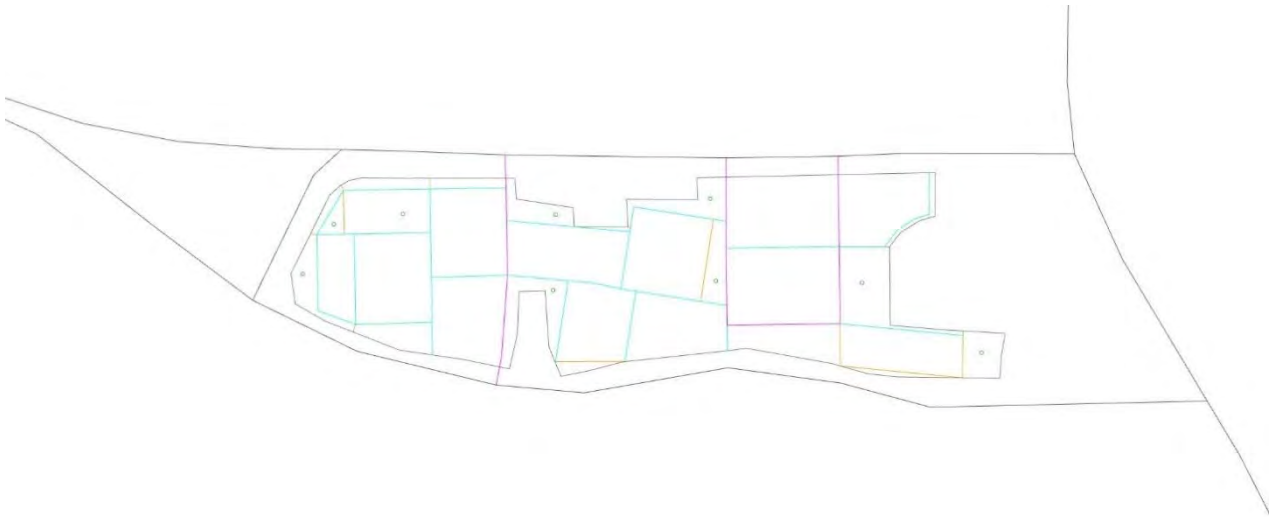


Рисунок 82. Исходные данные для генерации застройки: границы участка, схема (II) улично-дорожной сети метки уникальных кварталов



Рисунок 83. Результат работы алгоритма параметрического концептуального проектирования по схеме (II). Вид сверху



Рисунок 84. Генерация застройки по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 123 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 2,0, количество домохозяйств — 2720, средняя этажность 6.5 эт., 800 парковочных мест



Рисунок 85. Генерация застройки по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 210 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 3,4, количество домохозяйств — 4590, средняя этажность 11.0 эт., 800 парковочных мест

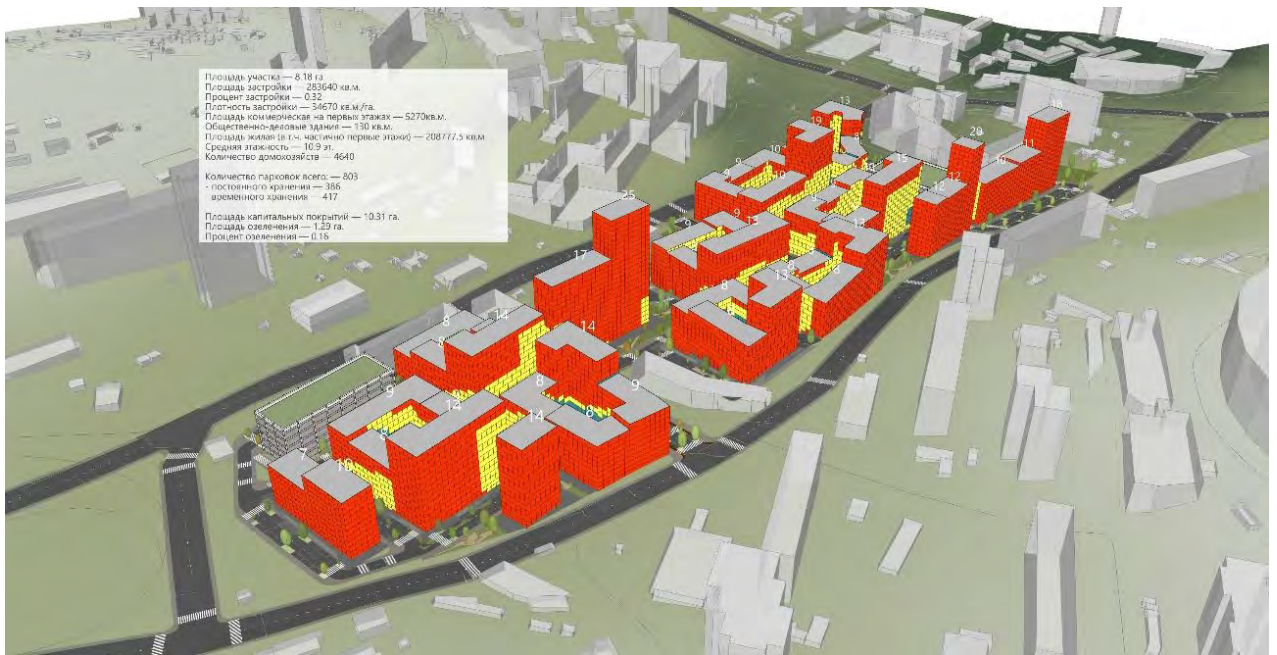


Рисунок 86. Инсоляция застройки (88.0%) по сетке (II) с параметрами: переменная этажность, сплошной фронт застройки кварталов, жилая площадь — 210 тыс.кв.м, общественно-деловая — 8 300 кв.м., коэффициент застройки — 3.4, количество домохозяйств — 4590, средняя этажность 11.0 эт., 800 парковочных мест

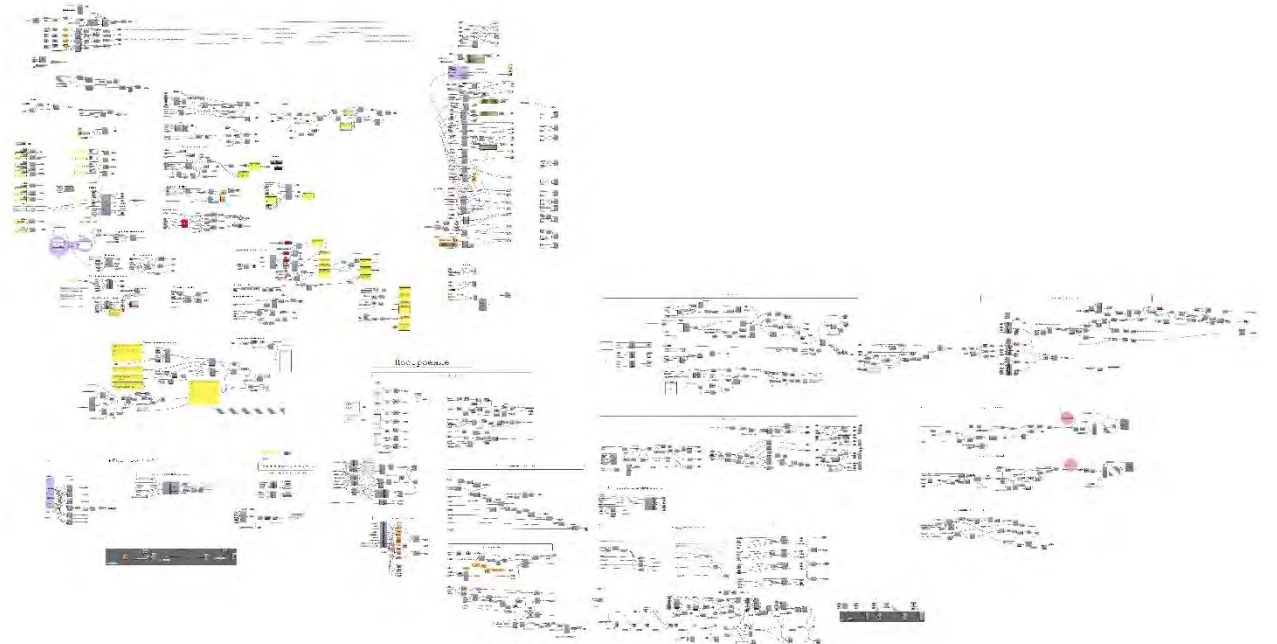


Рисунок 87. Общий вид алгоритма параметрического концептуального проектирования застройки



Рисунок 88. Фрагмент алгоритма параметрического концептуального проектирования застройки



Рисунок 89.
процесс

Акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебный

Утверждаю
 Генеральный директор
 ООО «Конкрит Джангл Архитектура»
 Машков Феликс Эдуардович
 «18» МАРТА 2023 г.

АКТ

**о внедрении результатов диссертационной работы
 Потапенко Анастасии Аркадьевны на тему
 «Параметрическое моделирование в предпроектном анализе и
 концептуальном архитектурно-градостроительном проектировании
 (на примере г. Владивостока)»**

Настоящим подтверждаю, что результаты диссертационной работы Потапенко Анастасии Аркадьевны на тему «Параметрическое моделирование в предпроектном анализе и концептуальном архитектурно-градостроительном проектировании (на примере г. Владивостока)» имеют практическую значимость и были использованы при разработке ряда крупных проектов компании:

- Проект развития общественного пространства «Парк Минного городка», г. Владивосток;
- Проект и реализация Нагорного парка, г. Владивосток;
- Концепция развития легкого метро города Владивостока;
- Концепция развития туристических маршрутов, г. Владивосток;
- Концепция стратегии пространственного развития города Владивостока;
- а также в других проектах общественных пространств, выполненных ООО «Конкрит Джангл Архитектура».

Инструменты параметрического моделирования, на которых основывается диссертационная работа, и алгоритмы, разработанные для целей диссертационного исследования, нашли неоднократное применение для решения аналитических, проектных и производственных задач различного масштаба, выполняемых компанией ООО «Конкрит Джангл Архитектура» и ее партнерами в период 2017 – 2023 г. Использование указанных инструментов и алгоритмов обеспечивает оптимизацию и автоматизацию отдельных проектно-производственных задач, построение и визуализацию аналитических моделей в пространстве города, а также расширяет возможности архитектурного формообразования и вариативного проектирования.

Генеральный директор
 ООО «Конкрит Джангл Архитектура»
 Машков Ф. Э.



Рисунок 90.
 процесс

Акт о внедрении результатов диссертационной работы в проектный