

*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

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание  
ученой степени кандидат архитектуры

г. Владивосток — 2024

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» в  
Департаменте архитектуры и дизайна Политехнического института (Школы)

**Научный руководитель:**

кандидат архитектуры, профессор  
**Ерышева Елена Андреевна**

**Официальные оппоненты:**

**Донцов Дмитрий Георгиевич**  
доктор архитектуры, профессор,  
ГБУ Волгоградской области «Волгоградское областное архитектурно-планировочное  
бюро», главный градостроитель – начальник мастерской градостроительного  
проектирования (г.Волгоград)

**Трухачев Сергей Юрьевич**  
кандидат архитектуры,  
директор ООО «НПО «Южный градостроительный центр»  
(г. Ростов-на-Дону)

**Ведущая организация:**

**ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск)**

Защита состоится «20» июня 2024 года в 15.00 часов на заседании  
Диссертационного совета 24.2.329.01 при ФГБОУ ВО «Московский архитектурный  
институт (государственная академия)» по адресу: 107031, г. Москва, ул. Рождественка,  
д. 11/4, корпус 1, строение 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Московский  
архитектурный институт (государственная академия)» и на сайте [www.marchi.ru](http://www.marchi.ru)

Автореферат разослан «17» мая 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Клименко С. В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**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. 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 общественной жизни. 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 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. Современный этап развития науки, характеризующийся 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, открывая возможности автоматизации, управления сложностью и оптимизации.

**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. Родману, 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. Алексева, 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 описаны 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, Djgerber, 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:** впервые разработаны 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 и концепциях застройки территорий. 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 – 2024 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 изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 статья - в издании, входящем в международную базу данных 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 стр.) представлен введением, тремя главами, заключением, включает библиографический список из 204 наименований. Том II (81 стр.) содержит иллюстративные материалы (90 рисунков).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** раскрыта актуальность выбранной темы, степень ее изученности и освещенности в прессе, сформулированы рабочая гипотеза, задачи и цели, определены предмет и объект исследования. Обозначены научная новизна и практическая значимость данного исследования, приведены итоги апробации результатов. Описаны методы диссертационного исследования, а также представлены положения, выносимые на защиту.

**Глава. 1 Особенности планирования пространственного развития современного города (на примере г. Владивостока)** посвящена современным методам и инструментам планирования и регулирования развития архитектурно-градостроительных систем, проблемам и противоречиям сложившейся пространственной структуры города, а также истории и особенностям формирования архитектурно-градостроительной системы города (на примере города Владивостока) во взаимосвязи решений генеральных планов и схем планировок, динамики роста населения, освоения территорий и историко-политических событий.

Методы и инструменты современного нормативного планирования, регулирования и управления пространственной системой города включают в себя взаимно-подчиненную последовательность проектной и регулирующей документации, обеспечивающей в конечном итоге концептуальное и архитектурно-строительное проектирование конкретной территории: стратегия социально-экономического развития, генеральный план города, правила землепользования и застройки, проекты планировки и межевания территории, градостроительный план земельного участка. Но устойчиво формирующаяся практика разработки для отдельных территорий и населенных пунктов таких типов документов как стратегии пространственного развития, мастер-планы территорий и объемно-пространственные регламенты демонстрирует неспособность обеспечения видения развития территорий и механизмов реализации в рамках формальных инструментов системы градостроительного планирования.

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. Современные информационные технологии проведения предпроектного анализа территорий и концептуального проектирования на основе методов алгоритмического проектирования позволяют выстраивать параметрические модели, отвечающие динамичности функционирования городского пространства, позволяющие разделять мобильность и активность пользователей территорий города не только в пространстве, но и во времени, что значительно повышает качество разработки проектных решений, а также эффективность управления пространственным развитием города и совершенствования его архитектурно-градостроительной структуры.

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. Построение информационной параметрической модели города следует осуществлять

при внимании к этапам развития города как пространственной саморазвивающейся естественно-искусственной системы, учитывая условия уникального исторического контекста.

История планирования г. Владивостока рассматривается во взаимосвязи с изменением количественных и качественных характеристик градостроительной системы города, основными событиями и социально-политическими процессами. На примере города Владивостока исследуется эволюционный процесс формирования градостроительной системы города, его пространственное развитие в соотнесении с ходом исторических событий, предпосылки, определяющие форму города.

Анализ истории формирования пространственной системы города как саморазвивающейся системы с уточнением основных этапов территориального развития дает возможность заключить, что 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. Всего выделено восемь этапов развития, современный этап охватывает временной промежуток с 2008 года по наши дни.

Формирование пространственной структуры города на протяжении всей его истории сопровождалось разработкой схем планировок и генеральных планов. До 2008 года было разработано около десяти схем планировок и генеральных планов Владивостока, наибольшее влияние из которых на развитие города оказали три: схема проекта планировки Владивостока М.И. Любенского (1868 г.), генеральный план Н.К. Старожилова (1906 г.) и генеральный план «Большой Владивосток» ЛЕНГИПРОГОР (1960 г.). Общая характеристика подхода к градостроительному планированию посредством генеральных планов касается преимущественно задач освоения новых территорий (1860–1959 гг.) или нового масштабного строительства («Большой Владивосток» 1960–1989 гг.). 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 повышении 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 слабо регулируемой деятельности застройщиков.

Подробный сравнительный анализ основных градостроительных документов современного этапа истории планирования пространственного развития города (на примере г. Владивостока) показал, что 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 в полной мере задачам планирования развития сложных динамических городских систем, накопивших в себе проблемы и противоречия предшествующих этапов развития. 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 первой главе** касаются основных проблем системы планирования и управления пространственным развитием в контексте представлений об эволюционном становлении города как сложной саморазвивающейся системы, а также перспектив параметрического информационного моделирования архитектурно-градостроительных систем.

1. Показано, что в настоящее время исследователи и специалисты-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.

2. 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.

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

4. Показано, что эволюционное развитие пространственной системы города Владивостока сопровождалось и направлялось посредством схем планировок и генеральных планов, определяющих преимущественно планировочную структуру при освоении новых земель.

5. 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 длительного ослабления стратегического планирования и градостроительного регулирования. Проведен подробный анализ основных градостроительных документов современного этапа развития Владивостока. Обоснована необходимость применения параметрических методов моделирования в предпроектном анализе и концептуальном архитектурно-градостроительном проектировании.

**Глава 2. Формирование системного представления о параметрическом моделировании в предпроектном анализе и концептуальном архитектурно-градостроительном проектировании** посвящена идее и методике построения параметрической модели города, описанию принципов классификации параметров на основе трехчастного представления о пространстве города. Параметрическое моделирование — это проектирование с использованием количественных параметров модели, взаимосвязей и соотношений между данными параметрами. Параметрическое моделирование реализуется посредством зависимостей, заданных алгоритмами.

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. 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.

История подходов к моделированию городских систем показывает, что каждая из этих концепций закономерно отвечает тому типу научной рациональности (классической, неклассической и постнеклассической), который определяет научную картину мира в данный период времени. С конца XX столетия формируется постнеклассическая рациональность, в стадии становления находятся модели архитектурно-градостроительных систем, стратегия развития которых определяется освоением явления сложных саморазвивающихся систем в

терминах динамики неравновесных систем и синергетики. 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), с присущей ей динамической иерархией уровней организации элементов и характеризующуюся открытостью и обменом веществом, энергией и информацией с внешней средой, необходимым для обеспечения целостности и развития системы. 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 материальной среды, воздействуя на нее и образуя новую систему, новую среду, новое пространство. Человек-субъект является одновременно и особенным компонентом системы, и субъектом деятельности, соучастником эволюционного процесса. Целеполаганием по отношению к моделированию пространственной системы города становится эффективное проектирование выбора, свободы и возможностей развития человека, сообщества, города.

К моделям города, становление которых происходит в контексте 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.

Методом формирования пространственной системы города становится параметрическая информационная модель, представляющая собой средство сбора, обработки, визуализации и аналитической интерпретации данных, данных, моделирования и прогнозирования альтернативных сценариев, выбора целевой модели, разработки концепции архитектурно-градостроительного развития города, проектирования и регулирования архитектурно-градостроительного развития города. Построение параметрических моделей производится посредством алгоритмов. Процесс проектной деятельности через призму алгоритмического подхода включает в себя этапы системного анализа, построения аналитических моделей (предпроектный анализ), формирование видения на основе установленного целеполагания, построение проектных целевых моделей управление реализацией или регулирование. На основе аналитических моделей в соответствии с определенным целеполаганием по отношению к результату и осмыслением действительности

происходит формирование видения, для реализации которого строится проектная целевая модель. На этапе построения проектной целевой модели алгоритмическое проектирование позволяет автоматизировать и оптимизировать концептуальное архитектурно-градостроительное проектирование на основе выявленных на аналитических моделях закономерностей и параметрах, определяющих пространственные характеристики объектов в тех рамках, за пределами которых решения по отношению к развитию данных территорий будет неэффективными.

Материя, энергия и информация - фундаментальные категории, которые обеспечивают функционирование сложных саморегулирующихся и саморазвивающихся систем. Пространство города предлагается рассматривать как единство и взаимодействие пространств материального, пространства процессов (энергетического) и информационного пространства в движении во времени в целях выявления групп параметров, необходимых для построения параметрической модели города.

Анализ современных исследований, посвященных архитектурно-градостроительным системам, в том числе работы, касающиеся архитектурно-градостроительных систем Владивостока, показывает релевантность выделения категорий исследования материального пространства города, пространства процессов и информационного пространства. Каждое из выделенных подмножеств городского пространства составляет основу классификации параметров, необходимую для обеспечения полноты построения информационной параметрической модели города.

В современную практику информационного моделирования городских систем устойчиво вошли такие типы информационных моделей как BIM (Building Information Model) — информационная модель зданий и GIS (Геоинформационные Системы). Теоретические информационные системы, призванные объединять концепции 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 направлено в первую очередь на решение технических задач объединения пространственной геометрии и баз данных, проблемы конвертации форматов и технологические аспекты реализации практического продукта. Но 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, общих закономерностях функционирования городских систем.

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.

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 концепции технологической платформы, способной объединить базы данных и базу знаний о городе, фундаментальные знания, технологические достижения и системы помощи принятия решений.

**Выводы по второй главе** определяют общие методологические контуры параметрического моделирования в предпроектном анализе и концептуальном архитектурно-градостроительном проектировании.

1. Выявлены существующие подходы к моделированию, проектированию и управлению развитием пространственной системы города как сложной саморазвивающейся системы, включение которых с помощью методов параметрического моделирования целесообразно в 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.

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

5. 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).

6. 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), выявляемых в социальном (информационном) пространстве интересов, сценариев и запросов населения 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)** посвящена экспериментальной апробации 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.

Исследование параметров плотности и процента застройки, объединенных методиками матриц пространственной плотности Spacematrix в одну модель позволило выявить морфотипы территорий застройки и определить распределение и соотношение их в пространстве города. Одна и та же плотность застройки может быть достигнута различными формами объемно-пространственных решений. И различные формы застройки оказывают различное влияние на интенсивность использования свободной территории и эффективность функционирования города в целом как территориально-коммуникационной системы. На основе выявленных типов территории при уточнении направлений естественного развития города по методикам неравномерно-районированной и территориально-коммуникационной моделей в дальнейшем возможно определение сценариев развития территории, характеристик целевой плотности застройки, функционального разнообразия и формы объемно-пространственных решений.

Исследование показало, что город Владивосток имеет значительные резервы развития уже застроенных территорий, но реализация этого процесса требует разработки эффективных инструментов анализа благоприятной (целевой) плотности территорий.

Определение территориальной эффективности и направлений архитектурно-градостроительного развития города производится на основе территориально-коммуникационной модели А. О. Баевского. Город рассматривается как естественно-искусственная система, характеризующаяся неравномерностью протекающих в ней процессов, среди которых основными являются неравномерность использования территории

и неравномерность движения. В исследовании выявляется пространственная структура города и анализируется территориальная эффективность по методикам матриц пространственных диспропорций. В основе аналитического аппарата лежит представление о городе целостной территориально-коммуникационной системе, обладающей определенными закономерностями самоорганизации. В рамках предлагаемой модели мерой эффективности территориальной организации той или иной части города является выбор — пространственно-временная доступность видов деятельности, социальных контактов, форм организации городской среды, благ и услуг.

Анализ эффективности пространственной структуры Владивостока по методике матриц диспропорций был проведен для оценки эффективности размещения общественной застройки и для оценки размещения жилой застройки.

Пространственная структура города была выявлена посредством построения неравномерно-районированной модели города на основе методики А.А. Высоковского. Согласно этой модели, под влиянием фундаментальных 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». Концентрация публичных объектов образует многофункциональный центр узлового района, на периферийной территории располагаются монофункциональные участки жилья, производства или рекреации. Каждая такая связка элементов образует устойчивую, относительно автономную неравномерную структуру, обеспечивающую базовую жизнедеятельность проживающего населения. 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.

Для города Владивостока выявлено пять уровней градостроительной организации от первого (локальные, районные), до пятого (центр города) на основании показателя разнообразия типов объектов, представленных в узле. 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. 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. 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. Были выявлены наиболее интенсивно используемые территории, составляющие основу экономической жизни города.

Предложенная методика выявления территорий с функцией центральности, их границ и основных показателей является материалом для дальнейшего прогнозирования развития узловых районов города Владивостока и формирования узлов в неструктурированных районах. Перераспределение центральности — главная направляющая сила эволюции города. В узлах пространственной структуры города сосредотачивается интенсивная городская жизнь и экономическая деятельность. Их развитие подчинено преемственности и направленной логике, данные территории нуждаются в создании условий для их естественного развития и процветания.

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 подтверждает необходимость внедрения параметрического моделирования в практику территориального планирования.

На основании построенных моделей по методикам пространственных матриц плотности *Spacematrix*, неравномерно-районированной модели города, матриц пространственных диспропорций территориально-коммуникационной модели города была разработана общая параметрическая модель предпроектного анализа и концептуального моделирования.

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). 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. Это количественное выражение резервов повышения плотности города и его градостроительного потенциала. Для выявленной расчетной целевой плотности на примере территории Голубиной пади осуществляется построение концептуальных масс застройки и определение основных технико-экономических показателей.

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.

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, предложенными в диссертационном исследовании.

**Выводы по третьей главе** характеризуют результат разработки алгоритмов предпроектного анализа и концептуального проектирования архитектурно-градостроительных систем, составляющих основу параметрической модели города.

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.

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.

5. Выявлены типы городской среды по форме застройки в соотношении с интенсивностью и разнообразием функциональных и социальных процессов, протекающих в пространстве

7. Разработаны алгоритмы параметрической модели города, которые позволяют на этапе предпроектного исследования с математической точностью на основании заданного сценария развития города, определить резервы и потенциал повышения плотности застройки, соотношение жилой и общественно-деловой застройки.

8. 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.

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.

## **ВЫВОДЫ 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 (рисунок 1).

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 (рисунок 2).

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) (рисунок 2).

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 Spacematrix, 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 (рисунок 3).

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 (рисунок 4, рисунок 5). 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 (рисунок 6).

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 архитектурно-градостроительных концепций, а также стратегий пространственного развития города, генеральных планов, правил землепользования и застройки города и градостроительных регламентов. 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.

## **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](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/](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](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/potaprnko\\_krasnov\\_moor/index.php](http://www.marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/potaprnko_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.

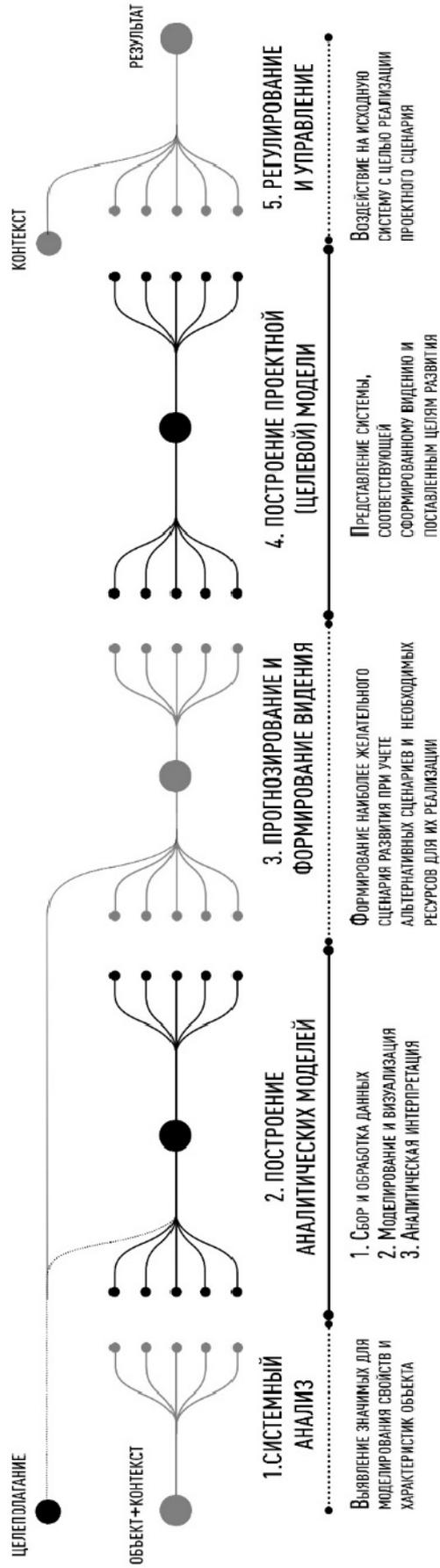


Рисунок 1. Схема процесса информационного моделирования в архитектурно-градостроительной деятельности

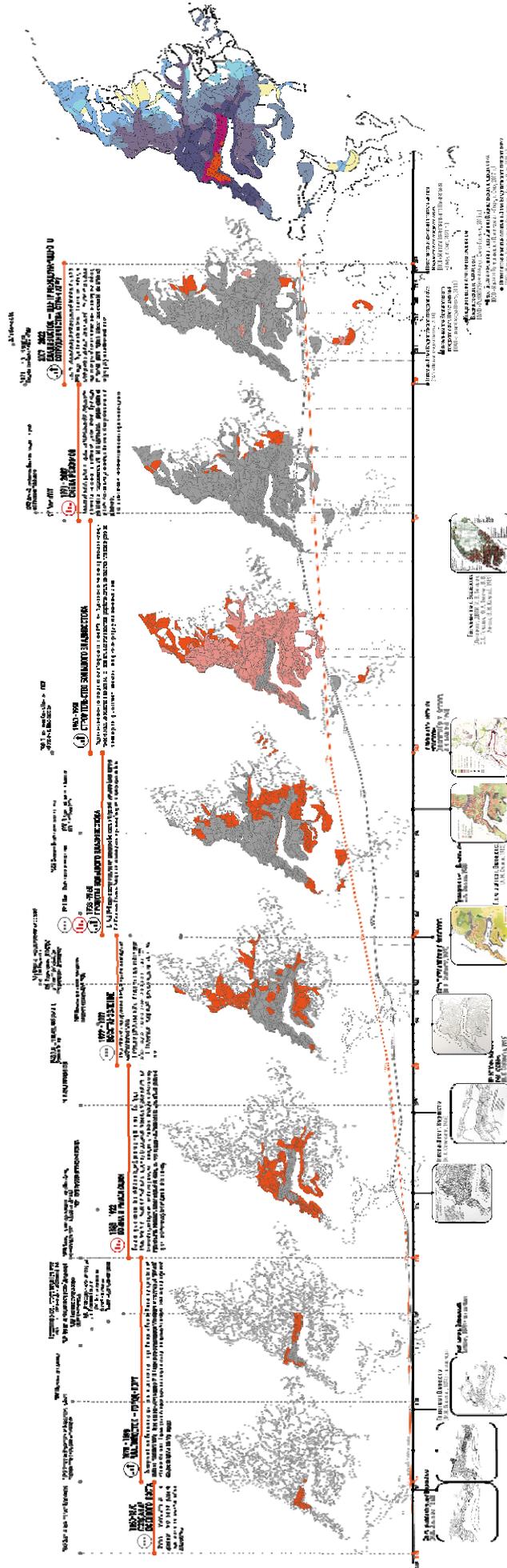


Рисунок 2. Эволюционное развитие пространственной структуры города Владивостока во взаимосвязи с разработкой планировочных схем и генеральных планов, изменением количественных характеристик градостроительной системы города, основными событиями и социально-политическими процессами

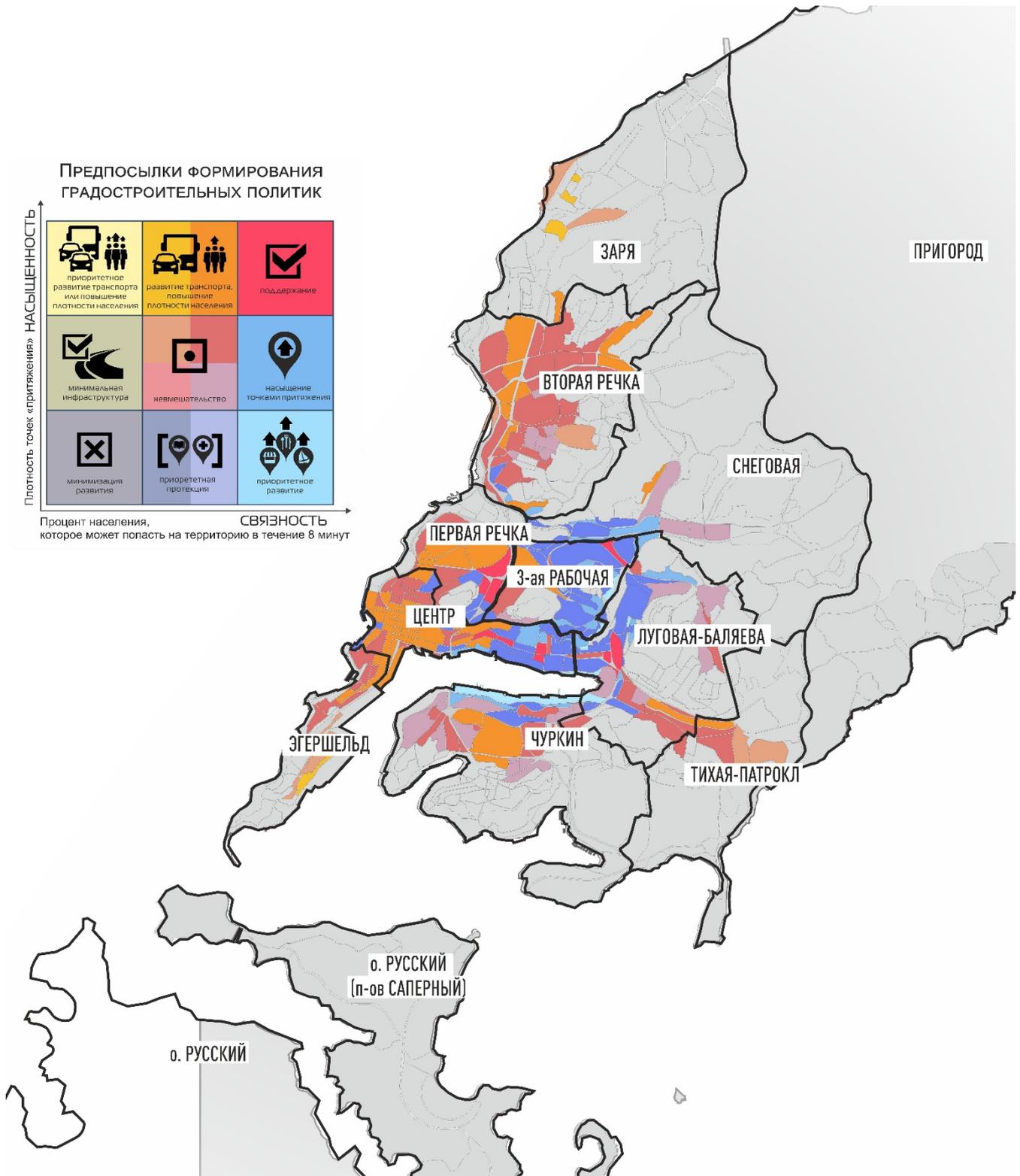


Рисунок 3. Прогнозирование развития каркаса города и рекомендованные направления градостроительной политики для развития каркаса города как системы локальных центров районов

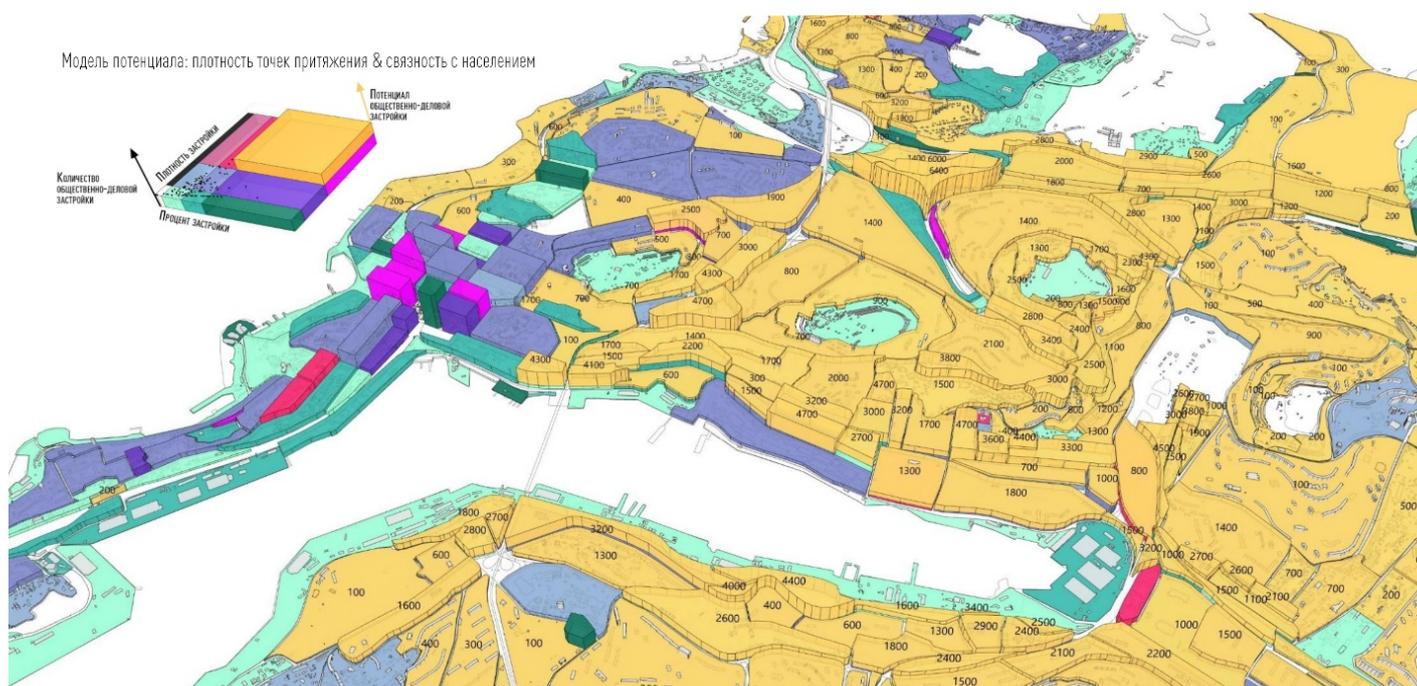


Рисунок 3. Распределение потенциала жилой застройки в пространстве города с учетом: функционального назначения, сложного рельефа, транспортного каркаса

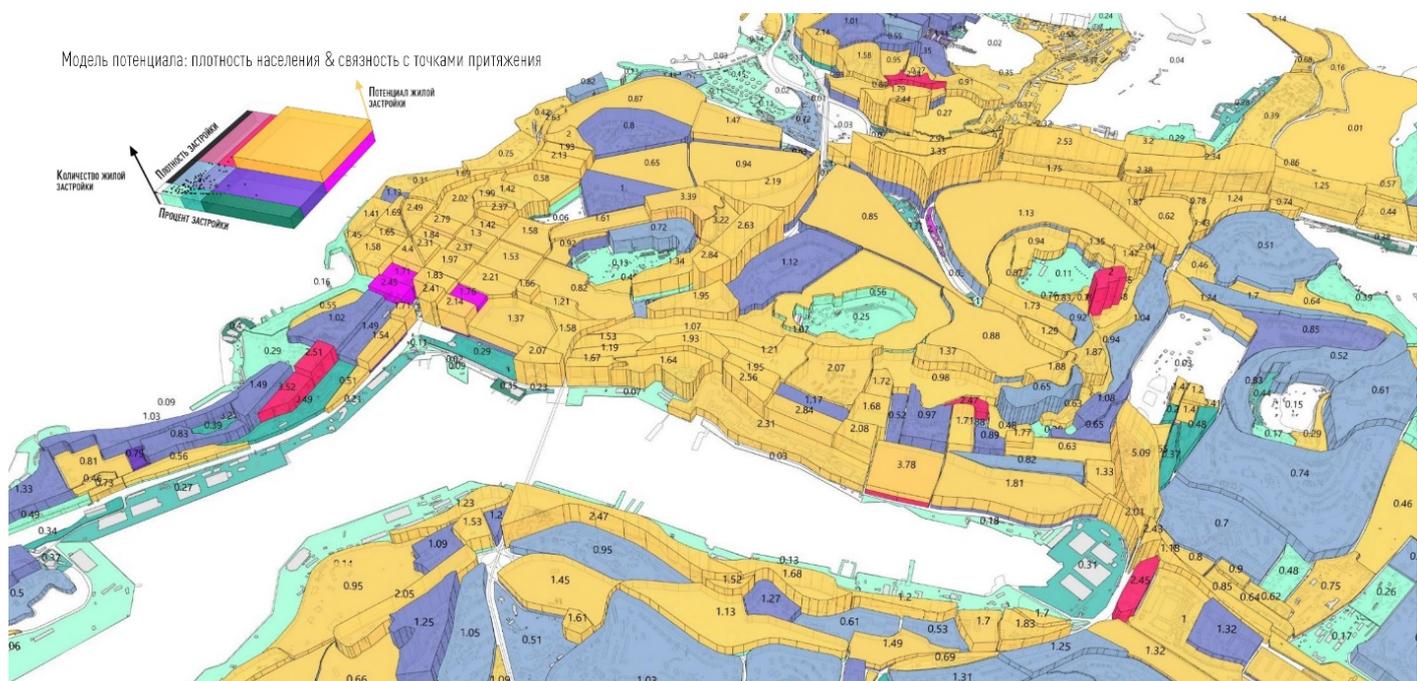
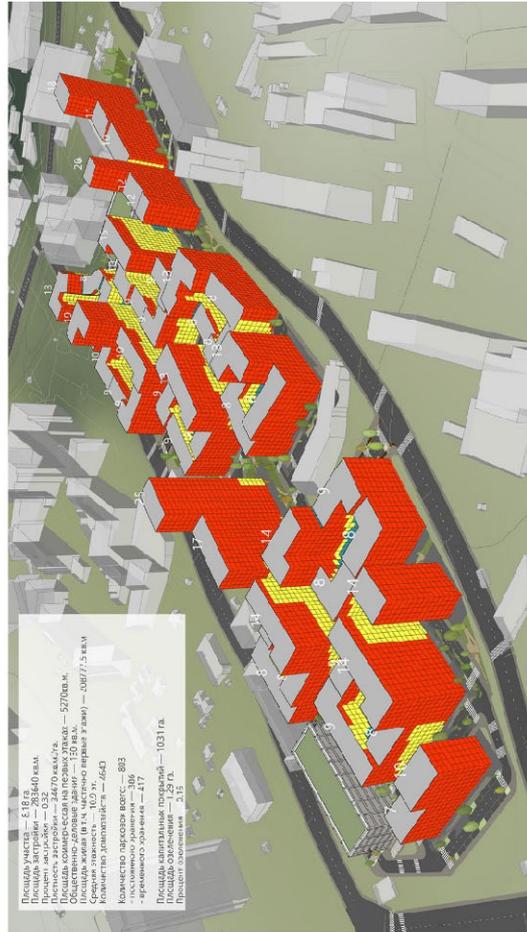


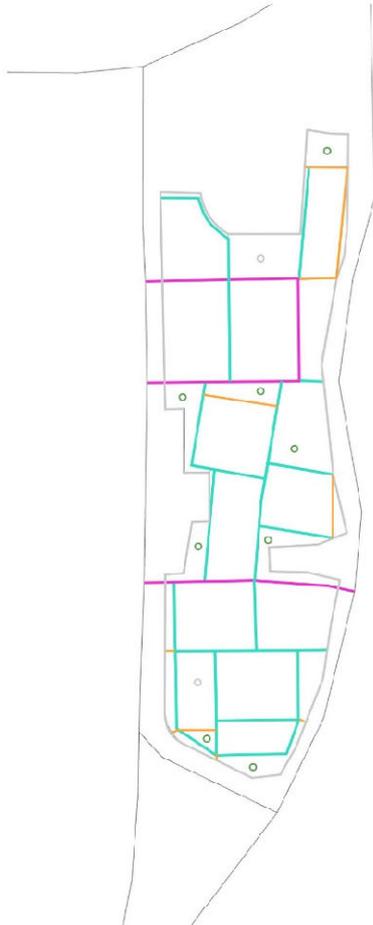
Рисунок 4. Распределение потенциала общественно-деловой застройки в пространстве города с учетом: функционального назначения, сложного рельефа, транспортного каркаса



б



г



- граница участка
- проектирования
- внешняя УДС
- УДС - тип 1 (главные)
- УДС - тип 2 (второстепенные)
- УДС - тип 3 (пешеходные)
- метка озеленения
- метка паркинга

а



в

Рисунок 5. а) исходные данные для генерации застройкой: границы участка, схема улично-дорожной сети, метки уникальных кварталов; б) генерация застройкой (V1): жилая площадь — 123 тыс. кв. м, общественно-деловая — 8 300 кв. м., коэффициент застройки — 2,0, количество домохозяйств — 2720, средняя этажность 6,5 эт.; в) генерация застройкой (V2): жилая площадь — 210 тыс. кв. м, общественно-деловая — 8 300 кв. м, коэффициент застройки — 3,4, количество домохозяйств — 4590, средняя этажность 11,0 эт.; г)