



00348674 1

На правах рукописи

Витюк Екатерина Юрьевна

**СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К РЕШЕНИЮ АРХИТЕКТУРНЫХ ЗАДАЧ**

18.00.01 – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция
историко-архитектурного наследия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата архитектуры

- 3 ДЕК 2009

Нижний Новгород – 2009

Научный руководитель

доктор архитектуры, профессор

Холодова Людмила Петровна

Официальные оппоненты:

доктор философских наук, профессор

Норенков Сергей Владимирович,

кандидат архитектуры, профессор

Иовлев Валерий Иванович

Ведущая организация

ГОУ ВПО «Новосибирская государственная
архитектурно-художественная академия»

Защита состоится 15 декабря 2009 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.162.07 при ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, корпус 5, аудитория 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Автореферат разослан 13 ноября 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат архитектуры, доцент



Н.А. Гоголева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Устойчивая тенденция к территориальному росту и ускоряющиеся темпы урбанизации превращают крупные города в плотно застроенные образования, сложные для восприятия и ориентации в них. В мегаполисах процесс развития и приобретения новых городских функций и внедрения новых архитектурных организмов достигает колоссальных размеров и протекает с огромной скоростью. В результате происходящих метаморфоз архитектурное пространство превращается в сложно регулируемый организм, заполнение которого основано на «случайных» включениях элементов в ткань. С точки зрения синергетики существуют внутренние законы развития объекта, иначе говоря, отбор работает лишь на поле предзаданных возможностей, отбору доступны только те формы, которые заложены в самой нелинейной среде.

Таким образом, в сложившейся ситуации возникает необходимость в разработке методов архитектурного проектирования, позволяющих рационально использовать территории под застройку с учетом всех влияющих на нее факторов, прогнозировать дальнейшее развитие урбанизированной структуры и внедрение в неё новых архитектурных форм. Вследствие этого необходимо применять синергетический подход к изучению диссипативной структуры «Город», позволяющий решать поставленную задачу на трансдисциплинарном уровне. Одним из инструментов синергетики является математика – наука, с древних времен сопутствующая архитектуре. Её средства и методы способствуют рациональной организации архитектурного пространства, упорядочиванию его элементов, систематизации накопленных эмпирических знаний в сфере архитектуры. Синергетический подход к изучению феномена архитектурных и урбанизированных структур подразумевает испрежешую математизацию данной отрасли знания с применением таких методов, как моделирование, формализация и аксиоматизация. Формализации способствуют современные компьютерные программы (например, AutoCAD, ArchiCAD, 3dsMAX и др.), позволяющие исследовать объект посредством компьютерного моделирования (визуализации творческой задачи архитектора с использованием геометрических построений, модуля, фрактальной геометрии, теории ритмокаскадов). Поэтому вопрос синергетического подхода и применения математических методов в архитектуре актуален и требует тщательного изучения.

Теоретической базой исследования послужили работы, раскрывающие основные аспекты оптимизации городской структуры с использованием математических методов и моделей, содержащие информацию об истории теории и практики архитектуры и градостроительства, а также разработки в области синергетики.

Уровень разработки темы. В настоящее время существует большое количество исследований, касающихся каждой из следующих областей:

- изучению объекта исследования – структуре исторического города – посвящен ряд научных работ, статей, монографий таких авторов, как Гутнов А.Э., Иконников А.В., Пискунов В.А., Холодова Л.П., Смоляр И.М., Норенков, Алексеев Ю.В. и др.;
- изучению механизмов математики посвящены работы Вейля Г., Пойа Д., Пидоу Д., Рыбакова А.Н., трактаты Декарта, Фибоначчи, Фреге и др.;
- вопросы использования математических моделей в архитектуре и градостроительстве раскрыты в работах таких теоретиков архитектуры, как Гутнова А.Э. (описание существующих математических моделей), Мерлена П. (количественные модели), Фридмана И. и Зейтуна Ж. (вопросы комбинаторики), Сосновского В.А. и др.;
- суть и методы синергетики, возможность ее использования при изучении окружающего мира изложены в работах Курдюмова С.П., Пригожина И.Р., Князевой Е.Н., Бабича В.Н., Титова С.С. и др.

В результате изучения литературных источников выяснилось, что спектр работ по вопросу использования математических методов в архитектуре достаточно обширен. Однако в раскрытии данной темы большинство из них опирается на узкоспециализированные знания частных научных теорий либо не позволяет увидеть глубокую суть направления исследований. Существующие математические модели включают в себя лишь те элементы и процессы, которые допускают числовое (количественное) выражение, хотя математика имеет в арсенале более эффективные методы описания и анализа объектов и явлений, а также позволяет абстрагироваться от конкретного предмета исследования, выделяя лишь его существенные свойства и характеристики. Это свойство математики в контексте архитектуры не раскрыто.

Целью данной работы является создание нового метода изучения архитектурных и урбанизированных структур на базе математического знания с точки зрения синергетики.

Задачи научной работы.

1. Исследовать исторический аспект взаимодействия математического знания с архитектурой.
2. Создать новый понятийный аппарат, на базе которого в дальнейшем будет произведена формализация архитектурной и градостроительной науки.
3. Выявить механизмы формирования архитектурного пространства и сформулировать законы его организации и развития с позиции синергетики.
4. Разработать метод архитектурного и градостроительного проектирования на основе синтетических методов научного познания.

Объект исследования: структура исторически сложившегося города.

Предмет исследования: синергетические принципы организации и развития архитектурных и урбанизированных структур с использованием математических методов.

Границы исследования можно определить границами дисциплин, применяемых в исследовании: синергетики, математики, градостроительства и архитектуры.

Методы исследования включают обобщение и анализ теории и практики моделирования для решения архитектурных и градостроительных задач. При решении поставленных задач используется историко-генетический анализ, графоаналитический метод и системный подход.

Научная новизна работы. В диссертации разработаны основы формирования пространственной структуры города с позиции синергетического подхода. Научную новизну составляют:

- методика анализа и изучения архитектурных и урбанизированных структур с позиции синергетики;
- методика проектирования структуры города с применением математических методов обработки информации;
- синергетический подход к анализу развития архитектурной среды;
- конструктивная модель структуры современного города.

Практическая ценность исследования заключается в разработке новых методов постановки и решения архитектурных и градостроительных задач: метод поэтапного решения проектной задачи, метод идеализации творческой задачи, метод геометрической формализации градостроительной и архитектурной композиции, метод алгебраической формализации творческой задачи. В исследовании раскрывается понятия «точки бифуркации» (ветвления) и «флуктуации» (отклонения от средних показателей) в контексте архитектуры, что позволяет моделировать процесс развития городской среды: возникновение критических моментов и новых гомеостазов. Данная работа расширяет границы применения математических методов обработки информации в области архитектуры и градостроительства, разясняя их принципы и подходы, которые дают возможность иначе взглянуть на проблемы мегаполисов, что позволяет структурировать процессы развития города и архитектурных объектов и использовать предложенную методику в практической деятельности архитектора.

Гипотеза: город является многослойной открытой структурой, интегрирующей разобщенные элементы и лакуны (пустоты) и обладающей внутренними скрытыми механизмами самоорганизации и саморазвития, носящими нелинейный характер.

На защиту выносятся:

- синергетический подход к изучению развития архитектурных и урбанизированных пространств;
- методы архитектурного проектирования, основанные на математических методах обработки информации;
- модель пространственной структуры города.

Апробация работы. С научными докладами, раскрывающими основные результаты работы, автор принимала участие:

- в межвузовской конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы архитектуры и дизайна», проходившей 5 - 7 апреля 2006 г. в УралГАХА;
- в выездной конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы архитектуры и дизайна», проходившей 14 -16 апреля 2006 г.;
- в межвузовской конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы архитектуры и дизайна», проходившей 2 - 4 апреля 2007 г. в УралГАХА;
- в международном смотре-конкурсе дипломных проектов и работ по архитектуре – премия и диплом МОО САО первой степени за дипломный проект, 2008 г.

По данной теме автором сделано 9 научных публикаций в различных изданиях.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 102 наименований, трех приложений, 53 иллюстраций, словаря, изложена на 218 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ

Во **введении** определяется актуальность выбранной темы, раскрывается уровень разработки проблемы, формулируются цель, задачи и методы исследования, устанавливаются его границы, обосновывается научная новизна и практическая ценность работы.

Первая глава «Междисциплинарный подход к изучению архитектурной и урбанизированной среды» состоит из трех параграфов: «Феномен мегаполиса с позиции синергетики»; «Анализ развития теорий идеальной структуры урбанизированного пространства»; «Модель коэволюции городской структуры как диссипативной системы (на примере города Екатеринбург)».

В этой главе раскрыты суть и методы синергетики, возможность их применения при изучении полиса. Система «Город» рассмотрена в двух вариантах ее существования: как идеальная (идеализированная) структура и как динамическая диссипативная структура. Разработана модель коэволюции города на примере Екатеринбурга.

Слово «синергетика» переводится с греческого языка как «энергия совместного действия». Основным объектом внимания этой науки о самоорганизации являются *самопроизвольно возникающие образования или диссипативные структуры* – структуры, существующие исключительно благодаря обмену информацией, веществом или энергией с внешней средой. На основе градостроительной практики можно говорить о том, что город имеет возможность расти и развиваться лишь тогда, когда он способен к обмену ресурсами (люди, деньги, товары и пр.) и информацией с внешней средой, действие которых, подобно катализатору, усиливает процессы, происходящие внутри городского организма. Следовательно, город есть не что иное, как диссипативная структура с возникающими в ней диффузиями.

С позиции синергетики город можно определить как сложный структурированный объект, обладающий границами, которые постоянно пронизываются разнонаправленными потоками субстанции разной природы (автомобили, информация, деньги, метеоявления и т.д.). Мегалополис остается структурированной субстанцией до тех пор, пока влияние этих потоков остается в определенных пределах и соотношениях. Их отсутствие приводит к увяданию города, повышенная активность – к резким изменениям структуры. Когда параметры порядка (порядок, возникающий при спонтанном нарушении симметрии при фазовом переходе) теряют свои функции, возникает новое устойчивое состояние системы, но с элементами предыдущего. Другими словами, полис переходит в состояние хаоса или из одного структурированного состояния в другое «случайным» образом и определяется возникновением и взаимодействием *флуктуаций* - отклонений неких локальных параметров системы от средних постоянных значений.

Урбанизированная структура находится в состоянии постоянной борьбы с вновь возникшими и уже существующими какое-то время флуктуациями. В случае, когда эти отклонения, взаимодействуя друг с другом и со структурой в целом, усиливаются, они способны подавить сопротивление архитектурной субстанции. Это приводит к обновлению структурных и количественных параметров системы. Если какая-либо флуктуация начинает доминировать над остальными, то она перерастает в новую структуру. Примером доминирующей флуктуации может служить строительство элитного жилья и снос ветхих строений. В определенный исторический момент одной из норм строительства считалось возведение «дешевого» жилья – так называемых «хрущевок». При изменении некоторых потоков (метаморфозы в политической, экономической, социальной сферах) произошла смена потребностей населения, повлекшая за собой качественные изменения в проектировании и строительстве жилого фонда. Данная флуктуация привела к возникновению новых жилых микрорайонов, т.е. переросла в новую структуру.

Таким образом, регулируя силы потоков, можно управлять возникновением и развитием необходимых флуктуаций, что приведет, в свою очередь, к качественным изменениям всей структуры.

Город, как диссипативную структуру, можно изучать с применением методов синергетики, в том числе и математического аппарата. Основной метод, применяемый в синергетике, – *теория динамических систем*. Динамическая система – математическая абстракция, предназначенная для описания и изучения систем, эволюционирующих с течением времени. Данная теория направлена на выполнение основной задачи синергетики – выявление законов построения и организации системы и возникновения упорядоченности. Конечно, основной акцент делается на выяснении принципов возникновения, развития и самоусложнения организаций. Одним из важных свойств динамической системы является *детерминированность*: зная состояние системы в начальной фазе, мы можем предсказать ее дальнейшее поведение. Следующей важной характеристикой является *фазовое пространство* – это множество состояний системы в

фиксированный момент времени. Каждое состояние задается некоторым набором чисел – фазовых координат. Таким образом, эволюция системы наглядно демонстрируется посредством построения траектории развития.

Рассмотрим применение изложенного метода на примере города Екатеринбурга, возникшего в 1723 году как завод-крепость. Момент заложения города есть фазовая координата. От нее кривая развития растет вверх, поскольку качество городской среды улучшается с развитием полиса. Это объясняется активными экономическими вложениями в «молодой» город, благодаря чему развивается его инфраструктура, удовлетворяются потребности жителей (усиливается диффузия); но при этом еще сохраняется связь с естественной средой – природой, удобство ориентирования, низкая плотность застройки, пешеходная доступность различных объектов города, низкая загазованность, отсутствует транспортная проблема и т.д. То есть, активность проникающих потоков в диссипативную структуру велика.

Однако, через какое-то время ситуация меняется. Во-первых, ухудшается качество среды города из-за увеличения его размеров, числа жителей, временных затрат на передвижение; появляется множество ветхих сооружений, зданий, требующих ремонта. Изнашивается коммуникационная структура. Во-вторых, исходящие потоки субстанций могут многократно превысить входящие (налоги, отток населения и т.п.). В-третьих, могут снизиться входящие потоки (например, снизится экономическая поддержка по каким-либо внешним причинам). Результатом подобных процессов на графике является смена направления роста кривой развития с восходящей на нисходящую. Если же происходит какое-либо изменение на мегауровне системы, возникает точка бифуркации, после которой направление кривой вновь меняется. Например, появление в городе гужевого транспорта или открытие в 1783 году Большого Сибирского тракта, строительство железной дороги, что положительно сказалось на экономическом развитии Екатеринбурга. В 1991 году состоялось открытие первой очереди метрополитена. Следствием подобных изменений стало значительное улучшение качества городской среды, т.е. резкая смена направления роста кривой. Стоит отметить, что при возникновении точек бифуркации, система приобретает поливариантный выбор дальнейшего развития, т.е. несколько аттракторов. В этот момент происходит эволюционный отбор альтернатив развития макроуровня, после чего система уже не может вернуться к точке бифуркации и выбрать иной аттрактор.

Итогом анализа эволюции Екатеринбурга является график – фазовое пространство, где отражены основные изменения в территориальном развитии города. На нем наглядно продемонстрировано, что новый полис, активно формируясь, достигает оптимального состояния, после чего следует спад – переломный момент, когда финансовые, земельные и человеческие ресурсы истощены. На графике эти переломы в структуре ясно видны за счет изменения направления роста кривой $k=f(t)$. Нисхождение линии развития свидетельствует об ухудшении качества городской среды. В этом случае у полиса есть следующие варианты дальнейшего существования:

– развитие прекращается, наступает стадия увядания, проявляющаяся в износе дорожного покрытия, появлении ветхой застройки, отток населения и т.п. (нисходящая кривая);

– поиск новых источников ресурсов, привлечение капитала, создание новых рабочих мест, активизация торговли и развлечений и т.п. Результатом второго варианта является бурный рост города, увеличение площади застроенной территории, плотности застройки, этажности зданий, количества жителей, автомобилей, появление новых предприятий и т.д. (точки ветвления с восходящими кривыми).

Следует заметить, что в обоих случаях происходит ухудшение качества среды полиса. Динамика изменения качества урбанизированной среды напрямую связана с типом города.

Временная эволюция синергетических систем зависит от причин, которые не могут быть предсказаны с абсолютной точностью. Вследствие этого полученное фазовое пространство нельзя рассматривать как абсолютное множество состояний системы. К тому же город является открытой системой (неустойчивая система, в которой возврат к первоначальному состоянию не является обязательным условием), потому возможны различные бифуркации в графике, где поведение системы становится неоднозначным. Именно поэтому построение модели развития города должно включать информацию о разновременных состояниях (коэволюцию) полиса, его инвариантах и их связях (микроуровень), силах и воздействиях, управляющих развитием структуры (мегауровень).

Таким образом, при изучении города как диссипативной самоусложняющейся системы целесообразно применять методы синергетики, позволяющие детерминировать его состояния в различные временные моменты с помощью математических абстракций. Это, в свою очередь, позволяет предсказывать возникающие гомеостазы и флуктуации, используя их потенциал в выгодном для дальнейшего развития ракурсе.

Вторая глава «Синтетический подход к исследованию структуры архитектурных и градостроительных образований» состоит из двух параграфов: «Формализация архитектурной науки и градостроительства»; «Постановка архитектурной задачи и общенаучные методы ее решения».

В ней раскрывается вопрос математизации архитектуры с целью выявления скрытых механизмов развития урбанизированной структуры, предложены математические методы формирования пространства города, а также разработана конструктивная модель анализа существующей городской ситуации. Представлены способы применения математических методов в практической деятельности архитектора.

В процессе математизации наук в основном используются три метода: математическое моделирование, формализация и аксиоматизация.

Математическое моделирование – это теоретико-экспериментальный метод познавательно-созидательной деятельности, это метод исследования и объяснения явлений, процессов и систем (объектов-оригиналов) на основе

создания новых объектов - математических моделей. Это эффективный метод анализа и решения задач, позволяющий объединять разобщенные элементы в системы с логически обоснованными взаимосвязями. Он широко представлен в градостроительстве на уровне оценочных моделей.

Формализация является методом математики, который заключается в замене объектов реальности и их взаимосвязей набором символов некоторого искусственного языка. Важным шагом этого действия является создание соответствующего понятийного аппарата, отображающего градостроительные определения и явления, а также результаты мышления в точных понятиях или формулах. Это позволит элементы объективной реальности (города) представить в виде объектов математики, но при формализации необходимо внимательно отнестись к взаимосвязям «переводимых» элементов, сохраняя их значение и качество.

Формализация бывает двух видов: алгебраическая и геометрическая. Применение *алгебраической формализации* в градостроительстве позволит выделить основные составляющие города – инварианты, их взаимосвязи и характеристики. Например, с точки зрения функций полиса, можно определить и обозначить с помощью букв следующие компоненты: А – жилые здания; В – торговые центры; С – производственные объекты; D – объекты образования и воспитания; Е – развлекательные центры; F – рекреационные зоны; G – объекты бытового обслуживания; О – общественные сооружения.

Это действие позволяет создать формулу полноценного пространства архитектурной среды с точки зрения функции, одним из вариантов выражения которой является следующая запись:

$$R = (A \cdot x_1 + B \cdot x_2 + C \cdot x_3 + D \cdot x_4 + E \cdot x_5 + F \cdot x_6 + G \cdot x_7) \cdot F,$$

где $x = f(w, h, k, v, t, m, s, q, e, p, i, c)$; R – городское пространство; w – характер эксплуатации (постоянный, временный, сезонный); h – этажность (малоэтажное, средней этажности, многоэтажное, высотное); k – конструктивное решение; v – объемно-пространственное решение; t – частота спроса (повседневная, периодическая, эпизодическая); m – материалы ограждающих конструкций; s – площадь застройки; q – экономическая выгодность; e – эстетическая ценность; p – эффективность использования (рациональность, многофункциональность); i – транспортная инфраструктура; c – стоимость земли; + - аддитивная связь элементов; - мультипликативная связь элементов.

Запись архитектурного пространства посредством символического кода позволяет оценить насколько гармонично данная территория с позиции функциональной насыщенности. Наглядное изображение городского пространства посредством алгебраического кода дает полное представление о составе изучаемой системы, связях между её элементами (аддитивные или мультипликативные) и их иерархии. Работая с отдельно взятым элементом целого, проектировщик может периодически «возвращать» его в формулу.

Метод алгебраической формализации удобен при описании бинарных систем, что позволяет использовать ЭВМ при дальнейшей работе с ними. Так, городская ткань состоит из пространств двух видов: застроенного какими-либо сооружениями и свободного от них (лакуна). Тогда, используя двоичную систему кодировки информации, одно из них обозначим как 1, другое – 0; это позволит перейти к компьютерному моделированию городской ткани.

Следующий метод – *геометрическая формализация* заключается в возможности кодирования информации путем построения графиков, схем (например, теория графов) или линейных композиций. В последнем случае изображение создается по законам подобия, самоподобия и в соответствии с постулатами симметрии. При данном виде формализации может быть применена аппроксимация.

Аксиоматизация заключается в построении какого-либо исследования на основе одного или нескольких исходных положений – аксиом или постулатов, из которых путем строения логических рассуждений выводятся последующие утверждения (теоремы). Аксиоматизация с той позиции как ее «понимает» математика в градостроительстве не нашла должного отражения. Единственным приближением к этому методу являются многочисленные СНиПы и ГОСТы, а также основные принципы проектирования и типология зданий и сооружений, хотя все перечисленное скорее относится к такой форме суждения как постулаты.

Город заключает в себе большое количество исходной неопределенной информации, для обработки которой следует воспользоваться следующими математическими методами: *вспомогательное условие, комбинирование частных решений, соответствующая процедура, изоляция и комбинация, рекурсия, последовательный охват неизвестных, мобилизация и организация, пополнение и перегруппировка.*

Решение градостроительной задачи – практическое искусство, цель которого извлечь максимальную пользу из прилагаемых к проектированию усилий. Для минимизирования усилий, используемых в этом процессе, необходимо обратиться к понятию алгоритма.

Алгоритм – точное предписание о выполнении в определенном порядке некоторой системы операций, ведущих к решению всех задач данного типа. Для архитектуры эта последовательность может быть представлена так:

- определение цели задачи (желаемый результат);
- определение типа задачи;
- формирование условия задачи с привлечением методов работы с данными;
- выбор пути решения;
- выбор методов решения;
- верификация полученных результатов.

Таким образом, при решении архитектурных и градостроительных задач необходимо применять математические методы, способные упорядочить и

классифицировать элементы, составляющие исследуемый объект, выявить и проанализировать их взаимосвязи, степень влияния друг на друга.

Третья глава «Перспективы использования синтетических методов решения архитектурных и градостроительных задач (на примере города Екатеринбург)» состоит из двух параграфов: «Проектирование на основе математических методов»; «Модель структуры современного города».

В данной главе рассмотрены примеры практического применения синергетических и математических методов в архитектурном проектировании, а также методы решения архитектурных и градостроительных задач, основанные на синергетическом подходе и предложенных математических методах.

На основе математических методов обработки информации были выведены следующие способы решения архитектурных задач:

- поэтапное решение творческой задачи;
- идеализация (упрощение) творческой задачи;
- геометрическая формализация архитектурной композиции;
- алгебраическая формализация творческой задачи.

Поскольку архитектурное пространство относится к сложным социально-экономическим системам с множеством прямых и обратных связей, творческие задачи архитекторов перегружены данными. Это, несомненно, сдерживает фантазию индивидуума, поскольку на него сразу «выливается» поток информации. Именно поэтому необходимо обратиться к математике, где существуют такие методы работы с данными как изоляция, последовательный охват неизвестных, комбинация, пополнение и перегруппировка, позволяющие постепенно добавлять информацию в поставленную задачу. Тем самым мы даем архитектору возможность полностью самовыразиться в его работе.

Суть *метода поэтапного решения проектной задачи* заключается в «порционном» введении данных в условие архитектурной задачи. Для его апробации был проведен эксперимент, состоящий из двух частей, с участием студентов ГОУ ВПО «УралГАХА» шестого года обучения. В качестве изучаемого участка была принята территория завода Уралмаш и прилегающих кварталов (обоснование выбора территории: программа по выносу промышленных предприятий за черту города). Данный метод предоставляет возможность зодчему создать интуитивное изображение, основанное на ощущении прекрасного, затем развить его до конкретного проектного решения, подкрепленного доказательной базой из логических рассуждений.

Эксперимент еще раз подтвердил утверждение о том, что город – сложносоставной объект, являющийся результатом взаимодействия множества простейших его элементов – инвариантов, которые определяют его типологию, структуру, композицию. Следовательно, выделение таких деталей и их классификация, определение взаимосвязей позволит корректировать архитектурную среду на любом этапе развития.

Метод идеализации творческой задачи основан на таких методах, как изоляция, группировка и комбинация. Принцип его действия заключается во временной изоляции части данных при решении задачи.

Метод геометрической формализации градостроительной и архитектурной композиции заключается в обработке линейного изображения с использованием постулатов симметрии, золотого сечения, модуля и аппроксимации. Для демонстрации данного метода была произведена геометрическая формализация первого уровня генерального плана города Екатеринбурга. Такой подход позволяет оценить равномерность увеличения и «равнозначность» городских территорий при анализе градостроительной композиции полиса, а также дает возможность усовершенствования линейного изображения.

Метод алгебраической формализации творческой задачи заключается в кодировке известной и неизвестной информации с помощью символов и математических абстракций. Его цель – получение символической записи пространственных соотношений и взаимодействий элементов объекта или параметров модели, т.е. численная реализация задачи на основе построенного алгоритма на ЭВМ. Меняя значения параметров модели, можно видеть соответствующие изменения в её компьютерной визуализации, что позволяет оптимизировать процесс выбора решения. Здесь проявляется синергетический подход посредством фрактальной графики.

В результате всех проведенных изысканий с применением математических методов, анализом городской среды и ее составляющих стало возможным выведение модели структуры современного города. В её основе находятся *требования заинтересованных сторон*, т.е. совокупность потребностей и желаний жителей города, туристов, инвесторов и администрации, которые должны быть учтены и удовлетворены в процессе формирования и развития города. Значит, результатом формирования городской среды должно быть *удовлетворение требований заинтересованных сторон*. Изменение требований стимулирует процесс обновления архитектурного пространства, т.е. провоцирует постоянное движение, замкнутость цикла модели. Выявленные элементы города, присущие любому полису, следует определить как *инвариантное ядро города* (микроуровень). В зависимости от внешних и внутренних условий и требований потребителей объекты приобретают различные *функции*, основными из которых являются производство, жильё и досуг. Все эти объекты и их функциональное назначение подвержены влиянию *механизмов развития городской среды*: контроль развития, грамотное руководство всеми протекающими в ней процессами и улучшение её качества (мегауровень). Результатом данного процесса является городская среда со всеми ее многообразными элементами. Совокупность всех перечисленных факторов в результате образует модель структуры города (макрообъект).

Итогом данной главы являются результаты эксперимента по применению методов решения творческих задач, модель структуры современного города и классификация ее составляющих.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Изучен исторический аспект взаимодействия математики с архитектурой. Определены перспективы сотрудничества этих двух направлений; разработаны методы анализа и проектирования урбанизированной структуры с использованием математических и синергетических способов решения поставленных задач.
2. Выявлены инварианты архитектурной структуры современного города – предзаданные формы (объекты), образующие микроуровень системы. Их пропорции и комбинаторные сочетания обуславливают функциональный тип, композиционное решение и инфраструктуру города.
3. В результате сравнительного анализа были определены устойчивые элементы структуры «идеального» города. На основе графоаналитического метода создана аналитическая таблица с классификацией «идеальных» городов по функциональным типам с выведением обобщенной модели развития для каждого: город-константа, город в себе, город-захватчик, полицентричный город, город-модуль, город-спутник, город-мозаика.
4. Сформирован понятийный аппарат, позволяющий замкнуть объекты реальности и их взаимосвязи набором символов с целью абстрагирования и упрощения работы с ними, что позволяет формализовать информацию об архитектурном пространстве, выполнить необходимые действия и вновь транслировать решение задачи в сферу архитектуры, а также способствует выявлению скрытых воздействий элементов города друг на друга.
5. Разработаны синтетические методы постановки и решения архитектурных задач: метод поэтапного решения проектной задачи, метод идеализации творческой задачи, метод геометрической формализации градостроительной и архитектурной композиции, метод алгебраической формализации творческой задачи; предложен алгоритм анализа пространственной городской структуры. Представлен экспериментальный проект с целью апробации предложенной методики в практической деятельности архитектора.
6. Создана модель организации и развития пространственной структуры города с позиции синергетики.

Основные публикации по теме диссертации

В ведущих рецензируемых научных журналах, определенных ВАК России:

1. Витюк, Е.Ю. Применение математических методов обработки информации в градостроительстве (на примере транспортных задач) [текст] / Е.Ю. Витюк // Вестник Томского гос. архитектур.-строит.ун-та. – 2007. – №2. – С.36-43.
2. Витюк, Е.Ю. Синергетический подход к изучению города [текст] / Е.Ю.Витюк // Приволжский научный журнал. – 2009. – №1. – С. 116-121.

В других изданиях:

1. Витюк, Е.Ю. Оптимальная модель пространственной структуры города [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2006. – №14. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
2. Витюк, Е.Ю. Математические методы в градостроительстве [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2006. – №16. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
3. Витюк, Е.Ю. Синергетический подход к градостроительству [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2007. – №19. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
4. Витюк, Е.Ю. Рекомендации к использованию свободных пространств города на примере Екатеринбурга [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2005. – №10. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
5. Витюк, Е.Ю. Идеальный город: возможность реализации с точки зрения синергетики [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2008. – №23. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
6. Витюк, Е.Ю. Метод идеализации творческой задачи [Электронный ресурс] / Е.Ю.Витюк // Известия вузов. Архитектон. – 2009. – №26. – Режим доступа: <http://archvuz.ru>.
7. Витюк, Е.Ю. В поисках идеального города [текст] / Е.Ю.Витюк // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2009. – №2. – С.70 -75.

Подписано в печать 09.10.2009 г.
Формат 60x90 1/16. Отпечатано на ризографе. Усл.печ.л. 1.
Тираж 100 экз. Заказ 227
Отпечатано в Уральской государственной архитектурно-
художественной академии
620075, г.Екатеринбург, ул.К.Либкнехта, 23