

**МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)**

На правах рукописи

ШУБЕНКОВ
Михаил Валерьевич
кандидат архитектуры

**СТРУКТУРА
АРХИТЕКТУРНОГО
ПРОСТРАНСТВА**

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора архитектуры

Москва – 2006

Диссертация выполнена на кафедре «Градостроительство»
Московского архитектурного института
(Государственной академии)

Официальные оппоненты:

Доктор архитектуры, член-корреспондент РААСН
Доктор архитектуры, профессор
Доктор искусствоведения, профессор

Г.В. ЕСАУЛОВ
К.В. КИЯНЕНКО
В.Л. ГЛАЗЫЧЕВ

Ведущая организация:

Уральская архитектурно-художественная академия

Защита состоится «23» ноября 2006 г. в 12–00 часов
на заседании Диссертационного совета Д212.124.02
Московского архитектурного института
(Государственной академии)

по адресу: 107031, Москва, ул. Рождественка, д. 11, зал Ученого совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
архитектурного института (Государственной академии)

Автореферат разослан «20» октября 2006 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета

М.Н. ИМАНОВ



Актуальность исследования

Архитектура охватывает область материальной культуры, связанную с формированием искусственной среды. Одной из наиболее существенных функций архитектуры является реализации различных форм человеческой деятельности. Для этого архитекторы создают искусственные пространства и расчленяют их на части. «Все искусство и умение строить, – писал Леон Баттиста Альберти, – состоит в членении». В данной работе мы и будем рассматривать закономерности этого членения.

Традиционно решением задач формирования материальной среды занимается «строительная наука» во всем разнообразии своей деятельности. Но для того, чтобы дать задание строителю, необходима предварительная работа архитектора. Недостаточно создать концепцию эстетического образа объекта, информацию о применяемых строительных материалах, технологиях возведения здания и конструктивных приемах, обеспечивающих прочность и устойчивость строений. Необходимо эти строения (здания, комплексы, города) предварительно спроектировать как целое, а затем расчленить на составляющие, оснатив эти составляющие проемами, коридорами, лестницами, открытыми и изолированными пространствами и т.д. Архитекторы в своей профессиональной деятельности основную часть времени затрачивают на решение именно этих задач, действуя, главным образом, интуитивно, руководствуясь личным опытом и традиционными приемами, складывающимися тысячелетиями. Пришло время обобщить эти приемы в новых условиях развития профессии.

Исследования в области проектирования объектов архитектуры и дизайна, проведенные в России и за рубежом за последние тридцать лет¹, показывают, что сложилась некая теоретическая основа, касающаяся принципов расчленения и взаимодействия пространств искусственно создаваемого окружения. Однако полноценной теории, изучающей механизмы членения пространств, все еще не существует. Особенно ценна разработка *теории членения пространства* при переходе от традиционных методов проектирования к компьютерным. Наблюдаемые сегодня изменения в профессиональной сфере убеждают, что в ближайшем будущем именно компьютерные технологии проектирования станут основой архитектурной деятельности. Исследованию основ теории членения пространства и посвящена данная работа. В этом заключается ее актуальность.

Объектом исследования являются антропогенная среда и законы ее архитектурно-пространственного построения.

Предмет исследования – структурные закономерности пространственного формообразования архитектурных объектов,

¹ Исследования подобного рода не ограничиваются пространством. получившие распространение в области физических наук, в языкознании, музыке, экономике, психологии, социологии, географии и др. Их развитие была основана на развитии идей структурализма, определивших рождение кибернетики и генетики, и появлении цифровых полупроводниковых технологий.

определяющие их целостность и возможность существования в качестве архитектурно-пространственных систем.

Цель – обоснование нового направления архитектурно-теоретических исследований структурных закономерностей, определяющих пространственное построение архитектурных объектов.

Гипотеза – предположение существования общих принципов структурной организации пространственной формы архитектурных объектов как системы дискретных пространственных элементов, соединенных по определенным правилам. Эти принципы можно развернуть в систему правил конструирования формы и отобразить в образах геометрии и топологии, что открывает доступ к компьютерным возможностям формообразования. Допускается возможность существования такого вида структур, которые, при неограниченном разнообразии вероятностных конфигураций, составлены из минимума элементарных составляющих.

Сформулированные цель и гипотеза определяют *задачи исследования*:

- 1) выявление физических принципов построения пространственной формы архитектурных объектов;
- 2) определение методов изучения физического строения пространственной формы архитектурных объектов;
- 3) анализ геометрических условий пространственного формообразования архитектурных объектов с целью определения механизмов их проявления;
- 4) исследование понятия пространственной связанности в ее взаимосвязи со структурной организацией архитектурных объектов;
- 5) выявление геометрических и структурно-топологических закономерностей пространственного построения архитектурных объектов;
- 6) рассмотрение возможностей параметрического описания геометрических и топологических свойств пространственной формы архитектурных объектов в условиях внедрения в архитектурную деятельность компьютерных технологий;
- 7) определение основных направлений применения структурных закономерностей строения архитектурного пространства при обучении основам архитектурной деятельности и в практическом проектировании.

Методологической базой исследования послужили работы в области языкознания (Ф. Де Соссюра, В.Я. Проппа), современной архитектурной теории (И.Г. Лежавы, И.Ш. Шевелева, В.Л. Глазычева, Ф. Сидмана, Л. Марча), современных методов компьютерного проектирования (Дж. Фрейзера, В. Митчелла).

Исследовательский подход определяется системно-структурным анализом пространственного строения архитектурных объектов с учетом взаимодействия элементов, составляющих объект. При этом сам архитектурный объект рассматривается как целостное образование.

Логика изложения данного исследования основана на методах изучения закономерностей естественного строя архитектурных объектов и использования синергетических методов исследования такого рода моделей. В диссертации показано, что архитектурный объект, сведенный к своей структурной сущности, может быть рационально понят с помощью законов структурализма.

Используемые *методы исследования* основаны на привлечении системно-структурного анализа, графоаналитического метода, методов формализации и моделирования, объединенных в рамках системно-структурного подхода.

Основные положения работы выносятся на защиту и включают:

- 1) разработку принципов формализации и моделирования пространственного строения архитектурных объектов на основе вычленения в составе целостного пространственного образования его составных частей и определения условий их взаиморасположения и взаимосвязей;
- 2) выявление и исследование геометрических условий пространственно-планировочного формообразования и структурно-топологических закономерностей циркуляционного взаимодействия пространственных составляющих в составе целостных архитектурных образований; определение продуктивных методов геометрического и топологического анализа закономерностей пространственного строения объектов;
- 3) рассмотрение возможностей параметрического описания геометрических и структурно-топологических свойств пространственной формы архитектурных объектов;
- 4) формирование эвристической модели описания геометрического и структурно-топологического строения пространственной формы архитектурных объектов с целью использования выявленных закономерностей архитектурного формообразования при компьютерных методах решения задач архитектурного проектирования, обучении и прикладных исследованиях.

Изложенные положения позволяют считать данное исследование новым направлением в области архитектуры и градостроительства, которое может быть охарактеризовано как естественнонаучное изучение структурно-геометрических и структурно-топологических закономерностей архитектурного формообразования.

Практическая значимость диссертации определяется новым подходом к изучению структуры пространственной формы архитектурных объектов, определением новых способов параметрического описания, моделирования, анализа и синтеза пространственного формообразования, а также в определении направлений применения современных компьютерных технологий в архитектурном проектировании и обучении.

Внедрение и апробация работы. Теоретические положения диссертации внедрены в ряд практических проектных работ. Отдельные положения

вошли в программу обучения основам архитектурного проектирования, в курсовые и дипломные проекты студентов, магистерские и кандидатские диссертации, выполненные в Московском архитектурном институте. Основные положения исследования были опубликованы в учебном пособии, ряде статей и изложены на конференциях, семинарах и научных совещаниях в Москве, Токио, Эссене, Брауншвейге, Стамбуле, Белостоке, внедрены в программы целевых научных исследований НИИТАГ РААСН по темам: «Градостроительный потенциал» (2002–2005 гг.) и «Геометрические закономерности в архитектурном формообразовании» (2005–2006 гг.).

Границы исследования определены рассмотрением естественных (физических) характеристик строения пространственной формы архитектурных объектов и не касаются культурологических аспектов восприятия архитектуры.

Структура работы. Диссертация состоит из двух томов. Первый том включает текстовую часть диссертации и состоит из введения, трех глав, заключения, словаря терминов, списка используемой литературы. Второй том включает иллюстративную часть, состоящую из 36 таблиц.

Содержание работы

В главе 1 «Представления о принципах построения архитектурных объектов» содержится попытка выявления основных закономерностей, определяющих условия существования архитектурных объектов, и антропометрических требований к ним, определяемых задачами ориентации в пространстве и особенностями человеческой жизнедеятельности. В связи с этим рассматриваются вопросы понимания сущности архитектуры как искусственной, определенным образом структурированной системы.

Естественные свойства архитектуры

Для решения поставленных задач и достижения цели исследования необходимо предварительно уточнить основные свойства архитектуры как явления, связанного с жизнедеятельностью людей. Особенность изучения архитектуры заключается в двойственной природе ее существования как символической системы, обусловленной культурой, и как механизма утилитарного использования пространства. Эта двойственность сопряжена с уже сложившимися гуманитарным и естественнонаучным подходами к постижению сознания человека и окружающей действительности. Противоречие гуманитарного и естественнонаучного сложилось в эпоху становления физики как точной науки измерения свойств вещества и определяет до сегодняшнего дня фундаментальное разграничение Мира и Человека, введенное Р. Декартом². Сложившееся разделение было введено

² Р. Декарт первым сформулировал основы философии рационализма, ставшего базой для развития научного естествознания. Введенное им понятие дуализма «расчленило» Мир на противопоставление души и тела, чувства и знания.

искусственно и, очевидно, будет преодолено в будущем. Но сегодня разведение разных сущностей бытия предопределяет развитие современных наук и продуктивность исследовательских методов, основанных на разных подходах.

На пути создания новой концепции стоит проблема определения механизмов, которые обеспечивают условия реального существования архитектурных явлений³. Эта проблема присуща не только архитектуре, но и другим феноменам культуры: словесности, музыке, изобразительному искусству, дизайну. Они формируют духовный мир людей, но существуют в мире реальном и подчиняются его естественным законам. Пушкинский Сальери сформулировал эту проблему поэтически: «Звуки умертвив, музыку я разъял, как труп. Поверил азбукой гармонию». Другими словами, пытаюсь анализировать наши духовные переживания по поводу воспринимаемого явления, мы, как правило, перестаем их испытывать, но взамен получаем объективное знание о причинах их возникновения⁴. С этим связан и существующий сегодня «методологический разрыв» между инженерными и общеархитектурными науками, следствием которого являются не только терминологические разногласия, но и неадекватное понимание предмета деятельности, задач, методов их решения и роли разных специалистов в общей для них сфере формирования искусственной среды обитания.

Исследование обозначенной выше области актуально для выявления закономерностей построения архитектурных объектов, которые обусловлены прежде всего общими законами природы и не зависят от воли людей. Эти закономерности, как правило, проявляются скрыто. Особенности их действия могут учитываться людьми неосознанно, через процедуры многочисленных проб и ошибок, через естественный отбор или «априорные» (унаследованные) знания. Такого рода закономерности могут учитываться вполне осознанно как накопленное и передаваемое опытное знание, и тогда они формулируются людьми в виде неких советов, правил, норм и канонов, определяющих «оптимальные» приемы организации их пространственного окружения. В каждом случае главными физическими характеристиками такой пространственной организации являются приемы членения общего пространства на части и организация пространственных перемещений.

Таким образом, основным вопросом исследования является выявление в архитектурных объектах, с одной стороны, их геометрических и структурно-пространственных свойств, которые приданы им в силу действия общих, не зависящих от людей, естественных законов существования материальных объектов в реальном пространстве и, с другой стороны,

³ «Люди видят не вещи, а то, что они вообразили о них, приписывают им свою собственную сущность и не отличают предмет от своего представления о нем» – писал Л. Фейербах об отношении Человека к Миру.

⁴ В современной науке эту проблему наиболее продуктивно ставит синергетика, в рамках которой объединяются методы исследования строения живой и неживой природы, законов развития естественной природы и человеческой культуры. Синергетика определяется как новое междисциплинарное научное направление, основным предметом познания которого является самоорганизация системных образований как природного, так и антропогенного происхождения.

определение схем пространственной организации объектов архитектуры, обусловленных антропометрическими факторами социального бытия людей.

Поставленный вопрос определяет и основную проблему данной работы: в рамках традиционной архитектурной науки опирающейся, главным образом, на исторический и искусствоведческий методы, существует проблема объяснения явлений, которые сложились не только в рамках культуры, но и вне ее; объяснения того, что обусловлено не только волей людей, но и общими физическими законами существования материальных объектов.

Приступив к изложению основ концепции, следует уточнить аспект рассмотрения объекта исследования. Мы еще раз оговариваем особые условия данного исследования, связанные с исключением из рассмотрения художественной, поэтической составляющей архитектуры, т.е. всего индивидуального, личностного, творческого, что связывает человека с тем, как он воспринимает (интерпретирует, переживает, постигает) архитектурное окружение. Наше допущение основано на том, что целью изучения является одно из наиболее малоизученных, но существенных, свойств архитектуры, а именно – закономерности членения пространства на составляющие, находящиеся друг с другом в определенного вида структурных отношениях и образующие системные целостности.

Среда обитания

Следует обратить внимание на то, что наряду с искусственной средой человека существует искусственная среда, создаваемая животными, поскольку строительной деятельности человека предшествовала и сопутствовала обширная формотворческая деятельность других живых существ. Строительные формы животного мира весьма разнообразны. Птицы строят гнезда очень сложной конфигурации⁵, грызуны устраивают системы нор с тоннелями и камерами⁶, осьминоги и рыбы строят дома из камней для защиты своего потомства, муравьи, пчелы, термиты и другие коллективные насекомые возводят целые «города» с улицами двухстороннего движения, по сложности не уступающие человеческим. При этом любопытно, что по своей пространственной (пустотной) структуре сооружения животных мало отличаются от человеческих построек. В архитектуре людей, как и в «архитектуре» животных, заложены механизмы эволюционного выживания. При этом сопоставление приемов построения сооружений, созданных человеком и животными, убеждает в наличии определенных *общих принципов их пространственной организации*. Так, исследования образцов искусственно созданных «оболочек-жилищ» в животном мире указывают на

⁵ Птицы *шалашиники* строят шалаши с внутренними подпорками, которые до недавнего времени считали детскими постройками. Оказалось, что это даже не гнезда, а «храмы любви» для привлечения самок (по данным Д. Аттенборо и П. Портогезе).

⁶ Организация лабиринтов нор имеет свои характерные особенности для разных видов животных и насекомых. Такие лабиринты предусматривают помещения для хранения запасов корма, места спячки, приема пищи, выведения потомства, туалеты.

инвариантность в организации их строения. Биологи, занимающиеся изучением живых организмов и их образа жизни, описывают и сопоставляют жилища животных по разным морфологическим признакам. Такого рода описания, сосредоточенные на особенностях строения жилищ, которые обеспечивают физическое выживание живых существ, представляют особый интерес⁷.

Внимания заслуживает изучение большого наследия архаической архитектуры доисторических эпох. Стилистически эти сооружения существенно отличаются друг от друга, но в своей основе имеют лишь несколько стандартных схем пространственных решений, связанных с организацией пространств обитания людей. Наряду с этим постройки живых существ осуществляются по тем же пространственным законам, что и многие природные явления. Так, «центричные» структурные построения сходно проявляются в кругах на воде, в интерференционных кольцах, в годовых кольцах ствола дерева, в строении планетарной системы, в радиальной структуре улиц городов и даже в игрушке «матрешка». Линейные структуры повторяются в строении русла реки с притоками, в морозном узор, в переплетениях ветвей растений, капиллярных системах, разломах земной коры, в иерархически организованных архитектурных объектах (жилище, дворцы, храмы, лабиринты). Очаговые (дискретные) структуры мы наблюдаем в организации островов, строении лишайников, звездном небе, пене, клеточном строении живой ткани, кристаллических образованиях, в системах расселения людей. Все это подтверждает идею существования некой универсальной пространственной геометрии, которой подчиняются многие происходящие в природе явления. При этом они связаны исключительно со *структурой*. Задачей данного исследования является изучение в границах области архитектуры такого рода природной пространственной геометрии и пространственных стереотипов, созданных человеком в виде искусственной среды обитания.

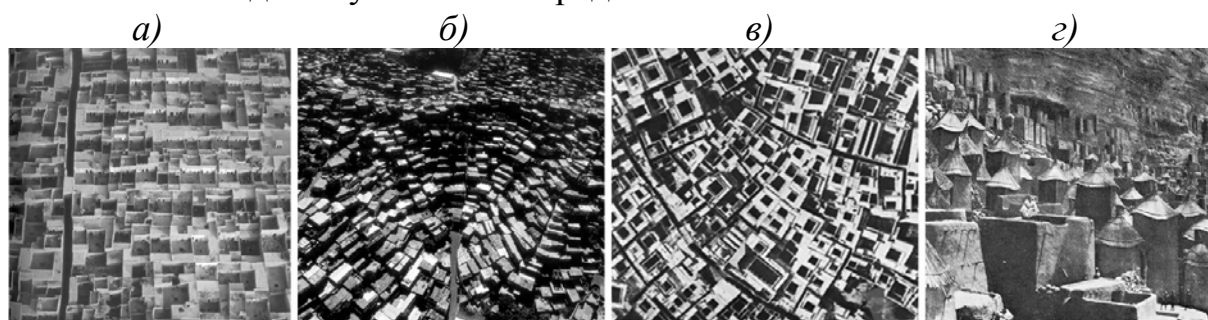


Рис. 1. Примеры естественных человеческих пространственных образований, демонстрирующих эволюционно сложившиеся структуры их построения: *а* – поселение в Алжире; *б* – г. Лима (Перу); *в* – г. Маракеш (Марокко); *г* – поселение в Северном Камеруне.

⁷ Работы А.А. Богданова, А.А. Любищева, Д. Томпсона, Д. Аттенборо и др.

Еще раз следует подчеркнуть, что человек следует общим законам формирования материального окружения. Сопоставление «биологических» описаний строения «животных» построек с архитектурными сооружениями убеждает в наличии общих приемов их пространственной организации. Эти общие закономерности построения пространственных образований человеком и животными в настоящее время изучены очень мало⁸. Однако уже сейчас можно говорить о том, что основным пространственным свойством среды обитания является функция бытия пространственных вместилищ деятельности живых существ. В рамкой данной работы не ставится задача всестороннего выяснения всех явлений геометрического членения пространства в природных и искусственных образованиях — а внимание сосредоточено только на естественных законах пространственного строения архитектурных объектов.

Исторический опыт изучения проблемы

В истории развития направления исследований, касающихся изучения основ пространственного строения архитектурных объектов, были предшественники и в России, и за рубежом. Обобщая опыт их исследований в работе выделены четыре основных этапа.

Первый этап представлен работами, появившимися в 1920-е годы в связи с ревизией всех традиционных ценностей и поиском принципиально новых принципов построения архитектуры. В России сложились наиболее передовые школы, в рамках которых велись поиски выявления основ пространственного построения архитектурных объектов. Основные доктрины новых архитектурных течений: рационализма (Н. Ладовский, В. Кринский, Н. Докучаев) и конструктивизма (А. Веснин, М. Гинзбург⁹, Н. Красильников) в СССР, теоретические обоснования своих творческих методов В. Гропиусом, Мис ван дер Роэ, Ле Корбюзье, Л. Саариненом, Ф.Л. Райтом и другими мастерами архитектуры содержали в той или иной степени положения, касающиеся концепций описания механизмов пространственного построения объектов архитектуры¹⁰. Смена художественной системы в предвоенные годы не позволила развиваться отечественным архитектурным исследованиям в области пространственного формообразования в полной

⁸ Богданов А.А. в своей книге «Всеобщая организационная наука: тектология» говорит об относительной «бедности» организационных форм материи: «... при всем фантастическом разнообразии явлений и процессов материального мира формы их организации весьма часто повторяются. Это открытие демонстрирует единство окружающего нас мира, единство его организационных форм. Понимание этого единства во многом помогает представить общую схему организации материи. Оно может иметь и чисто практическое значение — ведь не случайно же в самых неожиданных областях материи встречаются схожие организационные формы».

⁹ Следует отметить первую программную статью М. Гинзбурга «Новые методы понимания архитектуры» в журнале «Современная архитектура», №1, 1926.

¹⁰ В зарубежных исследованиях, связанных с изучением структурных характеристик построения архитектурных объектов, часто ссылаются на русского архитектора Н.В. Красильникова, считающегося родоначальником данного направления, забытого в своем отечестве. Основные положения его теории были изложены в тезисах к дипломной работе (1928), выполненной во ВХУТЕМАСе под руководством М. Гинзбурга, и статье «Метод исследования генерации формообразования», опубликованной в журнале «Современная архитектура», №5, 1929.

мере и обобщить накопленный опыт. Однако именно в этот период была заложена основа нового подхода в оценке пространственной сущности архитектуры и ее роли в формообразовании окружающей среды, послужившая основой для последующих поисков в этом направлении.

Второй этап исследований начался в 1960-е годы в связи с новыми достижениями в области естественных наук, математике и вычислительной технике. В отечественной архитектурной науке шел интенсивный поиск «матриц проектного мышления», «проектного языка», разрабатывались программы «автоматизированных средств проектирования объектов строительства» (АСПОС), алгоритмы проектирования – «квартирографы», «системы автоматизированного проектирования» (САПР), нашедшие отражение в работах Л.Н. Авдотьина, Л.Д. Бронера, Э.П. Григорьева, А.Э. Гутнова, Н.Н. Ноткина, Е.П. Кастогаровой, В.И. Ретинского, А.П. Рома, Д.Н. Яблонского. Исследования объединялись в рамках популярного в это время системного подхода, связанного с поиском детерминированных систем, позволяющих управлять архитектурой как механизмом, построенным на основе строго сформулированных алгоритмов. За рубежом (прежде всего в Англии, США и Франции) проводились аналогичные исследования. Наиболее интересные их результаты были изложены в работах Ж. Хальфана, Д. Тисси, Ф. Тиля, К. Циллиха, Ч. Истмана, И. Веннинга, Кр. Александера, И. Фридмана, В. Митчелла, Н. Негропonte и др.). Поставленные цели до конца достигнуты не были, поскольку разработанные модели организации архитектурных объектов были громоздкими и сложными, с большим количеством оговорок и условий, и при этом с незначительным практическим результатом. Традиционные проектные методы, основанные на композиционных и инженерных приемах выработки проектных решений, в этот период сохранили большую эффективность в решении профессиональных задач, нежели предлагаемые алгоритмические. Однако именно проведенные в этот период исследования конструктивно-технологического и системотехнического характера послужили основой для разработки первых образцов программного обеспечения для компьютерного проектирования.

Третий этап исследований пространственного строения архитектурных объектов связан с популяризацией семиотических исследований, давших плодотворные результаты в области языкознания (Ф. де Соссюр, К. Леви-Стросс, В.Я. Пропп, Ю.М. Лотман, В.В. Иванов, А.И. Берг). В 1980-е годы и в архитектурной науке были предприняты исследования семиотического характера, в рамках которых сложились направления: «языковой» трактовки архитектурных явлений (А.И. Иконников, И.Г. Лежава, О.И. Явейн, Г. Станишев); знаково-символические исследования (В.Л. Глазычев, А.В. Боков, Ж.Х. Бонта, Р. Бродбент); социально-поведенческий подход к изучению построения обитаемого пространства (А.В. Крашенинников, К. Линч, Кр. Норберг-Шульц, У. Эко). Несмотря на то, что использование семиотических методов изучения архитектуры как знаковой (символической) системы не получило самостоятельного широкого распространения, они

послужили основой для выработки новых исследовательских методов, основанных на структуралистской методологии. Наряду с семиотическим направлением в этот период появились работы, связанные с попытками формулирования методологических основ архитектурной деятельности в связи с активным развитием смежных с архитектурой областей, занимающихся формообразованием (прежде всего развитием направлений дизайна – ландшафтного, городской среды, автомобильного, «товарного» и т.д.). Уточнение в новых условиях развития общества предмета архитектуры и границ области архитектурной деятельности наблюдается в работах Б.Г. Бархина, А. В. Степанова, В.Л. Хайта, И.А. Бондаренко, И.Г. Лежавы, А.В. Иконникова, А.В. Рябушина, И. Азизян, Г. Лебедевой, А.Г. Раппапорта. Это происходило и в работах при описании сущностных свойств архитектуры с точки зрения: особенностей психологии восприятия и распознавания образов (И.А. Галимов, А.Д. Логвиненко, Е.Л. Беляева); поисков естественно-природных основ архитектурного пропорционирования (И.Ш. Шевелев, М. Гика, А. Емельянов, Ф. Эткинс), бионических принципов в архитектуре (Ю.С. Лебедев), конструктивных закономерностей в построении архитектурных форм (О.М. Вартамян, В.Ф. Колейчук) и др.

С начала 1980-х годов стало набирать силу и другое – четвертое – направление исследований, касающееся прикладного изучения геометрического построения архитектурных объектов. В целом в архитектурной науке геометрические исследования сосредоточились в прикладных областях начертательной геометрии и архитектурной физике, практически не затронув сферы объемного и планировочного проектирования. Можно выделить лишь немногочисленные работы, обобщающие круг геометрических знаний в профессиональной сфере (И.Г. Лежава, И.А. Бондаренко, А.В. Боков, В.Л. Глазычев, А.Э. Гутнов, С.О. Хан-Магомедов, И.Ш. Шевелев, Е.С. Пронин, Н.Д. Кострикин, Ж. Зейтун, Ф. Сидман, С. Эрль, Л. Марч, Р. Бон, Фр. Чинг). Это направление исследований сегодня нуждается в активной разработке, поскольку все проектирование архитектурных объектов неизбежно проходит через стадию геометризации. Повышение эффективности принимаемых проектных решений в условиях увеличивающихся объемов строительства и компьютеризации профессиональной деятельности выдвигает задачи разработки геометрических закономерностей архитектурного формообразования на первый план.

Однако до настоящего времени остались нерешенными вопросы построения архитектурных объектов с позиций их системной и геометрической организации, не сложилась и общая теория членения архитектурного пространства, которая бы объясняла единство принципов построения искусственных сооружений. В опоре на исследования предшественников, выполненные в России и за рубежом¹¹, в диссертации

¹¹ С середины 1990-х годов в России не публиковались переводные издания и практически не велись фундаментальные исследования в данном направлении. За этот период в Англии, США, Франции, Австралии и Бельгии исследования были достаточно эффективными, собирались конференции, издавались

предпринята попытка формулирования концепции описания строения архитектурных объектов в категориях системно-структурного подхода с использованием современных научных и технических достижений.

Утилитарные свойства пространства

Каждый архитектурный объект обладает особыми свойствами, обусловленными наличием пространств, вместилищ, помещений, комнат, вычлененных из общего пространственного континуума. Пространственная форма архитектурных объектов – это определенным образом взаимосвязанные пустотелые «оболочки обитания», призванные обеспечивать реализацию основных процессов жизни людей. Встает вопрос: с какой сущностью мы имеем дело, исследуя «внеэстетические» свойства архитектурного пространства? Можем ли мы считать обустроенную людьми «пустоту», которую архитекторы называют архитектурным пространством, утилитарным объектом, поддающимся изучению?

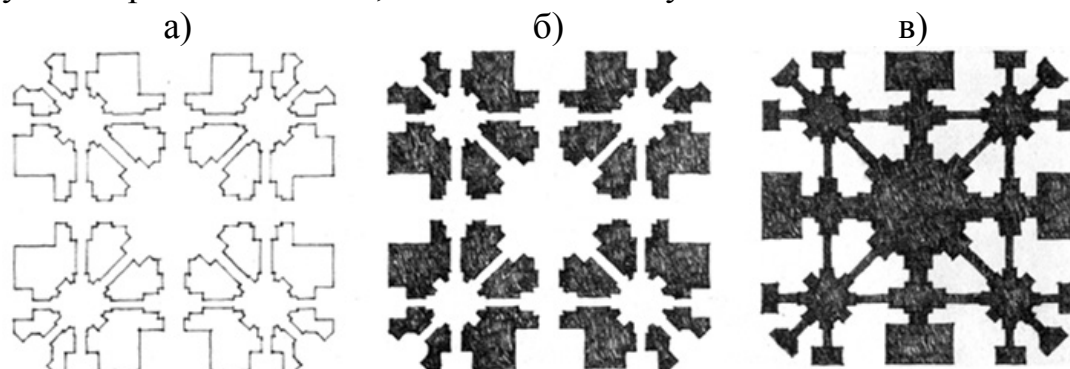


Рис. 2. Выявление формы архитектурного объекта: а – форма членения; б – форма субстанциальная; в – форма пространственная. Следует обратить внимание, что форма в каждом случае одна и та же, но способы ее описания принципиально различны

По сути архитектурное пространство есть условность. Оно существует только в голове людей и характеризует абстрактные свойства протяженности, непрерывности, размещенности чего-то в чем-то. Если обратить внимание на «пустотное» (пространственное) содержание архитектурных объектов, то можно отметить много общего в их строении. Всем архитектурным объектам присущи: входы и выходы; проходные (транзитные) пространства и тупиковые (конечные, камерные); темные (без доступа дневного света) и светлые; округлые и продолговатые (разной конфигурации); с входом снизу, сверху, сбоку; с определенными ограничениями объема и площади; с каналами, обеспечивающими вентиляцию, естественный свет, водостоки и т.п. При этом, в большинстве случаев, мы наблюдаем дискретный характер пространственной организации данных объектов, т.е. всегда можно «расчленить» такой объект на составные

элементы: камеры; коридоры; помещения, обеспечивающие смену уровней, и т.д. Эти элементы, в свою очередь, отличаются характеристиками их индивидуального строения¹².

Архитектурные объекты, как определенным образом организованные физические образования, способны оказывать обратное воздействие на формирование социальных моделей жизнедеятельности, которые без этих искусственно созданных пространственных условий существовать не могут. Другими словами, архитектурно-пространственные образования способны создавать условия для возникновения новых видов деятельности, становясь формой их существования и способом функционирования. Примером могут служить монастыри, военные городки, тюрьмы, фабрики, крупные общественные и торговые здания, большинство современных многофункциональных комплексов, где реализация деятельности невозможна без определенным образом структурированной материальной оболочки со сложной системой запретов и разрешений на проникновение и разной степени сосредоточения людских и материальных ресурсов.

Процессы построения архитектурных объектов сопряжены с требованиями естественной геометрии пространства, но архитектурными они становятся благодаря проявлению человеческих факторов. Главным из них является способность человека ориентироваться в пространстве и создавать искусственное окружение в соответствии с этой способностью¹³. Обсуждая вопросы того, как человек ориентируется в пространстве, какие психические и физиологические способности позволяют ему адекватно воспринимать окружение и активно воздействовать на него, следует уточнить, как эти способности могут быть объяснены с позиций мышления человека и особенностей его физиологии.

Мыслительные механизмы, отвечающие за ориентационные способности в пространственном окружении, складывались на самых ранних стадиях развития живых существ. В равной степени это касается и человека. Они настолько глубоко «прошиты» в психике, что главная работа этих механизмов осуществляется на уровне бессознательных, врожденных способностей, а интеллект лишь частично вмешивается в их работу¹⁴. Мы бы не смогли ориентироваться в окружении, использовать пространственные свойства, если бы не приняли некую систематизацию пространственных составляющих, обусловленную бессознательно принятым «соглашением». У людей складывалось общее понимание закономерностей существования

¹² Эти вопросы изучались в работах Фр. Д.К. Чинка, Р. Бона, Р. Крие, Кр. Норберг-Шульца, Ам. Раппопорта, Ф. Тиля и др.

¹³ Исследованиям этих вопросов посвящены работы К. Линча, Э. Холла, Ф. Тиля, Ш. Шукурова, В. Корнеева.

¹⁴ Человек, как правило, не задумывается, по каким формальным признакам он почти безошибочно отличает на фотографии мужчину от женщины, узнает знакомые голоса, видит за цветными пятнами краски на холсте объемные реальные предметы и т.д. В этом заключается особенность и уникальность именно человеческого мышления. Модели ориентационного поведения человека в пространственном окружении определяются также особенностями именно человеческого мышления.

окружающего мира – это обстоятельство имеет важное значение для научного исследования архитектурного феномена.

Архитектура связана с процессами, позволяющими ориентироваться в пространстве и «строить» пространственные взаимоотношения одного человека с другим: скрываться от кого-то или стремиться встретиться, уединяться или собираться вместе, интенсивно взаимодействовать с людьми и предметами, делать труднодоступным свое местоположение и многое другое. Для этого человеком создаются искусственные пространственные системы, выполняющие роль своеобразных регуляторов. В данной работе именно эти архитектурные механизмы рассматриваются как центральные компоненты архитектурной системы. Благодаря таким механизмам отдельные пространственные акты связываются в осмысленную цепь архитектурно-пространственных событий.

Мы выделяем в мире окружающих нас явлений те или иные «ориентационные» категории – верх и низ, лево и право, далеко и близко, открыто и закрыто, тесно и просторно, горизонтально и наклонно, высоко и низко и т.д. – не потому, что они самоочевидны. Напротив, мир представлен нам калейдоскопом хаотичных впечатлений, которые должны быть организованы и упорядочены нашим сознанием, а значит, приведены в соответствие с некой *системой*, хранящейся в нашем сознании. Мы членим окружающий нас мир, мы организуем его в понятия и распределяем значения так, а не иначе, в основном, потому, что мы все являемся участниками вышеупомянутого "соглашения", предписывающего подобную систематизацию. Это "соглашение" сложилось естественным путем, эволюционно и никак и никем сознательно не сформулировано, а лишь подразумевается, но мы все являемся вынужденными его участниками.

Таким образом, ориентация в пространстве, понимание назначения и связей составляющих ее элементов, а также умение пользоваться ими, представляют своеобразный алгоритм мышления, имеющий глубинную, подсознательную, врожденную, внекультурную психологическую основу. Следует осознавать неизбежность корректировки отдельных позиций «соглашения» в соответствии с условиями развития общества. Так, например, утрата некоторых ранее сложившихся моделей мышления приводит к тому, что современному человеку становится непонятен смысл и назначение архитектурных объектов доисторической эпохи¹⁵. Однако ничего не зная о том, как использовался данный объект и каково его первоначальное назначение, мы, тем не менее, по разным признакам относим его к делам «рук человеческих», изучая характер расчлененности строения для того, чтобы понять его назначение. Таким образом, модели пространственной ориентации, естественно эволюционно выработанные и заложенные в

¹⁵ Стоунхендж в Англии, лабиринты и вавилоны в Скандинавии и Средиземноморье, пирамиды в Южной Америке и Северной Африке, на территории современных Лаоса и Таиланда, курганы в Китае, Индии, в Малой Азии, выложенные камнем огромные фигуры в Перу, алиньманы в Бретани (Франция) и многое другое. Культуры, их создавшие, давно исчезли, и мы лишь догадываемся об истинном назначении этих сооружений и мотивах создания.

человеческое сознание, определяют *структурную основу* организации искусственно создаваемых пространственных образований.

Общество выражает себя через символические системы – языки, музыку, экономические отношения, науки, религию, ремесла, в том числе и через архитектуру. Стремясь дать рациональное объяснение фактам, общим для разных культур, исследователи обращаются к объективным источникам их появления, располагающимся на уровне *коллективного бессознательного*¹⁶. Этим можно объяснить, что мы обнаруживаем очевидное сходство в планировочной организации древних городов, которые строились с разрывом в тысячелетия в разные исторические эпохи, на разных континентах, в условиях разных культур: древнешумерский Ур, финикийский Угарит, индейское пуэбло Бонито, анатолийский Чатал-Хююк, месопотамский Вавилон, индийский Мохенджо-Даро, египетский Ахетатон и др. Все они имеют сходный масштаб членения пространства жилищ, ортогональность планировки, улицы и кварталы, укрепленный периметр. Это позволяет сделать предположение, что в самой форме искусственных объектов заложены некие естественно сложившиеся *архетипы*¹⁷, характеризующие, независимо от культурной и исторической принадлежности, их человеческое происхождение. Другими словами, архетипы характеризуют факты проявления инвариантности в пространственном поведении людей, их деятельности и результаты этой деятельности по обустройству своего окружения. Опираясь на определение архетипа в аналитической психологии, пространственный архетип может быть охарактеризован как: во-первых, «врожденный» опыт человека, т.е. составную часть всякого опыта (будь то опыт пространственной ориентации или строительного созидания), которая *априорно* его определяет; во-вторых, первобытные формы постижения внешнего мира, определившие необходимость пространственного вычленения в окружении неких убежищ, укрытий, скрывищ, затулов, приютов и других видов пространственных *вместилищ*; в-третьих, коллективный «осадок» исторического прошлого, хранящийся в памяти людей и составляющий нечто всеобщее, имманентно присущее человеческому роду и определяющее сознательную или бессознательную *“договорность” норм его бытия*.

Достаточно широко известны примеры строительства традиционных форм жилищ, из века в век репродуцируемые людьми практически без каких-

¹⁶ В частности, этнолога интересует главным образом не то, что люди думают, как они понимают и интерпретируют правила социальной жизни, а *объективные бессознательные законы*, управляющие жизнью помимо того, осознают это сами деятели или нет. Именно законы бессознательного раскрывают загадки функционирования норм человеческой жизни. Видимо, в проявлении этих законов следует искать основу для объяснения формирования пространственно-планировочных стереотипов традиционных “народных” форм жилища, инвариантных планировочных форм древних поселений.

¹⁷ В аналитической психологии К.Г. Юнга понятие архетип соотносится с бессознательной активностью людей. Наряду с инстинктами архетипы являются врожденными психологическими структурами, находящимися в глубинах “коллективного бессознательного” и составляют основу общечеловеческой символики. В рассуждениях о врожденных качествах людей, нашедших отражение в их созидательной строительной деятельности, важно отметить те основания для их появления, которые способна предъявить современная наука.

либо существенных изменений: юрта, эскимосская иглу, индейский вигвам, японские деревянные синтоистские храмы, русская изба, зимовья тунгусов и др. В каждом из этих примеров мы можем говорить о наличии архитектурного архетипа, т.е. устойчивого во времени и целостного (законченного) по своему строению пространственного образования¹⁸. Трудно определить период их появления, завершения формирования структуры строения, но с приобретением некой формы данные объекты уже не менялись и в дальнейшем репродуцировались подобно организму по некому заданному «генетическому» коду.

Таким образом, в работе подчеркивается, что утилитарные свойства формы архитектурного пространства обусловлены требованиями естественной геометрии пространства, врожденными психологическими (внекультурными) механизмами ориентации в пространстве и задачами регулирования людьми своих пространственных отношений друг с другом и предметным окружением.

Структурный метод

Способность играть на бильярде не подразумевает, да и не требует, обязательного знания законов механики. Это касается и нашего умения жить и творить в окружающей нас пространственной среде. Поскольку все люди с детства свободно ориентируются в пространственном окружении, то многие так же естественно принимают за решение всех вопросов, связанных с формированием среды обитания: строят и перестраивают дома, прокладывают дороги, роют каналы, вырубают и сажают деревья и т.д., то есть создают то, что принято называть архитектурой в общем ее понимании. Чтобы выжить, люди привносят свой порядок (т.е. структуру) в окружающий их мир¹⁹. Порядок предусматривает наличие неких устойчивых приемов создания форм.

Основываясь на этом, мы можем предположить наличие «структурности» в самом знании человека о внешнем Море, что предполагает «навязывание» структурных свойств всему тому, что человек создает. Структурность, т.е. стремление к особому виду упорядоченности предметной среды, характеризует самого человека в его созидательной деятельности.

Выяснение процессов, которые визуально трудно определимы, но важны для выяснения закономерностей внутреннего строения архитектурных объектов, требует применения соответствующего исследовательского подхода. В работе выбран *системно-структурный подход*, который предусматривает научное описание предмета исследования путем выявления

¹⁸ Феномен «архитектура без архитекторов» исследуется в работах Б. Рудольфи, М.И. Джандиери, Л. Беневоло.

¹⁹ В противопоставлении природной среды и антропогенной заложен антагонизм разных форм их структурной организации, обеспечивающих, с одной стороны, жизнедеятельность множества живых существ, а с другой, преимущественно только человеческой в ущерб остальным. Очевидна непродуктивность такого противопоставления.

соотношений между составляющими его частями. В качестве частей рассматриваются не конкретные архитектурные формы (объемы) или их значения (смыслы), а сложившиеся между выделенными частями соотношения, т.е. суть находится не только в формах и их значениях, а и в их взаимных соотношениях в составе архитектурного явления (объекта или комплекса). Эти скрытые внутренние взаимодействия предоставляют возможность отличать одни объекты от других, сопоставляя структуры составляющих их частей. Так, при анализе любого архитектурного сооружения или комплекса как определенной архитектурной системы следует говорить не только о конкретных образцах, их авторах, датировке, особенностях строительства, но и отличительной устойчивой системе используемых формальных приемов организации пространства, определяемой его внутренним пространственным членением, масштабным соотношением этих членений, последовательностью их соединения, ассортиментом, нормативными требованиями по их использованию и т.д., т.е. определением его структурных свойств. Системное описание строения архитектурных объектов позволяет соотнести любой объект с условно выделенной системной «общностью» и установить родство в его пространственном устройстве независимо от даты строительства и внешних стилистических признаков его внешней формы²⁰. Системно-структурный подход связан в архитектуре с переходом от преимущественно описательно-эмпирического к абстрактно-теоретическому уровню исследования. При этом в основу исследовательских операций закладываются структурный метод, формализация, моделирование и математизация²¹. В сущности, этот метод описания может в будущем стать основой новой «структурной» типологии.

Согласно энциклопедическому определению, основу структурного метода составляет выявление структуры как совокупности отношений, инвариантных (не изменяющихся) при некоторых преобразованиях. В такой трактовке понятие структуры характеризует не просто «устойчивый» скелет какого-либо объекта, а совокупность правил, по которым объекты могут быть преобразованы. Поскольку при таком подходе исследование сосредоточено на операциях преобразования пространственных взаимоотношений, характерной чертой структурного метода становится перенесение внимания с элементов и их «природных» свойств на *отношения* между элементами. Основными процедурами структурного метода являются:

1) выделение первичного множества объектов, в которых предполагается наличие структуры;

²⁰ Ф. Де Соссюр при изучении строения разных языков трактовал их как языковые системы и, обсуждая суть их различия друг с другом, сравнивал языковую систему с шахматной партией. В шахматах фигура определяется исключительно своими функциональными возможностями и относительным позиционированием по отношению к полю и другим фигурам на шахматной доске. Внешняя форма фигур и их материал совершенно безразличны для игры. Принципиальное значение имеют лишь функциональные свойства фигур и характер структурных состояний, определяемый взаиморазмещением фигур.

²¹ Основателями структурного метода считаются: этнолог К. Леви-Стросс, культуролог М. Фуко, психоаналитик Ж. Лакан, литературовед Р. Барт, искусствовед У. Эко.

2) расчленение объекта на элементарные части, в которых типичные повторяющиеся отношения связывают пары вычлененных элементов;

3) раскрытие отношений преобразования между частями, их систематизация и построение абстрактной структуры путем формально-логического моделирования с выводением из структуры всех теоретически возможных следствий с их последующей проверкой на практике.

В качестве рабочей гипотезы в диссертации принято положение, что устойчивые процессы жизнедеятельности людей определяют условия формирования искусственных архитектурно-пространственных систем²². Трактовка исследуемого объекта как системы требует соблюдения условий, сформулированных в теории систем и системном анализе²³, общих для любых системных образований. Основные принципы общей теории систем, использованные в данной работе, сводятся к следующим положениям:

1) совокупность элементов системы рассматривается как целое, а не как простое их объединение;

2) свойства системы не исчерпываются суммой свойств ее элементов, т.е. система способна обладать своими собственными свойствами;

3) система не может рассматриваться автономно, в отрыве от окружающей среды, т.е. анализируемая система может быть частью (подсистемой) более общей системы;

4) возможность деления системы на части (подсистемы) при условии соблюдения всех предшествующих положений.

Таким образом, для целей исследования пространственных свойств архитектурных объектов в работе привлечен структурный метод, призванный выявить структуру как относительно устойчивую совокупность отношений на основе признания методологического предпочтения отношений над самими элементами в изучаемой системе. Структурный метод предоставляет возможность формализации объекта исследования и этим создает новую категорию объекта, который, не принадлежа к области реального, а находясь в области рационального и функционального, тем самым вписывается в целый комплекс научных исследований, развивающихся сегодня на базе наук, связанных с изучением структуры. Цель применяемого в диссертации структурного метода заключается в выявлении единых структурных закономерностей, справедливых для множества архитектурных объектов. Для структурного метода исследования характерно исключение из предмета

²² На этом основании К. Леви-Стросс пришел к заключению о существовании *бессознательной структуры*, лежащей в основе каждого социального установления или обычая. Это заключение позволяет обрести принцип истолкования, действенный и для других установлений и обычаев. В данном случае он отыскивал общие корни в мышлении, культуре, социальной жизни народов, стоящих на разных ступенях исторического развития, и исходил из предположения о том, что разные формы общественной жизни представляют в своей сути нечто общее. Все они являются системами поведения – каждая из которых есть некоторая проекция на плоскость сознательного и общественного мышления всеобщих законов, управляющих бессознательной деятельностью человеческого духа.

²³ Общая теория систем была разработана Л. Фон Бергаланфи в 1937 году и связана с решением двух основных задач: во-первых, расширение и углубление собственных представлений о «механизме» взаимодействия объектов, образующих систему. Изучение и, по возможности, открытие новых ее свойств; во-вторых, повышение эффективности системы в плане ее функционирования.

исследования психологических факторов, желание определить структуру явления в отвлечении от его развития, от культурных, географических, социальных, исторических обстоятельств его существования, от частных, несистемообразующих свойств составляющих его элементов.

Архитектурная система и структура

Приступив к исследованию, необходимо выделить в составе всего того, что мы обобщенно называем Архитектурой, часть, которая обеспечивает физическую (естественную) возможность пространственного существования объектов. Объединим эту часть понятием *оболочка обитания*. Другими словами, оболочка обитания — это любое предметно-пространственное явление окружающей среды, созданное или приспособленное человеком для использования в качестве вместилища своей деятельности.

Архитектура, как сложная искусственная система, не могла бы возникнуть, если бы в самом механизме познания человеком объективного мира не были подготовлены благоприятные факторы для ее появления. Одним из таких факторов явилось понятия *места*, т.е. некоего выделенного вместилища или ограниченной «пустоты» (помещения, убежища), позволяющих человеку осознать *части* в составе *целого* и ориентироваться в такого рода дискретном окружении.

В работе предлагается ввести понятие «*локум*»²⁴, которое характеризует формальные свойства исходной пространственной единицы в составе архитектурного пространственного образования. Данное понятие связано с представлением о классе дискретных пространственных элементов, из которых складывается пространственная целостность архитектурных объектов. Понятие «*локум*» характеризует умозрительную формальную единицу, которая не существует в природе, но может быть соотнесена с оболочкой обитания – конкретно вычлененным пространством (помещением, комнатой, коридором и т.д.). Это понятие в диссертации вводится для определения той составляющей, которая становится формальным первоэлементом модели пространственного построения архитектурного объекта. Оболочка обитания и локум суть одно и то же, но рассмотренные с разных сторон. Понятие «*локум*» необходимо для определения исходной системной единицы модели, которая исследуется во второй главе при построении и описании исследовательских моделей.

Определение архитектурного объекта как пространственной архитектурной системы, состоящей из множества составляющих ее элементов, связанных между собой и образующих структурное единство, держится на трех понятиях: «*элементность*», «*связанность*» и «*целостность*».

Понятие *элементности* соотнесено с возможностью деления пространственной формы архитектурного объекта на первичные элементы –

²⁴ Предложенный автором термин «*локум*» происходит от латинского слова *locum* (или *locus*), обозначающего место, локализацию чего-либо в пространственном окружении.

локумы, призванные обеспечить возможность формализации и моделирования пространственного строения объекта.

Понятие *связанности* демонстрирует состояния объекта и характеризует конкретные формы взаимосвязи и взаиморазмещения элементов-локумов, которые являются составными частями пространственной формы архитектурных объектов.

Понятие *целостности* необходимо для описания выделенности архитектурных объектов из внешнего окружения, их относительной самодостаточности и самостоятельности пространственного функционирования. Понятие «целостность» появляется в определении системы как ее существенное свойство. При взгляде на объект извне понятие целостности ассоциируется с обособленностью, самостоятельностью, замкнутостью. Если рассматривать объект «изнутри», то это понятие обретает смысл в том случае, если появляется представление о внешнем, т.е. при наличии открытости (связи с внешним). Таким образом, целостность соединяет в себе противоположные свойства (замкнутость и открытость), которые должны находиться в соотношении дополнительности²⁵. Понятие целостности соотносится только с понятием системы (а не структуры) и отражает абстрактные (умозрительные) качества искусственно выделяемых множеств элементов. Так, можно говорить об архитектурной системе пространственной организации римских терм как о совокупности объектов с идентичным порядком взаиморасположения и назначения пространств, входящих в состав такого типа объектов. Однако римские термы строили по всей Римской империи – они были большие и маленькие, с разными особенностями оформления и оснащения, что характеризовало для каждого из объектов их собственную структуру строения.

Таким образом, предложены три аспекта рассмотрения структурных свойств архитектурного пространства: *элементности*, связанной с изучением форм геометрического членения на части; *связанности*, характеризующей топологические характеристики структур пространственного взаимодействия; и *целостности* (или системности), характеризующей суммарные качества существования структур как целостных образований.

Именно благодаря упорядоченности и повторяемости одних и тех же единиц (элементов) и их комбинаций архитектурный объект предстает как нечто целое, наделенное смыслом²⁶. Форма, таким образом, это то, что позволяет пространственному взаиморазмещению единиц не выглядеть результатом чистой случайности. Пространственная форма архитектурных объектов это то, что человек выводит из под власти случая и наделяет «пользовательским» смыслом, пусть не всегда явно выраженным. Так пещера, как природное явление, станет объектом архитектуры только с

²⁵ Принцип дополнительности заключается в том, что каждое представление о предмете позволяет отразить только часть истины. Используя понятия, как будто противоречащие друг другу, можно получить взаимодополняющие сведения и из них в конечном итоге складывается полная картина. Парадокс – это форма истины (по Н. Бору).

²⁶ В лингвистической науке комбинаторные образования подобного рода называют грамматическими формами.

момента ее включения человеком в состав пространств своего обитания. Утрата статуса включенности архитектурного объекта в среду жизнедеятельности выводит объект из сферы архитектуры в сферу естественно-природных явлений²⁷. В качестве примера может служить дворец римского императора Диоклетиана в г. Сплит (Средняя Далмация). После падения Рима дворец Диоклетиана рассматривался завоевателями как укрепленная наружными стенами каменоломня. Внутри дворца «вырос» мелкомасштабный средневековый город. Также показательна судьба Колизея в г. Арль во Франции. Существуют гравюры и чертежи, свидетельствующие, что в период раннего средневековья внутри его вырос средневековый город, который использовал стены театра в качестве городских укреплений.

Таким образом, *архитектурная система* определяется как умозрительно связанная совокупность фактов искусственного средового окружения человека и лежащих в ее основе механизмов их естественного существования. Архитектурная система предусматривает многоуровневую организацию с наличием подсистем, соотносимых с уже сложившейся в архитектуре объектной масштабно-целостной классификацией: интерьерная организация объекта, предусматривающая целостное построение его внутреннего пространства; объект (здание, сооружение) как самостоятельная единица, противопоставленная внешнему окружению; комплекс объектов с включением их внутренних и внешних пространств (многофункциональные комплексы, жилые образования, кварталы, населенные пункты, фрагменты городской среды); градостроительные комплексы, где пространство заменяется понятием территории, но еще не утрачивает своей соразмерности человеку. Выделение подсистем в архитектурной системе необходимо в связи с необходимостью определения объекта архитектуры как целостной структурной единицы соответствующего итерационного уровня.

С архитектурной системой следует соотнести понятие *архитектурной структуры* как абстрактной сети соотношений различных частей архитектурного объекта, т.е. их пространственную структурную организацию. Структура представляет собой совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях. В вышеприведенном сопоставлении следует принципиально отличать понятия архитектурной системы и структуры. Система – это реальный феномен, явление, объект или их группа, рассматриваемые как совокупность связанных определенным образом составных частей. В то время как структура представляет собой абстрактную сеть отношений этих частей. Поэтому каждая архитектурная система всегда предполагает наличие в ней собственной структуры. Структура не может

²⁷ По мнению известного французского искусствоведа Р. Барта "...человеческая мысль подчиняется не аналогической логике копий и образцов, но логике упорядоченных образований, а с другой стороны, эти же самые произведения, в глазах тех, кто не различает в них никакой формы, выглядят как хаотические и самые никчемные".

быть создана искусственно, безотносительно к какой-либо архитектурной системе.

Обобщая вышесказанное, напомним, что в *главе 1 «Представления о принципах построения архитектурных объектов»*:

во-первых, определено, что основные принципы пространственной организации среды обитания живых существ едины и основаны на законах пространственной геометрии, обеспечивающих существование материальных объектов в реальном пространстве;

во-вторых, указана необходимость разработки общей теории членения архитектурного пространства;

в-третьих, установлено, что утилитарные свойства архитектурного пространства обусловлены требованиями геометрии, врожденными (внекультурными) механизмами пространственной ориентации людей и задачами регулирования ими своих пространственных взаимоотношений;

в-четвертых, для построения исследовательской модели в работе введены новые понятия: оболочка обитания, локум, архитектурная система (подсистемы), архитектурная структура, элементность, связанность и целостность. В качестве основного исследовательского метода. выбран структурный метод, обеспечивающий выявление структурных закономерностей пространственного построения архитектурных объектов.

В *главе 2 «Опыт исследования структурных свойств архитектурного пространства»* устанавливаются основные принципы формализации и моделирования физических свойств пространственной формы архитектурных объектов, исследуются ее геометрические, структурно-топологические и целостно-системные свойства.

Объект и Модель

Естественнонаучный подход к изучению архитектурного феномена возможен только при условии разработки механизмов изоморфического переноса определенных свойств реальных объектов на их формальные модели и последующем изучении этих моделей, отражающих искомые свойства. Чем точнее найден способ отображения интересующих нас качеств реального объекта или процесса, тем продуктивнее будет результат адекватных описанию реальных свойств архитектурных объектов. В связи с этим в работе выделяются три основные типа моделей: *феноменологические* (отражающие внешние наблюдаемые зрителем характеристики моделируемых явлений), *имитационные* (связанные с имитацией интересующих исследователя свойств и сторон анализируемого объекта искусственным путем с учетом закономерностей и особенностей, установленных при предварительном анализе) и *содержательные* (вскрывающие внутренние, внешне ненаблюдаемые, механизмы явления).

Архитектор активно использует практически все виды моделей в своей работе, поскольку основной его труд связан с разработкой чертежей, макетов, абстрактных схем и конструкций, только частично отражающих характеристики реальных объектов.

В работе для целей анализа структуры пространства архитектурных объектов отдается предпочтение *содержательным* моделям, описывающим скрытые механизмы построения объектов. Модели строятся в соответствии со следующими условиями: во-первых, в объекте выделяются формальные пространственные единицы *локумы*, соотносящиеся с конкретными архитектурными пространственными элементами (комнатами, коридорами, лестницами, фрагментами улиц и площадей и т.д.); во-вторых, определяются границы варьирования выделенных единиц с установлением правил соотнесения условных моделей с реальным объектом или его частью; в-третьих, устанавливаются взаимосвязи между пространственными элементами, характеризующими вид пространственного взаимодействия; в-четвертых, определяются правила перехода от формальной модели, описывающей структурные характеристики объекта, к его объектной реализации. Такого рода правила определяют в своей совокупности «код» (или алгоритм), в котором сосредоточены индивидуальные характеристики архитектурного объекта²⁸, отражающие свойства его геометрической расчлененности и пространственной связанности элементов.

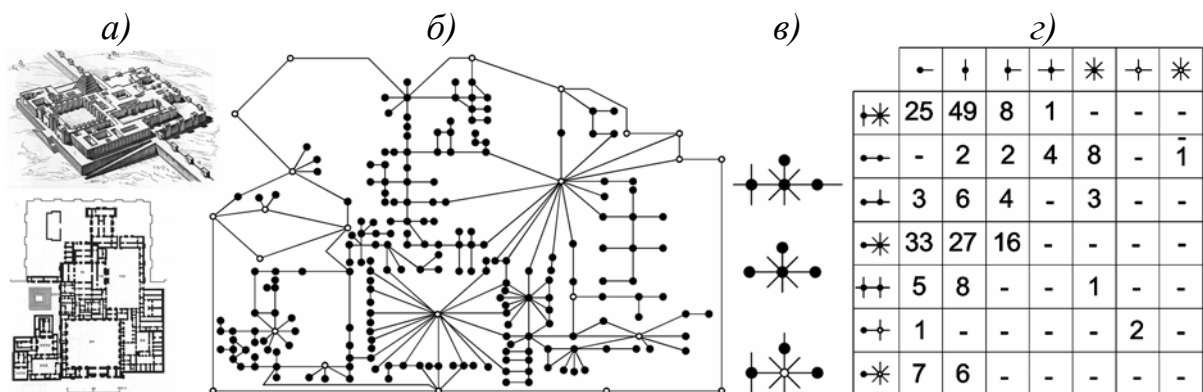


Рис.3. Пример анализа структуры пространственной связанности дворца Саргона II в Хорсабаде (а). Выявление графоаналитической модели связанности, содержащей разные виды вершин-узлов (локумов), взаимосвязанных друг с другом (б), позволяет установить наиболее характерные узловые связки пространств (в) и полную матрицу всех видов их взаимодействий (г)

Для понимания целого необходимо определить и понять его составные части. Как мы отметили выше, в обобщенном виде практически любой

²⁸ Выявление подобных «кодов» занимает важное место в различных видах творчества – художественном, изобразительном или научном. Разработка стилистических приемов комбинирования пространств для получения специфических (авторских) вариаций пространственных сочетаний имеет свою историю. Этим занимались мастера прошлого и настоящего, среди которых наиболее ярко это сделано в работах А. Палладио, Ф. Л. Райта, Л. Кана, Ле Корбюзье, оставивших большие творческие наследия, отличающиеся стилистической последовательностью.

архитектурный объект – будь то отдельное сооружение или поселение – может быть представлен как некая совокупность взаимосвязанных частей: на уровне сооружений это могут быть помещения, комнаты, коридоры, холлы; на уровне поселений – участки, зоны, территории, локализованные «пространства». При этом первичные пространства (локумы) представлены в двух качествах: во-первых, все выделяемые локумы граничат друг с другом и по своему строению представляют системы типа «пена», где каждая отдельная пустота-ячейка, соприкасаясь с другими, сплошь заполняет некий объем; во-вторых, для всех архитектурных объектов характерно, что все локумы проницаемы, т.е. имеются проходы из одних в другие, и в этом смысле организация проходов напоминает систему капилляров. В первом случае мы сталкиваемся с проблемой исследования особенностей геометрической организации различных форм «пограничного соседства» множества локумов, что соответствует свойству элементности структурной организации архитектурных объектов. При этом следует учитывать, что сами локумы могут иметь различные размеры и конфигурацию своих границ. Во втором случае мы исследуем структуру циркуляции (топологию связей), т.е. возможности пространственного перемещения внутри архитектурных объектов, что обусловлено свойством связанности пространства.

Свойства пространственной связанности

Практическое значение структуры связей заключается в определении вариаций взаимной доступности пространств и, соответственно, способности достижения оболочек обитания, предназначенных для различных видов деятельности, лиц, ресурсов, информации и т.д. Трудно переоценить значение этого свойства, поскольку человек целевым образом использует пространственную форму для регулирования своей деятельности и, следовательно, использует разные приемы проникновения из одного пространства в другие. Кроме того, контроль над пространственной формой определяет важные психологические реакции людей. Исследования психологов и социологов подтверждают, что чувства возбуждения, беспокойства, удовлетворения, гордости могут быть обусловлены характером регулирования пространственной доступности²⁹.

Пространства (или их формальные эквиваленты – локумы) структурно связаны между собой в рамках анализируемых архитектурных объектов. Они подчинены общей логике структуралистской рациональности, объясняющей взаимоотношения элементов системы³⁰. В опоре на исследования

²⁹ Эти идеи представлены в работах Э. Холла, К. Линча, Ам. Раппапорта.

³⁰ Так, необходимость размещения помещений по периметру здания (для обеспечения их естественной освещенности, инсоляции и вентиляции) формирует элемент структуры, который отсутствует среди "позитивной" структуры (т.е. местоположение элемента определяется не только внутренними ограничениями геометрического характера, но внешними по отношению к объекту факторами). Учет такого рода факторов, определяющих наличие элементов и их особых отношений "негеометрического" характера, играет весьма существенную роль, поскольку благодаря ему отношения в структуре получают определенный архитектурный смысл.

структуралиста Л. Ельмслева в работе выделены три типа зависимостей элементов-локумов, встречающихся в структурах пространственной организации архитектурных объектов: *координация*, *детерминация* и *конstellация*. Это позиции, которыми описывается все разнообразие форм локального взаимодействия пар пространств в любой пространственной структуре.

Координация, или *взаимная зависимость*. Два пространства-локума, находясь в составе структуры, в силу своей позиции могут оказывать влияние на свойства друг друга. В качестве примера представим себе планировочную ситуацию, в составе которой существуют помещения, изменение свойств которых (например, запирание определенных дверей и изменение этим формы связанности с другими помещениями) оказывает влияние на пространственные свойства других помещений (см. рис. 4).

Детерминация, или *односторонняя зависимость*. Одно пространство меняет структурные свойства другого, оставаясь неизменным. Например, в планировке дома атриумного типа (примером может служить традиционный греческий дом с центральным двором-атриумом) пространство главного атриума "контролирует" (или детерминирует) окружающие пространства. Исключение одного из подконтрольных пространств из общей структуры не нарушит пространственной циркуляции через атриум (см. рис. 4).

Конstellация, или *взаимная независимость*. Пространства существуют независимо друг от друга, а изменение их свойств не отражается друг на друге. Например, в условиях решетчатой планировки города пространства перекрестков связаны друг с другом многовариантными маршрутами, а исключение одного из них не сказывается существенным изменением свойств связанности других³¹ (см. рис. 4).

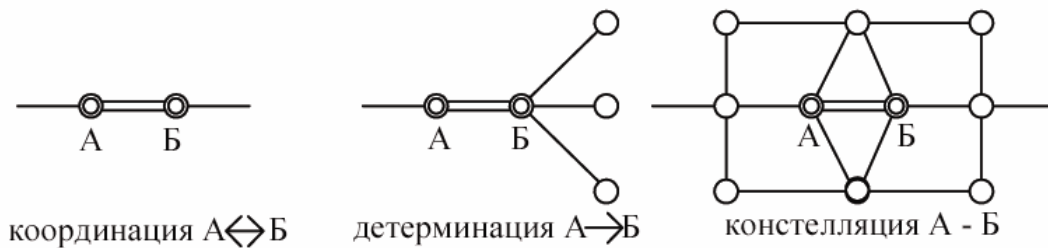


Рис. 4. Типы локальных межпространственных взаимодействий. Определение структурных пропозиций пространственных отношений открывает возможности для «синтаксического» анализа построения пространственных структур, позволяющего устанавливать позиционные свойства каждого из элементов

В работе приводится анализ упрощенных архитектурно-планировочных ситуаций, говорящий о принципах и закономерностях их структурного построения. Анализ касается только объектов с ортогональной компоновкой составляющих их элементов. Это связано с тем, что прямой угол наиболее распространен в архитектуре, и объектов с прямоугольной геометрией

³¹ Данная классификация пропозиций соотносится с методами анализа синтаксических конструкций построения текстов. В грамматике языка подобные синтаксические конструкции строго нормированы и увязаны с морфологическими категориями и словообразованием.

внутреннего членения значительно больше иных³². По мнению математиков, присущие ортогональной системе геометрические свойства обуславливают больше вариационных возможностей формирования пространственных структур в трехмерной реальности³³. Знаменательно и то, что ортогональная система присуща исключительно человеческим объектам.

В качестве исследовательской модели пространственного строения архитектурного объекта выбран его план – наиболее привычная для архитектора модель внутренней пространственной структуры объекта. Модель объекта представлена в виде ортогональной геометрической фигуры. В основе разделения ортогонального плана на составляющие его прямоугольные части – локумы (комнаты, помещения) – заложен прием его представления в форме расчлененной геометрической фигуры³⁴.

Архитекторы на проектной стадии своей деятельности постоянно анализируют варианты возможной объемно-пространственной и планировочной организации будущей архитектурной формы. Этот трудоемкий процесс проб и ошибок часто связан с выяснением возможностей геометрического решения той или иной компоновочной задачи. Кроме того, процесс перебора вариантов занимает много времени и требует большого напряжения. Однако, в конечном итоге, его решение предопределено пространственной геометрией. Очевидно, что знание архитекторами геометрических и структурно-топологических закономерностей построения пространственных образований дополнит арсенал приемов решения задач компоновки архитектурных объектов, который сегодня преимущественно основан на композиционных методах. Новые технологии компьютерного моделирования открывают для этого большие практические возможности.

Для решения задач описания и параметрической оценки особенностей строения объектов, представленных геометрическими моделями, в работе применена теория графов³⁵, которые становятся инструментом моделирования структурных свойств связанности дискретных пространственных составляющих – локумов. Смежность границ «первопространств»-локумов подразумевает возможность организации пространственного объединения их между собой, т.е., если мы хотим связать

³² Согласно данным Р. Бемиса, Р. Бона и М.Дж. Крюгера, ортогональная организация строений в составе плотной городской застройки составляет более 90%.

³³ Математические решения задач «упаковки» (расфасовки) вещества также указывают на ортогональные варианты как наиболее эффективные с технологической, функциональной и других точек зрения.

³⁴ Методы преобразования архитектурного плана в геометрическую модель вида сети изложены в работах Ф. Стивмана, Л. Марча, Т. Виллоуби, Д. Хоукса и др. Сети моделируют не только ортогональные геометрические построения, но и треугольные, гексагональные и др. С проблемами изучения сетей в приложении к планировке можно познакомиться в работах Р. Кришнамурти (1979), А. Голомба (1966); Н. Луннона (1972).

³⁵ Под *графом* в теории графов подразумевается совокупность конечного числа точек, называемых *вершинами* графа, и попарно соединяющие их линии, называемые *ребрами*. Граф может быть *полным* (все вершины соединены попарно ребрами), *плоским* (если он может быть отображен на плоскости) и *связным* (каждая из вершин имеет не менее одного ребра). Кроме того, для исследования пространственных образований важны такие понятия теории графов как *грань* графа (многоугольник, образованный ребрами графа), *путь* графа (последовательность ребер от одной вершины до другой), *цикл* графа (замкнутая последовательность ребер графа), *дерево* графа (граф, не содержащий циклов).

пространства двух помещений, то мы создаем в их общей границе проем, если нет – сохраняем границу «глухой»³⁶. Таким образом, ресурс связанности пространств-локумов может быть и не реализован, а следовательно, граф связанности может отражать соединение пространств потенциально возможное или реально осуществленное (см. рис. 5).

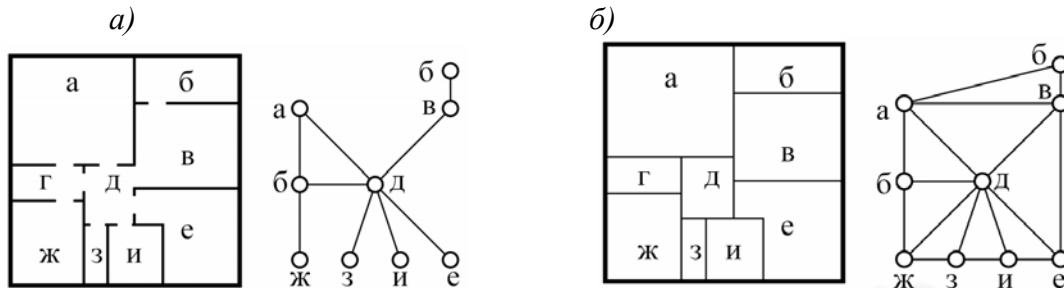


Рис. 5. Соотношение геометрической модели и модели пространственной связанности: а – фактическая структура циркуляции; б – полная (ресурсная) структура циркуляции. Сопоставление фактической и полной структур связанности помещений анализируемого объекта позволяет выяснить вариационные возможности ее изменения при уже сложившейся геометрической форме членения пространства

В этом механизме заключается суть производимого архитекторами регулирования, которое становится инструментом управления формой пространственной связанности³⁷.

Исследования пространственной связанности на основе графоаналитических моделей позволили выявить разные состояния пространственной структуры, которые складываются в архитектурных объектах. Все множество этих состояний может быть математически сведено к двум основным их разновидностям: ветвистой (последовательной) организации взаимодействия пространственных элементов и сеточной (параллельной, многопроходной) организации³⁸. Однако при анализе существующих объектов такая классификация не позволяет отслеживать важные с точки зрения архитектурно-планировочных качеств пространственные свойства. Например, анфиладная последовательность пространств (музей, дворец, подводная лодка, бомбоубежище), коридорная (гостиница, офис, купейный вагон) или ветвистая их организация (квартира, жилая секция) относятся к одной разновидности – последовательному (ветвеобразному) соединению, но для архитекторов они принципиально разные по приему компоновки пространств.

³⁶ Пространственные отношения между помещениями архитекторы в проектной практике обычно называют пространственной, или функциональной, связанностью и рисуют схемы, аналогичные графоаналитическим моделям.

³⁷ Использование графов для моделирования форм пространственной связанности (или циркуляции) в 1970-х годах позволило расширить аспекты их исследования (Л.Н. Авдоткин; Э.П. Григорьев; К. Оре), но результаты исследований не были обобщены и не получили своего законченного изложения в форме теории пространственной связанности.

³⁸ Термины «параллельные и последовательные соединения» заимствованы из электротехники и характеризуют принципиально разные виды организации электрических сетей. Применение этих терминов в архитектуре для описания пространственных взаимодействий впервые было предложено академиком И.Г. Лежавой (1982).

Для определения архитектурно-планировочных структурных различий в организации пространственной формы в диссертации предложено выделить 5 типов структур, отличающихся по своим *топологическим свойствам связанности* и отображающих определенное архитектурно-пространственное содержание: *линейный, гребешковый, ветвеобразный, ромашковый, сеточный* (см. рис. 6).

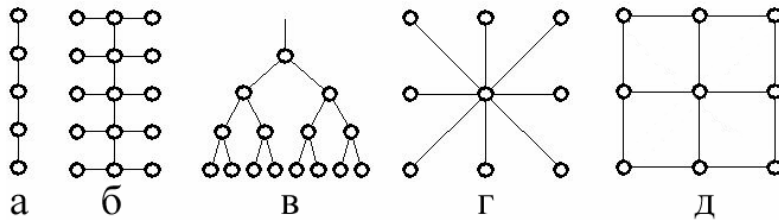


Рис. 6. Основные типы структур пространственной связанности: а) анфиладный; б) гребешковый; в) ветвеобразный; г) ромашковый и д) сеточный

Каждый из представленных типов характеризует особые свойства пространственной циркуляции, которыми оперируют проектировщики при решении задач обеспечения схем пространственных взаимодействий³⁹. Если рассматривать пространственное формообразование как вариационное множество решений, которое может быть классифицировано по своему «тяготению» к тому или иному структурному типу (в целом или в частях), то переход от одного типа к другому определяется «преодолением» некоего порога в их структурном состоянии.

Геометрические свойства архитектурного пространства

При исследовании геометрических основ пространственной компоновки очень важна проблема членения общего на части. Вопросы геометрической разбивки пространства на элементарные составляющие, поиск наиболее оптимальных геометрических примитивов расчленения объема занимают исследователей с давних пор и составляет одну из основных задач геометрии⁴⁰.

³⁹ Архитекторам хорошо известны: *анфиладные типы* планировки, удобные для музеев и галерей, *гребешковые*, которые можно наблюдать в вагонах, гостиницах, офисах, *ветвистые* – в квартирах, мусульманских поселениях, погребальных комплексах, *ромашковые* – в атриумных сооружениях, радиальных планах поселений, *сеточные* – в «гипподамовых» планировках большинства поселений, ярмарках и др.

⁴⁰ Итальянский купец Маральди в XIII веке выяснил, что пчелы нашли решение геометрической задачи сотовой упаковки пространства одинаковыми по структуре ячейками. Когда при изучении кривых в механике был введен принцип минимума, то величина угла в 110 градусов (которую Маральди определил опытным путем) оказалась оптимальной: при любом другом значении этого угла для построения ячейки того же объема потребовалось бы больше воска. Если надлежащим образом симметрично отсечь шесть вершин додекаэдра, то получится многогранник, ограниченный шестью квадратами и восемью шестиугольниками. Этот тетракайдекаэдр был известен еще Архимеду и вновь был открыт лордом Кельвином и русским кристаллографом Федоровым. Такие многогранники могут заполнить все пространство без покрытий и пропусков, так же как в случае с ромбододекаэдрами. В своих балтиморских лекциях лорд Кельвин показал, каким образом «... разбиение пространства на равные и параллельные тетракайдекаэдры приводит к еще большей, чем в случае ромбических додекаэдров с плоскими гранями, экономии поверхности относительно объема». По свидетельству Г. Вейля, есть основания полагать, что

Основу исследовательской модели геометрических свойств расчлененного пространства выполняет модель «плоских сетей», предложенная впервые в работах Л. Марча и Ф. Сидмана (1971). Модель проста и сводится к тому, что планировочное решение архитектурного объекта, которое в большинстве случаев отображает его внутреннее пространственное строение, может быть сведено к плоской геометрической фигуре (сетке), состоящей из внешнего контура, расчлененного на многогранники. Большинство исследований по геометрии пространства и, прежде всего, те, на результаты которых опирается данная работа, основаны на такого рода моделях. Сетки строятся на основе разных геометрических примитивов: треугольников, прямоугольников, шестигранников и т.д. Последовательный учет исходных геометрических параметров построения сеточной модели позволяет математически определять все следствия и параметры описания каждого ее состояния.

В работе обобщены результаты исследований предшественников, которые занимались поиском геометрических закономерностей построения пространственных структур на основе моделирования строения реальных архитектурных объектов⁴¹. Данные исследования были главным образом связаны с выявлением зависимостей между разными параметрами описания формализуемых геометрических свойств пространственных образований: по типу геометрической сетки, построенной на основе треугольников, прямоугольников или многоугольников; по количеству и ассортименту составных элементов компоновки; по конфигурации внешнего контура формы объекта и др.⁴² Результатом этих разработок было математическое обоснование возможностей параметрического описания механизмов формообразования плоских и объемных геометрических фигур с целью последующего программирования и виртуального воссоздания геометрических форм. В частности, значимым событием было появление методики анализа геометрических свойств расчлененных плоских ортогональных фигур, разработанной в Кембриджском университете (Англия) Ф. Сидманом (1976). В его работе были установлены закономерности геометрического формообразования при компоновке разного количества составных элементов. Так, при компоновке 6 прямоугольников в границах прямоугольного контура возможно построение лишь 117 вариантов его расчленения, при этом они могут быть связаны (граничить друг с другом) 98 способами, из которых лишь 27 имеют свою плоскую геометрическую реализацию (см. рис. 7, е). Данные исследования на примере геометрических фигур (сеток), имитирующих планировочные ситуации, указали пути изучения механизмов алгоритмического синтеза архитектурных форм.

конфигурация, предложенная лордом Кельвином, *дает абсолютный минимум площади оболочки геометрического примитива, на которые делится пространство.*

⁴¹ Такого рода исследования наиболее активно проводились в 1980-1990 годы в университетах Англии, США и Франции. В СССР работы по данной проблеме проводились фрагментарно, в прикладном аспекте и в отрыве от международной практики.

⁴² Среди авторов основных работ указанного направления следует отметить Ф. Сидмана, Л. Марча, Т. Кришнамурти, Т. Виллоуби, А. Голомб, Дж. Гипс, У. Флеминг, Р. Бон, Ц.Ф. Эрль, Ц. Блох и др.

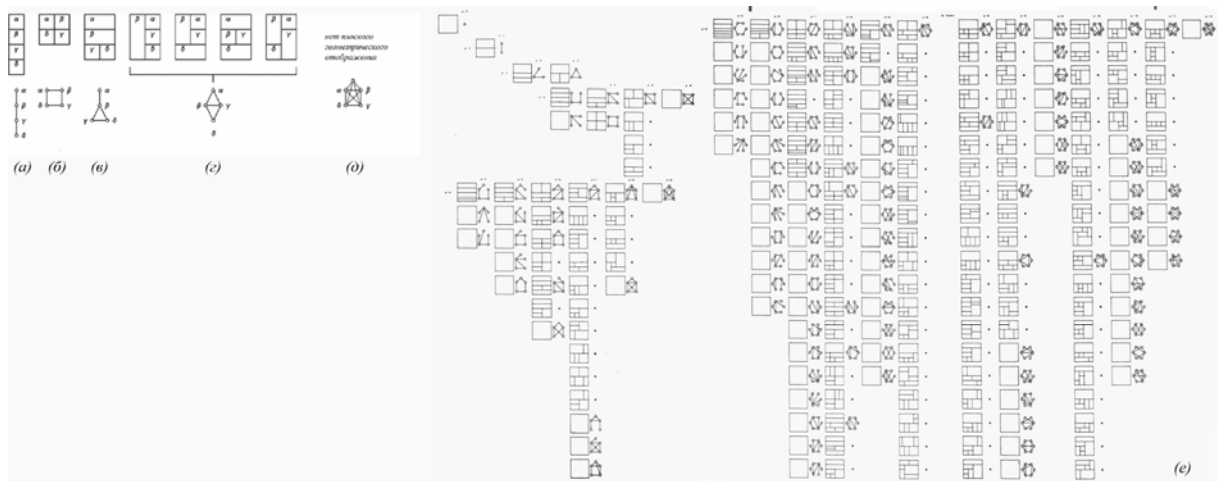


Рис. 7. Соотношение геометрической модели и соответствующего ей графа связности локумов. Несколько геометрических фигур с разной компоновкой составляющих их элементов имеют одну структуру связей локумов (г). При этом существуют структуры, которые не могут быть отображены геометрически (д). Таблица геометрических фигур и форм связности, составляющих их элементов (по Ф. Сидману) (е).

Анализ предшествующих исследований позволил сделать ряд важных для данной работы выводов.

Во-первых, количество вариантов компоновки в границах заданного контура зависит от количества их составных элементов-локумов, их конфигурации и структуры взаиморасположения. При этом эта зависимость может быть математически описана.

Во-вторых, вычленяемые в составе пространственных образований отдельные локумы по-разному граничат друг с другом, и это их взаимодействие может быть описано средствами графоаналитического метода.

В-третьих, сами графоаналитические модели (графы) становятся предметом анализа теории графов, что позволяет привлекать наработанные приемы и методы (в том числе методы математического описания свойств графов)

В-четвертых, обнаруживаются графы связности элементов-локумов, которые не имеют своих геометрических эквивалентов, что подтверждает возникающие на практике ситуации противоречия желаемого и возможного в пространственном формообразовании.

В-пятых, существуют графы связности, которые имеют по несколько геометрических эквивалентов, т.е. существует геометрическая вариантность реализации одной и той же формы пространственной связности.

В настоящее время в теории архитектуры проблема рассматриваемого пространственного взаимодействия определяется через понятие компоновки, связанной с «составлением из различных частей единого целого, синтезируемого в силу внутренней диалектики компонентов» (по Э. Роджерсу). При этом считаются заданными как сами части, так и правила их соединения. С другой стороны, мы имеем дело с задачей исследования

циркуляции в пространстве, т.е. определения возможности попадания из одних помещений в другие. В структуре связей разные помещения (локумы) играют различную роль, которая определяется: во-первых, степенью связанности каждого локума со своим окружением – другими локумами; во-вторых, положением локума в общей циркуляционной системе и его позиционной ролью в пространственной структуре⁴³.

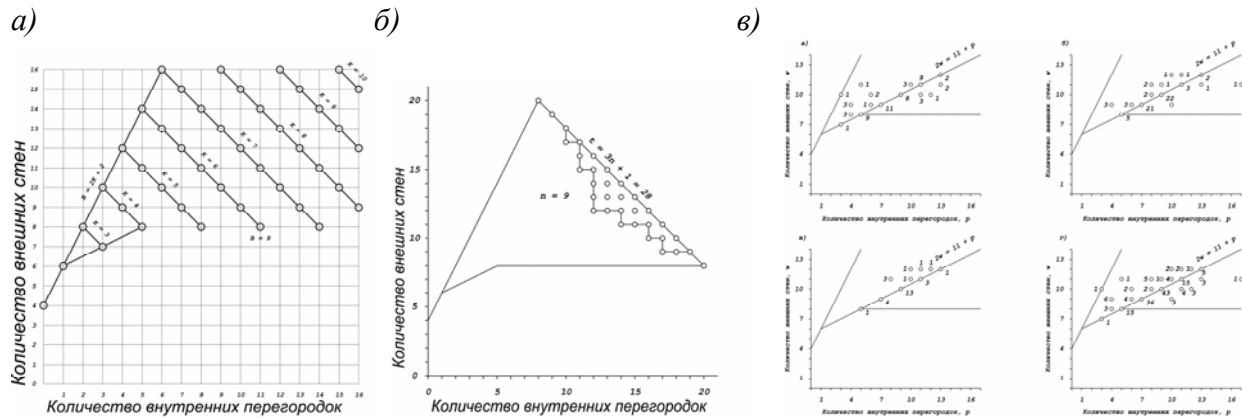


Рис. 8. Исследование геометрической ортогональной модели архитектурного плана, Определение зависимости формообразования планировочной фигуры от составляющих ее «внешних стен» и «внутренних перегородок»: *а* – матрица геометрических вариантов; *б* – график геометрических вариантов для моделей планов, состоящих из 9 локумов; *в* – графики отображения результатов статистического подсчета вариантов геометрических компоновок планов жилых домов из каталога «*Generic Plans*», NBA, 1965. Представленные графики наглядно демонстрируют, что при заданных исходных геометрических условиях количество вариантов компоновки предопределено (*а* и *б*), при этом популярность использования тех или иных форм компоновки может меняться в разных типах сооружений (*в*) (цифры у значка графика указывают на число совпадений (по данным Ф. Стивмана)

Таким образом, каждый локум в общей структуре связей занимает определенное место и играет соответствующую коммуникационную (циркуляционную) роль, описываемую в вышеизложенных пропозициях координации, детерминации и констелляции взаимодействий. Например, рассматривая с этих позиций планировочную форму этажей жилого дома, можно выделить отдельные помещения-локумы («одновалентные» по своим связям), имеющие малую доступность (жилые комнаты, ваннные комнаты, санузлы, некоторые технические помещения) и помещения с несколькими связями с соседними помещениями («поливалентные» по своим связям), определяющими доступность искомого множества помещений (холлы, коридоры, атриумы). Важность выявления такого рода свойств определяется тем, что отдельные локумы, будучи «выключенными» из цепи

⁴³ В данном случае речь идет о синтаксических закономерностях построения формальных систем, когда элементы приобретают значение в соответствии с их местом в «сетях» взаимодействия с другими элементами. Такого рода закономерности наблюдаются в языковых, социальных, экономических, политических и др. системах, и уже накоплен некоторый опыт их исследования (М. Хайдметс, Л. Теньер, В.Я. Пропп, В. Рыжов, В.В. Налимов, В.А. Звягинцев, Ю.Д. Апресян).

пространственных связей, могут полностью «застопорить» циркуляционную систему или, наоборот, активизировать коммуникации и тем существенно изменить функционирование объекта. Такого рода способы физического управления архитектурным пространством всегда активно использовались человеком, который изобретал разные инструменты управления доступностью – пространственные барьеры⁴⁴: стены, изгороди, заборы, рвы, частоколы и т.д. Пространственная доступность является важнейшей характеристикой, определяющей возможности управления условиями реализации процессов в пределах заданного пространства (территории) – будь то отдельное сооружение или целое градостроительное образование⁴⁵.

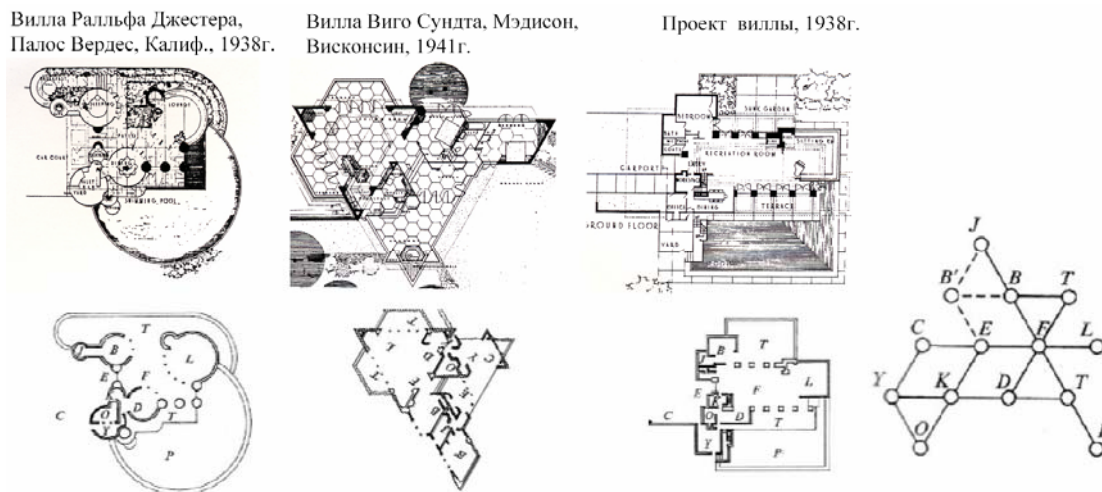


Рис. 9. Моделирование пространственного построения трех вилл Ф.Л. Райта, имеющих одну топологическую структуру пространственной связанности, но разную геометрическую основу (треугольную, ортогональную и круглую). Фактически архитектор демонстрирует возможность реализации одной и той же «синтаксической» структуры, скрытой от наблюдателя и воспроизводимой только при структурном анализе. Графоаналитическая модель позволяет выявить строгое позиционирование каждого из помещений в пространственной структуре известных сооружений

Опытный архитектор знает, что одна и та же схема связанности помещений (функциональная схема) может быть реализована в нескольких вариантах планировочного решения. Но тот же архитектор затруднится определить количество таких вариантов или отличить одно планировочное решение от другого, оперируя точными понятиями. Фактически сегодня может быть предложен только один доступный способ сравнения архитектурных объектов – сопоставление их друг с другом с использованием описательного (литературного) метода, т.е. субъективно, в силу собственных представлений о достоинствах и недостатках их восприятия. Однако уже существуют методики математического описания пространственных форм и

⁴⁴ Барьерная теория прорабатывалась в работах И.Г. Лежавы. Кроме того она получила свое развитие в работах О.И. Явейна (многослойные пространственные преграды).

⁴⁵ Архитектор, кодируя в графоаналитической модели структуру пространственных связей, может ими манипулировать, подбирая различные варианты проектных решений. Эти операции можно осуществлять с помощью компьютера. Однако на современном этапе компьютерные технологии все еще уступают человеческому глазу и мозгу в способности быстро распознавать топологические конфигурации.

их свойств, используемые в машиностроении для проведения виртуальных экспериментов, результаты которых сопоставимы с реальными испытаниями. Развитие этих методов в архитектурном проектировании и строительстве дополнительно вооружит проектировщика новым инструментом объективного учета различий в строении существующих и проектируемых объектов. Современная компьютерная техника и программное обеспечение открывают широкие возможности для разработки такого рода методов и их применения в архитектурной практике⁴⁶.

При проектировании архитектор вынужден решать множество задач, в том числе и задачу сокращения расстояний возможных перемещений людей из одних пространств в другие, оптимизируя структуру межобъектной циркуляции. Чтобы избежать возможных ошибок при решении такого рода задач и сократить время поиска оптимальных вариантов, необходимо исследовать циркуляционные характеристики различных геометрических форм пространственной организации архитектурных объектов. Геометрическое членение пространства задает основной «каркас» будущей пространственной формы архитектурного объекта, в границах возможностей которого возможно варьирование пространственных связей.

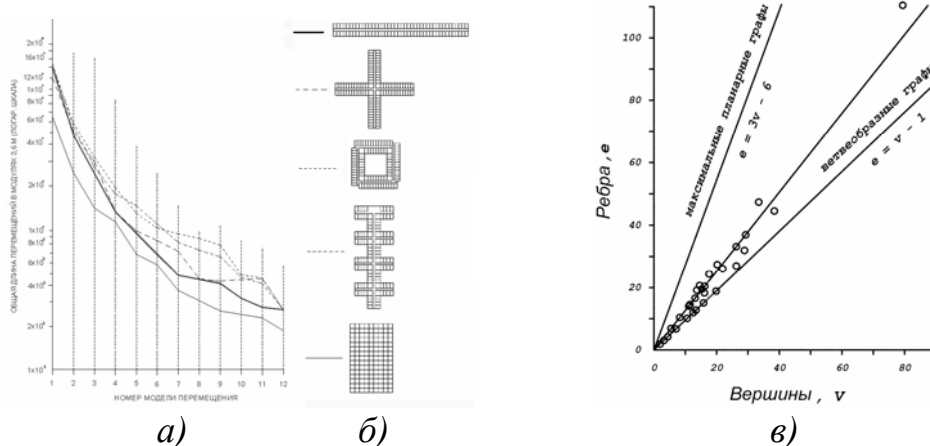


Рис. 10. Сопоставление свойств разных образцов пространственного членения пространственной формы: а – график сопоставления условных затрат (времени, пути) на организацию перемещений для разных форм пространственного членения архитектурного объекта (по В. Виллоуби); б – наиболее популярные формы геометрического членения пространства для офисных зданий; в – график определения области распределения вариантов компоновки пространств 40 существующих традиционных офисных зданий. Каждая из компоновок отображена в параметрах ее графоаналитической модели. Большинство вариантов компоновки помещений сконцентрировалось в небольшой области предпочтительных планировок (по Р. Бону)

На графике (см. рис. 10, а, б) видна наибольшая эффективность формы геометрического членения вида «плита» (с точки зрения затрат на перемещения между пространствами), а наименее эффективна – компоновка вида коридорной организации плана. Однако, отсутствие доступа

⁴⁶ Эти вопросы рассматриваются в работах Ц. Блоха, Р. Бона, К. Марбла, Л. Марча и др.

естественного света в большинство пространств делает «плиту» малопригодной на практике.

Приемы компоновки помещений при проектировании разных типов сооружений могут быть формально описаны и сопоставлены в категориях геометрии. Геометрически возможные варианты компоновки помещений определяют область принципиально возможного, в границах которой выделяются локальные области приемов компоновки, эволюционно выработанные в ходе практики или в силу разных обстоятельств ставшие более популярными при планировке определенных типов объектов (см. рис. 10, в).

Повторяемость (устойчивость применения) схем связанности помещений является закономерной чертой пространственной структуры архитектурных объектов. Это связано с тем, что человек реализует функциональные процессы жизнедеятельности в сравнительно небольшом количестве разнотипных пространств и пространственных ситуаций⁴⁷. Наиболее устойчивым пространством является «одновалентное» пространство (с единственной связью), так как оно завершает элементарную цепь пространств⁴⁸. Встречаются устойчивые связи пространств, характерные только для определенных типов сооружений. Такого рода связи выявляются статистическим анализом пространственных структур и характеризуют естественно сложившиеся морфотипы строения архитектурных объектов. Таким образом, приводятся результаты исследований пространственной компоновки и делается заключение о наличии разной степени структурной устойчивости связей пространств в системном понимании характера их взаимодействия.

Свойства целостности архитектурных систем

Выше обсуждались вопросы того, как исследователь-архитектор может манипулировать геометрическими формами зданий, опираясь на формально-математические методы описания их строения. Структурное строение пространственной формы архитектурных объектов рассматривается в триаде основных его сущностных характеристик: форма геометрического членения пространства на части (локумы), форма связанности пространств друг с другом; целостно-системное образование, определяющее архитектурный объект сам по себе и его выделенность во внешнем окружении. Первые две характеристики мы рассмотрели выше. Третья характеристика – целостность – занимает особое место в излагаемой концепции описания структуры архитектурного пространства.

⁴⁷ Например, если изменить планировку традиционной жилой квартиры, имеющей «древовидную» структуру связанности помещений, т.е. нарушить эту структуру, добавив несвойственные для жилой организации связи между помещениями, то планировка станет непригодна для жилья.

⁴⁸ Понятие валентности, первоначально распространенное в молекулярной химии, стало удобным для описания свойств взаимодействия элементов систем. Подобно молекуле отдельные архитектурные пространства образуют целостные кластеры – архитектурные объекты.

Обычно понятие целостности связывают с характеристикой внутреннего единства объекта, с его относительной самостоятельностью. Для архитектора хорошо известны такие пространственные целостности как квартира, этаж, секция, дом, квартал, градостроительное образование и т.д., которые обычно вычлняются в самостоятельные объекты проектирования и исследования. Понятие целостности не поддается строгой формализации, поскольку обладает многими противоречивыми свойствами (например, замкнутостью и открытостью одновременно). С общефилософских позиций целостность есть условие бытия всякой системы, чья структурно-функциональная организация не противоречит законам сохранения и функционирования системных образований. Другими словами, система обладает целостностью в том случае, если происходящие в ней изменения не разрушают общий алгоритм функционирования *на протяжении длительного временного периода*. Согласно данному рассуждению целостность, характеризуя особое качество системы, выступает как устойчивое ее состояние. В связи с этим складывается парадоксальная ситуация, при которой целостность объективно существует, соотнесена с неким качественным состоянием системы, однако она не сводима ни к одной из ее устойчивых сущностей. Из этого следует, что целостность как особая форма бытия принципиально «внеструктурна».

Образцы эволюционно сформировавшихся архитектурных объектов (в том числе их группы, выделенные по стилистическим, типологическим, формально-геометрическим и другим признакам) описываются как устойчивые архитектурные системы, сложившиеся под воздействием внешних факторов воздействия и образующие особый класс устойчивых и завершенных (целостных) по своей структуре архитектурных объектов⁴⁹. Каждый конкретный объект, «закрепленный» совокупностью устойчивых характеристик своего построения, олицетворяет пример целостной и завершенной пространственной структуры, успешно противостоящей внешним (средовым) факторам, провоцирующим общие процессы изменения и эволюции. В данном случае оправдана параллель с биологической эволюцией, поскольку подобные процессы мы наблюдаем в природе: в условиях жесткого эволюционного отбора складываются живые формы организмов, не подверженные изменению, которые «консервируются» в своем строении и тем не менее способны противостоять изменяющейся окружающей среде.

⁴⁹ В Подмосковье еще можно встретить сохранившиеся деревни, не выгоревшие во время и после войны, где дома все на один лад, как близнецы. Местные жители вам объяснят, что это потому, что строили их мастера из-под Новгорода или «псковские» (архангельские, вологодские бригады). Они строили так, как было принято у них на родине, по тем образцам, которые они знали во всех тонкостях, а по-другому, возможно, и не умели. Каждый такой образец аккумулировал строительную культуру нескольких поколений, и не так просто было создать новый во всей сложности увязки конструктивных, инженерных, эстетических и эксплуатационных вопросов.

Фазы развития пространственных структур

В главе 1 мы рассматривали возможности описания статических состояний пространственной формы архитектурных объектов. Для этого приводились приемы формализации геометрических свойств и свойств связанности, определяющих возможности пространственной циркуляции, рассматривались системы, трактуемые как целостные образования. Однако эти модели ничего не могут сказать о том, как могут пространственные системы эволюционировать.

Определение процессов структурных изменений, которые происходят с формой по мере ее построения, т.е. ее структурогенез, позволяет выявлять происходящие с ней изменения, описывать их в определенных параметрах, т.е. пространственные структуры архитектурных объектов в процессах их изменения характеризуются разными их состояниями.

Эволюцию любых изменяющихся во времени систем, в качестве каковых рассматриваются архитектурные системы, можно анализировать в пространстве состояний – *фазовом пространстве*. Фазовое пространство – это геометрический образ, представленный множеством взаимосвязанных состояний физической системы, наделенных естественным понятием близости⁵⁰. Состояние системы в некоторый момент времени рассматривается в виде точки в этом пространстве. Так, например, состояния структурной организации некоего архитектурного объекта, пространственная структура которого циклически изменяется во времени, каждый раз возвращаясь к исходной (кэмпинги, объекты пляжного сервиса, сменные выставочные павильоны, летние киоски и т.д.), могут быть описаны в виде замкнутой кривой в фазовом пространстве, заданном координатами количества пространств, их ассортимента и периодов изменения. Таким образом, в этом абстрактном пространстве главным является возможность введения координат, описывающих состояние системы, в частности, фазы системы⁵¹, а точка, изображающая состояние системы, будет описывать кривую, которую называют *фазовым портретом системы*.

Модель фазового пространства удобна для описания структурогенеза пространственной формы архитектурных объектов, поскольку хорошо отражает устойчивые комбинации определенных параметров ее построения. Координатными осями такого пространства выступают параметры геометрического (элементного), топологического (циркуляционного) и целостного (системного) состояния пространственной формы архитектурного объекта в условное время ее развития. Так, анализ многообразия пространственных форм традиционных индивидуальных жилых домов как своеобразной архитектурной системы, обеспечивающей определенные процессы жизнедеятельности, позволяет построить их фазовый портрет,

⁵⁰ Определение взято из Физического энциклопедического словаря.

⁵¹ Это понятие является обобщенным и широко используется в различных областях науки (фазовое состояние вещества, фазы роста, фазы развития системы). Совокупность последовательных положений системы в фазовом пространстве составляет фазовую траекторию.

опираясь на три координаты: 1) фиксация конфигурационного типа геометрической организации (треугольный, прямоугольный, пятиугольный, шестиугольный и круглый); 2) фиксация типа пространственной связанности (анфиладный, гребешковый, ветвистый, ромашковый, сеточный); 3) разнообразие форм достижения состояния целостности (ветвистый тип связанности при прямоугольной геометрии позволяет достичь наибольшего разнообразия в пространственном формообразовании жилищ) (см. рис. 11, а).

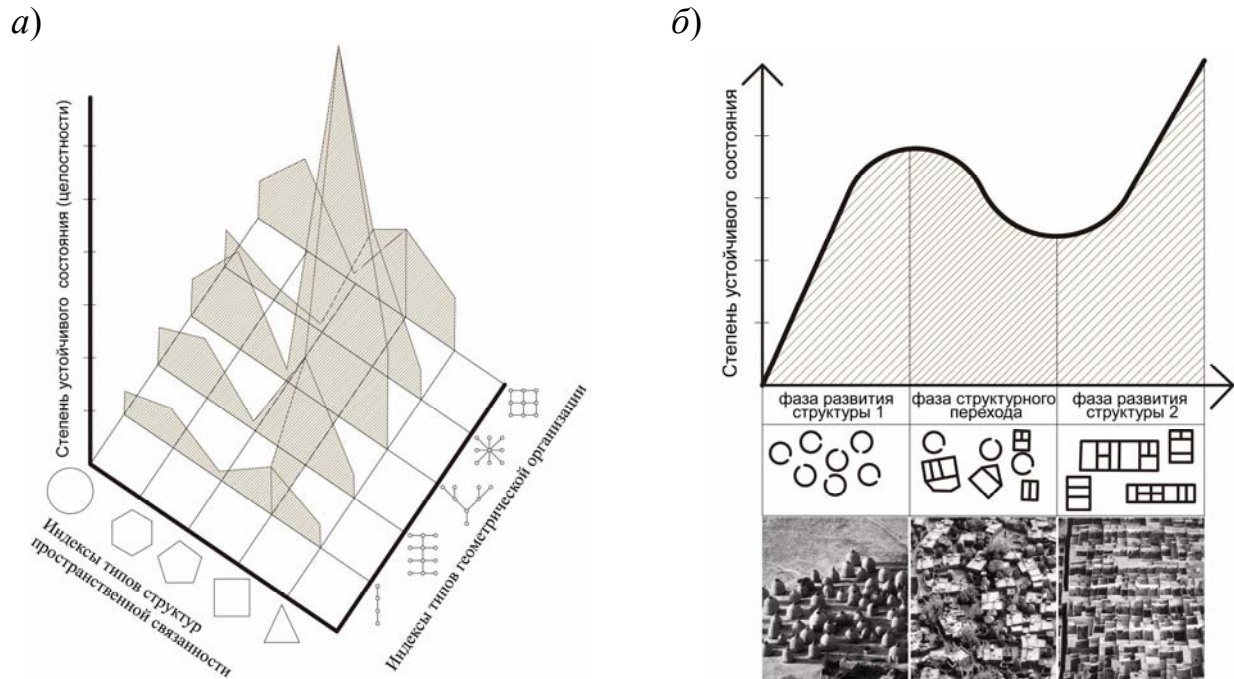


Рис. 11. Примеры фазового портрета архитектурной системы: а – традиционные индивидуальные жилые дома; б – архаические поселения в Северной Африке (по фотоматериалам журнала *GEO*)

Процесс структурной эволюции объекта в диссертации рассматривается на примере планировочной организации поселений, складывающихся «стихийно», по мере случайного прироста своих компонентов. Одним из таких примеров является система организации традиционной камерунской деревни, материалы по исследованию которой можно найти в книге исследователя Б. Рудофски (*B. Rudofsky*) «*Architecture without architects*». Структура пространственной организации такого рода поселения достаточно примитивна и описана в соответствующих категориях геометрического и топологического построения. Наряду с геометрическим и топологическим описанием мы фиксируем состояние целостности системы, включающей заданное количество элементов и ее изолированность от внешнего окружения. По мере уплотнения поселения (т.н. флуктуационные изменения структуры) за счет роста количества составляющих элементов на ограниченной территории отдельные жилища начали «сближаться», достигнув естественного предела пространственной «отделенности» друг от друга. Возникла ситуация, вынуждающая структуру перейти в новое состояние, обеспечивающее ее жизнеспособность. Если нет чьей-то воли

решить этот вопрос принудительно, система «находит» выход сама. Под действием законов естественной эволюции начинается поиск новой структурной формы организации – самоорганизация. Возникает ситуация непредсказуемого поведения, когда потенциально система может принять разные формы организации, обеспечивающие решение возникшей проблемы. Это та ситуация, которая определяется как бифуркация. Происходит качественный переход системы в новое структурное состояние. При этом новое состояние должно определяться такого рода качествами системы, которые позволят ей существовать в режимах локальных изменений (флуктуаций). Эти режимы характеризуют ее устойчивость (см. рис. 11, б).

Описанную структурную динамику можно наблюдать в крупных современных поселениях естественного происхождения, имеющих продолжительную историю формирования, связанного с процессами вынужденного уплотнения. Среди округлых традиционных домов стали появляться ортогональные многокамерные образования, причем с увеличением плотности их становится все больше и они начинают объединяться в локальные группы (кластеры). С точки зрения смены типа структуры это ситуация преобразования сеточной формы пространственных связей в преимущественно ветвеобразную форму, обусловленную кластерными новообразованиями.

В описанной модели заключена суть структурогенеза пространственной формы архитектурных объектов. Архитектура как искусственная пространственная система с развитием цивилизации осваивает все большие пространства и усложняется в формах своего существования за счет технического совершенства. Является элементом искусства, архитектура становится средством социального управления, политического и экономического воздействия, символом богатства и бедности, удобства и угнетения людей. Однако все эти культурные свойства архитектуры продолжают существовать на основе скрытых пространственных структур, определяющих ее построение. Разработка в будущем теории, объясняющей существование этих структур, позволит перейти на новый уровень проектирования искусственной среды. Своевременность постановки этой проблемы обусловлена развитием компьютерных технологий, которые способны обеспечить решение задач, поддающихся формальному описанию.

Таким образом, в главе 2 «Опыт исследования структурных свойств архитектурного пространства» выяснено следующее:

во-первых, предложена методика формализации и моделирования двух основных свойств структурной организации пространственной формы архитектурных объектов: *геометрического членения* и *пространственной связанности*;

во-вторых, для описания свойств пространственной связанности предложена графоаналитическая модель, позволяющая привлекать аналитический инструментарий теории графов; предложена классификация

основных видов взаимодействия архитектурных пространств и типология структур пространственной связанности;

в-третьих, для описания геометрических свойств пространственной формы применены геометрические модели построения «плоских сетей». На основе этих моделей выявлены зависимости характеристик построения моделей «плоских сетей» от составляющих их исходных геометрических элементов. В работе установлено, что форма геометрического членения пространства обуславливает некий исходный «каркас», свойства которого предопределяют условия для организации состояний структуры пространственной связанности;

в-четвертых, установлено, что свойство целостности, определяющее важнейшие качества состояния архитектурных систем, «внеструктурно» и характеризуется искусственно выделяемой совокупностью устойчивых характеристик строения архитектурного объекта;

в-пятых, предложена модель описания смены состояний пространственной организации архитектурных объектов. Наряду с моделью предложена методика «фазового» описания состояний структурной организации пространственной формы архитектурных объектов, позволяющая наглядно представлять области их структурного «родства».

В главе 3 «Структурная архитектоника» предлагается новая парадигма описания пространственного построения архитектурных объектов, объединяющая новые приемы, средства и методы исследования структурных закономерностей архитектурного пространства в условиях развития современных компьютерных технологий.

В основе любой естественнонаучной теории лежит представление о структурном элементе и его свойствах. С момента выделения элементов в строении какого-либо класса систем появляется соответствующий раздел в естествознании. С определением слова как элемента системы языка – появилась лингвистика, молекулы – молекулярная химия, атома – физика ядра, живой клетки – цитология, морфемы – морфология языка⁵² и т.д. Форма архитектурного объекта также может описываться через определение свойств составляющих ее элементов. Сходные задачи предполагают использование сходных приемов и методов их решения, уже сложившихся в смежных научных областях.

Вопросы изучения закономерностей построения и существования архитектурных пространственных структур в работе предлагается сосредоточить в рамках научного направления, которое в диссертации обозначено как структурная архитектоника⁵³. Это совокупность концепций

⁵² Морфология – это слово, которым И.В. Гете в начале XIX века обозначил выражение универсальной науки о *форме и пространственной структуре* растений, но это понятие быстро распространилось в другие области естествознания.

⁵³ Сегодня понятие архитектоника, произошедшее от греческого слова *architektonike* (пер. – искусство строить) скорее является профессионализмом, используемым в среде узких специалистов (обычно педагогов) и понятным только им. Сведение данного понятия к обозначению художественных приемов

описания механизмов, определяющих пространственное построение архитектурных объектов, в основе которых заложены структуралистские средства, приемы и методы исследования. При этом сам процесс исследования обусловлен стремлением к строгому (приближающемуся к точным наукам) описанию архитектурно-пространственных явлений. Предлагаемые в диссертации методы работы с формами геометрического членения архитектурного пространства, видами структурной связанности пространств и определением целостно-метрических параметров организации архитектурно-пространственных систем определяют для архитектора новый инструментарий в области проектирования и обучения.

Таким образом, структурная архитектоника характеризует особое внимание к структуре строения архитектурных объектов как к сети отношений (противопоставлений) между элементами архитектурной системы. В соответствии с такой позицией архитектурная искусственная среда рассматривается как система с четко выделяемыми структурными элементами (пространственными первичными единицами и их видами), находящимися во взаимодействии друг с другом. Исследовательские приемы формализации и методы по выявлению закономерностей структурной организации пространства архитектурных объектов, изложенные в диссертации, определяются как основной инструментарий заявленного направления.

Концепция структурогенеза пространственной формы

Строение пространственной формы архитектурного объекта может быть представлено как определенным образом организованная структура. Эта структура характеризуется свойствами ее элементного состава, связанностью элементов и целостно-метрическими установками выделенной их совокупности. Задачей является выработка удобных форм описания состояний этих структур, объяснения процессов, которые в них происходят, выяснения причинно-следственных связей, определивших различные формы их образования. Для ее решения привлечена методика сопоставления структур пространственной связанности, их видовая топологическая классификация и описание механизмов взаимосвязи с геометрией членения пространственной формы, изложенные во второй главе. В работе рассмотрены способы описания разных структурных состояний в строении архитектурных объектов и процессов, связанных с их последовательным изменением, отображаемые в «фазовом пространстве». Архитектурные объекты рассматриваются как множества репродуцируемых пространственных образований, каждое из которых обладает собственным пространственным состоянием в определенный временной период и которое

выражения «работы» конструкций автор считает несправедливо «обедненным» по отношению к его изначальному греческому определению. В связи с этим введение для данного понятия более емкого и одновременно более строгого определения сущности исследуемого явления, позволяет увязать его с общей терминологической системой, определяя возможность в краткой и экономичной форме охарактеризовать изучаемое явление.

способно меняться. Таким образом, предлагаемая методика предполагает что одна структура может быть превращена в другую структуру благодаря некой последовательности преобразований составляющих ее элементов и их связей.

Наука накопила определенный опыт исследования сложных структур, изменяющихся во времени и пространстве под влиянием внешних воздействий. Открытия в области неравновесной термодинамики (И.Г. Пригожин) и механики неустойчивых систем (Г. Хакен) сегодня стали основой новой концепции описания эволюционных процессов существования живой и неживой материи как сложно организованных структур, в основе которых лежат понятия, характеризующие состояния «хаоса»⁵⁴ и порядка⁵⁵. Суть концепции в том, что при описании явлений акцент переносится со статического положения равновесия на изучение неустойчивости состояний возникновения и перестройки структур в какой бы области бытия они не обнаруживались. Такой подход призван объяснить эволюцию сложных систем, в качестве каковых рассматриваются архитектурные системы. В диссертации описание процессов изменения сложных пространственных структур предлагается рассматривать при помощи модели «фазового пространства» (см. вторую главу) и трех ключевых понятий: *диссипации*, *флуктуации* и *бифуркации*, характеризующих разное состояние систем. В качестве координат «фазового пространства» выбираются параметры геометрического членения пространственной формы, видов ее структурной организации и временных интервалов формирования и устойчивого существования сложных пространственных систем.

Диссипация характеризует процессы естественной «самоорганизации» архитектурных образований, их «стремление» к упорядочиванию. Такого рода процессы наблюдаются в городских образованиях, когда на их территории происходит естественное формирование неких устойчивых пространственных зон (слобод, «даун таунов», «сити», «гарлемов», зон общегородской или специализированной активности), которые специально никто не создавал, а их появление обусловлено реакцией общей архитектурной системы на внешние факторы. Примером может служить исторический квартал, в котором сложился устойчивый социальный уклад, и «обслуживающая» его упорядоченная пространственная форма, которая, однажды сложившись, может сохраняться десятилетиями.

Флуктуация рассматривается как «колебание», отклонение от среднего значения устойчивого состояния системы, когда происходят определенного вида структурные «мутации», а появляющиеся пространственные структуры имеют отклонения в своем построении от уже утвердившихся устойчивых форм организации. Примером флуктуации могут служить изменения

⁵⁴ Состояние хаотичной организации системы многими исследователями рассматривается как одно из форм порядка и обсуждается лишь мера упорядоченности того или иного состояния системы.

⁵⁵ Порядок это структура, объект, система, обладающая устойчивостью, жесткостью связей внутри, способностью сопротивляться, как бы не изменяясь в целом (регулярные кристаллические решетки твердых тел и нерегулярные структуры живого организма, состоящего из клеток, но организованного по сложному плану

пространственной формы объекта в результате периодических (сезонных, технологических, социальных и др.) внешних воздействий. Например, кафе и магазины в летнее время могут «захватывать» пространства улиц, на городских площадях периодически появляются декорации уличных торжеств, устанавливается шатер цирка-«шапито» и т.д. Все это характеризует процессы изменения пространственной структуры некой системной целостности (дома, квартала, выделенного фрагмента городской среды), которые не приводят к необратимому ее преобразованию.

Бифуркация подразумевает некоторую пороговую точку «раздвоения», при которой система находится в двух состояниях одновременно и способна перейти в новое структурное качество⁵⁶, которое невозможно предугадать заранее. В архитектуре бифуркационные состояния соотносятся с моментами развития структуры объекта, когда кардинально изменяются внешние факторы, определяющие его предшествующее развитие. Например, упомянутый выше дворец Диоклетиана после захвата варварами и их строительных мероприятий стал необратимо менять свою первоначальную пространственную структуру и «выродился» в средневековой город. Практически любое развивающееся городское образование находится в состоянии постоянного изменения своей пространственной структуры, и исследовательский интерес представляет фиксация его флуктуационных изменений (фрагментарная замена застройки, реконструкция зданий в составе градостроительных образований и т.д.) или бифуркационные структурные «переходы» в новое качество (новые программы застройки после крупных пожаров или военных разрушений, вложение больших инвестиций в капитальное строительство и т.д.).

В основе предлагаемой в работе концепции лежит гипотеза: структура архитектурного объекта, являясь сложно организованным образованием, стремится к определенной «упорядоченности» – возникновению устойчивого структурного состояния. Возникновение таких явлений как самоорганизация пространственных урбанизированных структур, с которыми все чаще сталкиваются архитекторы и планировщики, анализируя ситуации неконтролируемого разрастания поселений, сращивания городов, многочисленных внутригородских перестроек, надстроек, встроек и т.д., заставляет обратиться для своего описания к моделям, которые используются в других сферах исследовательской деятельности людей – языкознании, физике, химии, биологии. Явления, при которых одна случайно сложившаяся структура (неупорядоченная) в определенный момент своего развития приходит к некому порядку (упорядоченности), кажутся маловероятными по представлениям классической теории систем. Однако эти процессы непрерывно происходят в живой и неживой природе. Обусловленные

⁵⁶ При попадании системы в точки бифуркации может происходить качественное изменение поведения объекта при критических значениях определяющих этот объект параметров. В области бифуркации флуктуация может резко возрастать и поведение системы становится неопределенным. При таких необратимых процессах оказывается, что время тесно связано с этими флуктуациями. И.Г. Пригожин вводит для подобных процессов понятие второго, внутреннего времени

детерминированным характером архитектурной деятельности и проявлением свойств пространственных архетипов формирования «оболочек обитания», . они являются типичным явлением и в архитектуре. Примером служат пространственные системы поселений, которые разрастаются «самопроизвольно» с естественным приростом все новых и новых «оболочек обитания» (см. *рис. 1*), подобно природным системам (пчелиные соты, лишайники, мхи, кораллы и др.).

Таким образом, процессы изменения структурного состояния сложных архитектурно-пространственных систем анализируются с помощью моделей фазового пространства с выделением трех их основных состояний: упорядоченности (диссипации); колебательных изменений (флуктуации) или необратимые изменения структурной организации (бифуркации), сопряженным с качественной перестройкой системы. В результате анализа наглядно проявляется характер действия тех механизмов формообразования архитектурных объектов, которые определяют формы их конкретной структурной организации (состояния). Введение этих понятий позволяет изменить представление о причинно-следственных механизмах преобразования одних пространственных систем в другие и рассматривать их не как результат «волевого» решения, обусловленного «исторической необходимостью», а как результат эволюции архитектурно-пространственных систем, обусловленной естественными законами их существования.

Структурная нормативность пространственного формообразования

Необходимо различать архитектуру как *систему* и архитектурную деятельность как *реализацию этой системы*, как процесс «правильного» построения архитектурных объектов. Определение «правильности» построения подчеркивает направленность на определение некой нормы, характеризующей совокупность общеупотребимых архитектурных средств формообразования и правил их отбора и использования, признаваемых обществом как наиболее пригодные в конкретный исторический период. Так, многие авторы выделяют в русском деревянном зодчестве приемы (конструктивные, технологические, символические, канонизированные и т.д.), которые закрепляются как некие устоявшиеся процедуры и традиции (местные нормы) и отличают архитектуру одного региона от другого (О.В. Орфинский, А.В. Ополовников, Л.А. Александрова).

История развития архитектуры указывает на естественное стремление к неким идеалам, образцам совершенства. В разные времена такими идеалами, отражающими определенные суммарные архитектурные идеи, становились устойчивые формы жилищ, храмы, дворцы, религиозные и административные комплексы. В них концентрировались накопленные знания и эволюционно проверенный опыт поколений. Существование такого рода «идеалов» (или образцов) становится главной особенностью развития архитектуры с момента осознанного формирования человеком своего

окружения. Эта черта в значительной мере определяет механизмы «рождения» архитектуры и поддерживает ее существование как культурного явления. Образец – это общепринятый архитектурный прототип⁵⁷, к которому следует стремиться, т.е. речь идет о некоей заданности, идеализации определенных характеристик строения архитектурной формы в рамках сложившейся архитектурной системы. Другими словами, одним из главных признаков сформировавшейся архитектурной системы является упорядоченность ее элементов согласно некому набору правил, т.е. ее *нормированность* – наличие *норм*, признаваемых большинством. Обращение к теме архитектурной нормированности необходимо, поскольку именно процессы естественного формирования норм развития архитектуры тесно связаны с исследуемыми закономерностями строения архитектурных объектов, определяя свойства их структурной организации. Мы не будем рассматривать всю палитру архитектурной нормированности, которая может характеризоваться как стилистическая, историческая, функционально-типологическая, материаловедческая, авторская и т.д. В рамках диссертации обсуждаются лишь вопросы нормированности структурного построения пространственной формы архитектурных объектов.

Под нормой будем понимать образец того, как принято строить и проектировать в данном обществе, в данную эпоху, а иногда, – в данном месте. В диссертации принято допущение, что норма неким образом определяет, что правильно, а что нет, в устройстве архитектурного объекта, и это связано не с субъективной оценкой, а является результатом некоей естественно сложившейся «заданности». Норма рекомендует одни архитектурные средства и способы формирования пространственной структуры объекта и «запрещает» другие, определяя их принадлежность той или иной архитектурной системе.

Структурные нормы в работе предложено разделить на *геометрические, топологические и целостно-метрические*.

Геометрические нормы определяют «правильность» членения пространства на отдельные пространства согласно заданным правилам, выраженным в форме типологий, архаичных образцов, мифологических «алгоритмов», профессиональных приемов и т.д. Например, как геометрическую норму мы определяем то, что проектируемый дом будет коридорного, галерейного или секционного типа, сопоставляя его с неким историческим или современным, но устоявшимся и популярным, образцом.

Топологические нормы обусловлены наличием фиксированных последовательностей взаимодействия пространственных событий, которые задаются либо сложившейся традицией, либо «функциональной» или художественной мотивацией проектируемого сооружения. Так, топологическая нормированность современного жилья выражается в том, что в профессиональном и общественном мнении уже сложился некий прообраз стандарта связанности жилых помещений. Отечественная традиционная

⁵⁷ Архитектурные прототипы исследовались в работах А.Г. Раппапорта.

схема организации жилой квартиры, например, предусматривает первичное попадание в прихожую, затем в холл, из которого уже допускается попадание в пространства кухни, столовой, гостиной, гостевой комнаты и другие пространства гостевой зоны, далее связь осуществляется с пространствами «приватной» части квартиры: спальнями, гардеробными, кабинетом и ванными комнатами. Такая последовательность чередования жилых и нежилых пространств, признаваемая сегодня неформальной нормой, является достаточно устойчивой⁵⁸.

Целостно-метрические нормы связаны с употреблением определенных метрических зависимостей, связанных с выделением в пространственной среде самостоятельных архитектурных явлений. Эта норма связана с представлениями в общественном сознании о том, как определяется соотношение: архитектурный объект (квартира, секция, дом, квартал и т.д.) и его внешнее окружение. К примеру, квартира представляет собой определенного вида целостность, объединяя в своем составе группу взаимосвязанных пространств. Многоквартирный дом представляет собой целостность, объединяя квартиры в единую пространственную систему, выступающую как нечто выделенное по отношению к внешнему окружению дома. Квартал может рассматриваться как некая системная целостность по отношению к поселению и т.д. Другими словами, нормируется прием вычленения объекта как целостного пространственного образования с учетом масштабных уровней организации окружающей искусственной среды человека. При этом следует отметить социально-договорной характер данной нормы.

Таким образом, структурные нормы – это установившиеся образцы использования архитектурных средств пространственного построения для обеспечения процессов жизнедеятельности, т.е. это своеобразные прототипы архитектурной «грамматики», определяющие единообразие и общепризнанное употребление приемов пространственной организации архитектурных объектов. Фиксация такого рода образцов посредством формализации и параметрическое описание их строения предоставляет возможность их использования в программах компьютерного формообразования и создания в виртуальной среде объектов, наделенных архитектурными свойствами пространственной организации реальных объектов, зарекомендовавших себя в качестве образцов.

Основными признаками структурных норм являются: во-первых, соответствие общим *приемам построения* пространственной формы архитектурных объектов; во-вторых, массовая и регулярная

⁵⁸ Это описание собирательной модели пространственно-функциональной связанности помещений современной квартиры. В риэлторских агентствах об этой модели знают все и во всем практическом многообразии ее практических вариантных исполнений. К примеру, в восточном традиционном жилище мы столкнемся с другими схемами межпространственной связанности. В сирийском традиционном жилище при входе вы сразу попадете в большое общесемейное пространство, связанное с кластерами пространств мужской и женской половин. В рамках этих кластеров также заданы достаточно жесткие последовательности связей с кухней, хранилищами и т.д.

воспроизводимость приемов пространственного формообразования в архитектурной практике; в-третьих, общественное *одобрение и признание* того, что считается общепринятым стандартом.

Источником формирования структурных норм являются: во-первых, общепризнанные шедевры, формирующие классику архитектуры и являющиеся основой обучения профессиональной деятельности; во-вторых, образцы архаической «классики», в которых сосредоточился эволюционный опыт людей по созданию пространственных форм, оптимальных для обеспечения основных жизнедеятельностных процессов; в-третьих, общепринятые современные образцы построения архитектурных объектов, получивших широкое распространение на практике; и, в-четвертых, можно рассчитывать на то, что норма может формироваться в результате исследования структурных закономерностей организации архитектурного пространства. Этот расчет основан на том, что в языке, музыке, биологии результаты научных исследований активно включаются обратной связью в процессы формотворчества. Так, развитие грамматических законов строения языка позволило выявить наиболее оптимальные формы его функционирования в разных жанрах: журналистском, публицистическом, научном, художественном и т.д., повысило эффективность обучения, облегчило формализацию и компьютеризацию, определило перспективы предсказуемого развития.

Норма – понятие универсальное. В таких искусственных человеческих системах как музыка, танец, язык, она помогает системам сохранять свою целостность как культурного явления. Архитектура через норму приобретает дополнительный инструмент накопления знаний и навыков по «нормативному» формированию пространственного окружения людей.

Таким образом, характеризуя архитектурные структурные нормы, следует отметить, что для них свойственны: относительная устойчивость употребления в практике строительства; всеобщая потребность; общепринятость; соответствие характерным особенностям тех или иных признанных архитектурных систем. Нормы архитектурного формообразования призваны поддерживать и закреплять накопленные профессиональные знания и противостоять «случайному», комбинаторному формообразованию, своеобразным «солекизмам»⁵⁹ в построении пространственной формы архитектурных объектов. Для работы со структурными нормами необходим инструмент их выявления, описания и применения в проектной практике и обучении. В качестве такого инструмента предлагается разработанные в диссертации методы определения геометрических, топологических и целостных свойств и выявленные закономерности строения пространственной формы, позволяющая

⁵⁹ Солекизмы – (от французского *solecisme*) – неправильное грамматическое словоупотребление в языке. Термин сложился по названию греческой деревни Силиции, где жители говорили на неправильном греческом языке. В данном случае архитектурные солексизмы характеризуют архитектурную продукцию, являющуюся результатом компьютерных игр в складывание архитектуры из «библиотечных» заготовок, где задача проектирования сводится к обеспечению «стыковки» фрагментов из чужих проектов.

формализовать, классифицировать и параметрически описывать структурные свойства архитектурного пространства.

Структурирование архитектурного пространства и компьютерные технологии

Введение в обиход современного архитектора компьютерной техники позволяет повысить качество технической проработки проектов, ускорить процессы проектирования, повысить степень объективности и обоснованности принимаемых проектных решений. Технические возможности нелинейного программирования открывают пути принятия промежуточных решений по ходу выполнения проекта на разных стадиях и при этом включать возможности техники в творческий процесс архитектора, полнее и многостороннее учитывать естественные геометрические и структурно-топологические ограничения формообразования.

Сегодня наблюдаются процессы преобразования архитектурной деятельности. Во все ее сферы активно проникают компьютерные технологии. Скорость и обширность процессов замены традиционных профессиональных инструментов и методов грозя потерей накопленного предшествующими поколениями опыта и подменой его универсальной технократической культурой, обслуживающей сегодня области инженерно-технического и информационно-технологического проектирования. Основные из применяемых в настоящее время проектных программ первоначально разрабатывались для решения инженерных задач и это определило характер их интерфейсов. Архитекторы до сих пор используют ограниченную палитру компьютерных средств, главным образом используя компьютер в качестве замены инструментов черчения, копирования, архивации и графического отображения.

Еще только предстоит полноценно ввести компьютер в процессы практического проектирования и обучения. Основным условием интеграции компьютерных технологий в сферу архитектурной деятельности является сокращение разрыва между гуманитарным и естественнонаучным знанием об архитектуре, расширение исследования областей поддающихся формализации и естественнонаучному изучению свойств архитектуры, что составляет основную направленность исследования.

Решение проблем внедрения компьютерного проектирования определит ряд новых направлений архитектурной деятельности, связанных с условиями проектирования, использованием необходимой техники и программного обеспечения в практике проектирования, компьютеризацией процессов профессионального обучения и неизбежной корректировкой самих учебных программ, ориентированных на новые методы проектирования и строительства. Внедрение в программы обучения новых методик, основанных на структурной трактовке строения архитектурных объектов, ознакомлении с логикой естественного формообразования в реальном пространстве в увязке архитектуры со всем предметно-пространственным

искусственным и природным окружением, с одной стороны, продолжит традиции Л. Да Винчи, А. Дюрера и Кр. Рэя, которые видели в архитектуре не противопоставление природе, а приближение к ней и вписывание в логику ее развития. Структурный метод, изложенный в работе, может стать дополнением к традиционному композиционному методу, основанному на художественно-выразительных методах, и предоставляет возможность целостного описания строения архитектурных объектов в увязке с инженерными дисциплинами и строительными технологиями.

Архитекторы и студенты уже сегодня используют компьютерные модели – виртуальные, кибер-реальные⁶⁰, виртуореальные⁶¹, и в ближайшем будущем следует ожидать расширения сферы их применения для решения профессиональных задач. Компьютерные модели становятся наиболее перспективными в архитектурном проектировании и обучении.

Современные программы компьютерной поддержки проектирования семейства CAD⁶² за сравнительно короткую историю своего существования претерпели значительные эволюционные изменения и сегодня способны моделировать пространственные архитектурные построения в виртуальной среде (*Virtual Reality*). Это стало новой сферой архитектурной деятельности (компьютерная визуализация), характер которой еще только складывается, но уже демонстрирующей принципиально новые возможности в области формообразования: попытки выведения «формулы формы», изменение параметров которой автоматически генерирует виртуальные формы (Ц. Содду, Й. Гилис); разработка алгоритмов эволюционного виртуального формообразования (Дж. Фрейзер, В. Митчелл); новые методы архитектурного проектирования (П. Эйзенман, Фр. Герри и др.).

Конструирование из предварительно изготовленных форм (взаимозаменяемая сборка высокотехнологических устройств) становится главным направлением развития современной материальной культуры. Комплексность и масштабность задач по интенсификации строительства в целом предполагает необходимость поиска нового подхода к решению целого ряда архитектурно-пространственных и градостроительных проблем, среди которых сама возможность контроля процессов структурного формообразования архитектурных объектов становится крайне важной. Для решения этих задач представленные в работе методики становятся основой для формулирования их в категориях формальных языков, необходимых для использования в программировании, и последующего решения с использованием компьютера. Формализация и алгоритмическое решение задач определения исходных данных проектирования, выявление и

⁶⁰ Кибер-реальные модели связаны с воссозданием искусственной реальности в сознании человека (в отличие от виртуальной реальности, формируемой внутри компьютера).

⁶¹ Виртуореальные модели представляют собой комбинированные модели, построенные на основе визуального эффекта наложения искусственного изображения на реальное (например, панели управления в истребителях, тренажерные шлемы спецназа и другие).

⁶² CAD – абр. Computer Aided Design – компьютерная поддержка проектирования, семейство программ компьютерного обеспечения проектирования, охватывающего области приборостроения, машиностроения, строительного и архитектурного проектирования, градостроительства.

управление функционированием геометрических и топологических пространственных структур, обеспечивающих условия функционирования объекта, особенно в условиях формирования сложных по своей структуре архитектурных и градостроительных объектов, освободит архитектора от рутинной и трудоемкой работы, которую компьютер способен сделать лучше. Так впервые возникнет возможность каталогизации архитектурных объектов по их структурным характеристикам строения, а не по названию, автору, времени строительства, художественной стилистике.

Виртуальная реальность и структурные свойства пространства

С развитием компьютерных технологий возник феномен нового типа пространства, который человек научился создавать не только в своем воображении, но и в некой промежуточной (посреднической) среде, которую называют искусственной реальностью⁶³.

Современные технологии создания искусственной реальности убеждают в больших возможностях гипостазирования⁶⁴, когда мы не способны определить с уверенностью, что воспринимаемое изображение является реально существующим или же всего лишь виртуальной иллюзией, миражом⁶⁵. По мнению специалистов, изучающих проблемы искусственной реальности, последняя в значительной степени обязана своим появлением «маргинальным» культурам – научной фантастике, киберпанку, Интернет-культуре и др. В области кинематографии впервые стали масштабно использовать виртуальные возможности создания иллюзии реального пространства, причем предпринимались попытки определения будущего среды обитания человека в новых формах⁶⁶. Сегодня проблемы виртуального формирования искусственной среды приобрела глобальный и стратегический характер. Компьютерные игры, игровые автоматы, интерактивные Интернет-сайты обеспечивают высокий уровень достоверности «пребывания» в искусственных средах, создавая иллюзии жизни – в том числе в пространственном ее понимании. Искусственное воспроизводство пространственных ситуаций открывает возможности приобретения особых навыков пространственного поведения, которые трудно выработать в

⁶³ По мнению польского исследователя А. Асановича, для объяснения этого феномена стали активно востребованы философские доктрины: феноменология Э. Гуссерля, философия техники М. Хайдеггера, герменевтика Г. Гадамера, деконструктивная философия Ж. Деррида. В частности, философские положения Э. Гуссерля создали основу для понимания природы виртуальной реальности, когда предмет реально не существует, но воспринимается человеком как реальный.

⁶⁴ Гипостазирование – придание абстрактной модели онтологического статуса, т.е. необоснованная вера в то, что в действительности все устроено именно так, как это предполагается в модели.

⁶⁵ Уровень создаваемых на экране иллюзий современного кинематографа убеждает в том, что это лишь начало процесса сотворения не только особой антропогенной предметной среды в реальном мире, но и нового мира - нереального, виртуального, где все происходит по другим законам.

⁶⁶ Наиболее впечатляюще показаны прогнозы будущего развития жилой среды в художественных фильмах: «Бегущий по лезвию бритвы» (Blade Runner), США–Великобритания, 1982, реж. Ридли Скотт; «Вспомнить все» (Final Recall), США, 1990, реж. Пол Верхувен; «Косильщик лужаек» (The Lawnmower Man), США–Великобритания, 1992, реж. Бретт Леонард; «Матрица» (The Matrix), США, 1999, реж. Энди Вачовски и Лари Вачовски; «Экзистенция» (eXistenZ), 1999, реж. Дэвид Кроненберг и др.

реальных условиях. В связи с этим сегодня получили широкое распространение виртуальные тренажеры (в том числе военные, опытно-исследовательские, игровые и др.), используемые для имитации боевых действий, антитеррористических операций в условиях плотной и сложной городской среды, под водой, в атмосфере, космосе и других физически трудно достижимых средах, которые должны быть достоверно воспроизведены. Проблема такого рода воспроизводства связана не столько с копированием и воссозданием реальных прототипов, а с задачами «просчета» всего множества их возможных вариантов. Опыт разработки такого рода программ выявил проблему воспроизводства пространственной структуры в условиях виртуальной реальности: оказалось, что ее воспроизводство на основе «виртуальных кирпичиков» (без учета структуры, а как сумма частей) по сложности сопоставимо с реальным строительством. В связи с чем сегодня разрабатываются программы, обеспечивающие симбиоз реальной и виртуальной (виртуореальных) сред, что потребовало разработки соответствующих алгоритмов воспроизводства виртуальных пространственных структур, корреспондирующих с реальными. Современные коллективы разработчиков виртуальных архитектурных проектов, помимо архитекторов и художников, обязательно включают в свой состав опытных математиков и программистов, обеспечивающих «конвертирование» художественных идей в среду компьютеров.

На пути создания теории, обеспечивающей преемственный переход от традиционных подходов к новым, построенным на компьютерных технологиях, стоят задачи разработки концепций, предусматривающих формально-системные трактовки действия архитектурных механизмов. Появление таких концепций естественнонаучного характера сблизит архитектуру с родственными ей по строительной деятельности науками технического плана.

Изложенная в работе концепция тесно связана с развитием нового подхода, а первоочередными задачами его станут: во-первых, задачи эмпирического характера, связанные с необходимостью архивации проектного опыта (выполнение систематических формальных описаний формы существующих и исторических зданий, классификации их по формально-геометрическим и функционально-конструктивным типам, которые бы корреспондировались с «естественной историей» архитектуры); во-вторых, интеграция моделей геометрических и топологических свойств пространственного строения объектов в строительные научные дисциплины с отображением их физических характеристик – таких как пространственная взаимосвязь и контроль путей движения людей и предметов в пространстве и формы геометрического членения пространства

Таким образом, обеспечение преемственности развития профессиональных знаний требует адаптации к происходящим изменениям и выработки приемов «конвертации» накопленного в рамках традиционной профессиональной парадигмы знания и опыта. Рассматривая процесс архитектурного компьютерного проектирования как создание архитектурных

форм предлагаемыми методами, его можно представить как композицию трех процессов: анализ входного задания по проектированию объекта в терминах структур «входного языка», преобразование этой структуры в аналогичную структуру в терминах «выходного языка» и затем синтез «выходного» объекта по полученной структуре. Задача создания «языка», позволяющего описывать структуры, становится основной. В качестве основы такого «языка» предлагается использовать разработанные методы формализации строения архитектурных объектов с последующим описанием их геометрических и топологических свойств. Еще не до конца ясен переход от структуры к конкретной форме, т.е. синтез формы на основе структурных свойств, и в этом направлении необходимы фундаментальные исследования в будущем.

Компьютер становится мощным инструментом моделирования формы архитектурных объектов. Современные методы структурно-генеративного моделирования форм в виртуальной среде компьютера⁶⁷ открывают возможности продуктивной реализации творческих архитектурных концепций архитекторов. Новейшие методы программирования процессов виртуального формообразования сегодня получили широкое развитие в области технического дизайна и, частично, в архитектуре. Благодаря цифровым технологиям архитектор приобретает уникальную возможность получить признание своей индивидуальной творческой доктрины, апеллируя не только к своим реальным постройкам (которые обычно являются плодом коллективного творчества), но к максимально широко охватывающим весь потенциал творческих идей мастера виртуальным генерациям архитектурных решений, которые могут быть представлены во всей глубине своей проработки. Для архитекторов это исключительная возможность, поскольку многие из них не удовлетворены в полной мере реализацией своих творческих замыслов. Основу создания такого рода компьютерных симуляций⁶⁸ архитектурных пространственных ситуаций определяют исследования структурных характеристик формы архитектурных объектов, которым посвящена данная работа.

Перспективны приложения компьютерного генеративного формообразования в сфере профессионального обучения обусловлены наглядностью демонстрации процессов «рождения» формы и ее изменения (трансформации) под действием внутренних механизмов, определяющих ее строение. Генеративные учебные программы могут стать основой нового учебного курса по архитектурному формообразованию, принципиально отличного от традиционного композиционного и дополняющего его. Традиционные методы композиционного формообразования могут быть дополнены приемами построения пространственных структур архитектуры

⁶⁷ Речь идет о трех основных методах компьютерного генеративного проектирования виртуальных форм: грамматика форм (Shape Grammar), генетический алгоритм (Genetic Algorithm) и ячеистый автомат (Cellular Automata).

⁶⁸ Симуляции – в данном случае это синтетические модели, демонстрирующие полную палитру вариантных решений, в том числе и не имеющих натуральных реализаций (в отличие от имитаций – моделирующих свойства реальных аналогов).

на основе «грамматик формы» (Ж.Р. Дуарте, Дж. Каган, М. Пуглис, Мак Комак, Соуфес, Арида и др.), уже широко используемых сегодня в области технического дизайна и инженерного проектирования.

Вооружившись инструментарием генеративного компьютерного проектирования, архитектор получает возможность воссоздать стилистическое многообразие пространственных форм, предопределенное его индивидуальной творческой концепцией, при условии ее описания в категориях формального языка. Внедрение генеративных проектных методик в практическое архитектурное проектирование и обучение в качестве дополнительных методов решения задач формообразования открывает возможности для формирования новых направлений профессиональной деятельности. Сегодня архитектурное проектирование отстает в части новаций от инженерно-строительного и машиностроительного проектирования, где уже произошли существенные сдвиги и появились новые области деятельности и профессии⁶⁹.

Проблема внедрения новых методов проектирования архитектурных объектов на основе цифровых технологий сегодня крайне актуальна и являются предметом исследования для научных коллективов многих передовых зарубежных университетов⁷⁰, занимающихся вопросами формообразования в самых разных прикладных сферах от бижутерии и приборостроения до градостроительства. Начиная с середины 80-х годов прошлого века возникли несколько крупных научных ассоциаций, призванных стимулировать исследования в этих областях, среди которых следует выделить: «*Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (ECAADE)*»⁷¹, «*Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)*»⁷², «*Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*»⁷³, «*Sociedad Iberoamericana de Grafica Digital (SIGRADI)*»⁷⁴, «*Computer Aided Architectural Design in Future (CAAD Future)*»⁷⁵. В рамках данных ассоциаций аккумулировались исследовательские ресурсы передовых научных центров всего мира, активно занимающихся тем, как компьютерные технологии интегрируются в различные области

⁶⁹ Такие как логистика и системотехника строительства, машиностроения, приборостроения, авиастроения и др.

⁷⁰ В Интернете можно ознакомиться с многочисленными диссертациями на эту тему, выполненными в Массачусетском технологическом институте (США), Технологическом университете Эйндховена (Голландия), Миланской политехнике (Италия) и др.

⁷¹ ECAADE – «Образование и исследования компьютерной поддержки архитектурного проектирования в Европе» – ассоциация европейского базирования с ежегодными конференциями и регулярно публикуемыми материалами о новейших достижениях в области методологии проектирования.

⁷² ACADIA – «Ассоциация компьютерной поддержки архитектурного проектирования» – северо-американская ассоциация.

⁷³ CAADRIA – «Компьютерная поддержка исследований в области архитектурного проектирования в Азии».

⁷⁴ SIGRADI – «Цифровая графика Доминиканского региона», ассоциация, объединяющая испано-язычных исследователей в центрально-американского региона.

⁷⁵ CAAD Future – «Компьютерная поддержка архитектурного проектирования будущего» – ассоциация нескольких университетов Тихоокеанского региона.

профессиональной деятельности и часто кардинально меняют их методологические основы.

Сегодня в профессии определяются задачи поиска таких форм пространственной организации искусственного окружения, которые бы соответствовали уровню социального и экономического бытия общества и обеспечивали его дальнейшее развитие. Такие процессы должны находить свое отражение в содержании предмета архитектурной и градостроительной деятельности, которая тесно связана с конструированием все более сложных по своей структурной организации пространственных объектов, составляющих искусственный мир людей.

Таким образом, в *главе 3 «Структурная архитектоника»* сделаны следующие выводы:

во-первых, определено новое научное направление – структурная архитектоника, объединяющее исследования по изучению структурных закономерностей пространственного формообразования в архитектуре;

во-вторых, построена модель описания структурогенеза архитектурных систем с выделением трех их ключевых состояний: диссипации, флуктуации и бифуркации;

в-третьих, введено новое понятие структурной нормы, объединяющее три вида нормирования пространственного формообразования архитектурных объектов: геометрическое, топологическое и целостно-метрическое;

в-четвертых, определена актуальность исследования структурных свойств пространственной формы для развития методов компьютерного формообразования в среде виртуальной реальности;

в-пятых, определены основные направления использования знаний о закономерностях структурной организации архитектурного пространства в области развития методов компьютерного структурно-генеративного формообразования и их применения в архитектурном проектировании и обучении.

Заключение

За внешне простым процессом организации архитектурного пространства, сводимым к членению целого на части, соединенные по определенным закономерностям, скрываются фундаментальные свойства архитектурного пространства. Из этих закономерностей следуют многочисленные формально-логические и практические следствия, базирующиеся на том, что структурные свойства пространства архитектурных объектов лежат в основе проявления общих закономерностей реализации процессов формообразования, в числе которых главными являются геометрические, топологические и целостные.

Основные выводы исследования

1. Предложено новое направление в области архитектуры и градостроительства, названное «структурная архитектоника», которое характеризует естественнонаучное изучение строения пространственной формы архитектурных объектов и сопряжено с поиском закономерностей, объясняющих механизмы пространственного формообразования и формоизменения. Предложена модель описания структурогенеза пространственной формы с выделением трех ее основных состояний: диссипации, флуктуации и бифуркации, характеризующие упорядоченность, изменчивость и «пороговые» явления изменения структурного качества архитектурных систем.
2. Выявлены и исследованы геометрические и структурно-топологические условия пространственного формообразования архитектурных объектов на основе моделей графоаналитического анализа пространственной связанности и геометрического членения пространственной формы. Выявлены три вида основных взаимодействий пространственных пар (координация, детерминация и констелляция); типология пяти видов топологических структур связанности пространств (линейный, гребешковый, ветвеобразный, ромашковый и сеточный); закономерности взаимодействия форм геометрического членения и связанности вычлененных пространств.
3. Определены приемы и методы параметрического описания структурных характеристик и разработана эвристическая модель описания структурной организации пространственной формы архитектурных объектов в качестве дополнительного инструмента для использования в прикладных исследованиях, практическом проектировании и обучении. Предложена модель смены состояний пространственной организации архитектурных объектов (структурогенез) и предложен метод описания состояний в «фазовом пространстве», позволяющий устанавливать зоны структурного «родства» в строении объектов.
4. Введено понятие структурной нормативности, характеризующее возможности установления стандарта для форм пространственной организации архитектурных объектов. Предложены три вида структурного нормирования пространственного формообразования архитектурных объектов (геометрическое, топологическое и целостно-метрическое нормирование), призванные устанавливать своеобразные архитектурно-пространственные «грамматические» прототипы и определять единообразие и общепризнанное употребление приемов пространственной организации архитектурных объектов.
5. Определена актуальная необходимость развертывания исследований по формализации и математизации свойств, определяющих пространственное строение архитектурных объектов, и выявлению новых методов формообразования в сфере архитектуры, основанных на компьютерных

технологиях. Определена перспективность применения разработанных в работе методов структурного описания пространственной формы в программах генеративного компьютерного формообразования с целью их широкого внедрения в современное архитектурное проектирование и программы обучения.

6. Определены основные направления использования знаний о закономерностях структурной организации архитектурного пространства в области компьютерных методов генеративного формообразования и возможности их применения в архитектурном проектировании и обучении основам архитектурной деятельности.

Список публикаций автора по теме диссертации

1. «Проблема выявления пространственных инвариантов в архитектурных объектах». // «Города и системы расселения». Комитет по системному анализу при Президиуме АН СССР, – М., 1985, вып. №6.
2. «Морфологическая оценка архитектурно-планировочной организации городских образований». // «Архитектурная наука в МАрхИ». – М., 1996.
3. «Статистико-вероятностный подход к исследованию закономерностей формообразования архитектурно-пространственных систем». //«Архитектурная наука в МАрхИ». – М., 1997.
4. «К вопросу исследования морфологии архитектурно-пространственных образований». // «Архитектурная наука и образование». – М., 1999.
5. «О вреде компьютера для начального архитектурного образования в МАрхИ». // «Архитектурная наука и образование». – М., 2006.
6. «Жизнеспособные городские системы». // «Архитектурная наука и образование». – М., 2004.
7. Grammar of the architectural forms. Wydział Architektury Politechniki Białostockiej. – В.: Architektura-Murator, 2006.
8. Архитектура и среда жизнедеятельности: проблемы на пути развития. // «Архитектурно-градостроительные и строительные проблемы национального проекта – доступное комфортное жилище». – В.: Шарджа (ОАЭ)-Волгоград (Россия), 2006.
9. Три доктрины, или как нам быть? //«Архитектурная наука и образование». – М., 2005.
10. Структурные закономерности архитектурного формообразования: Учебное пособие. – М.: Архитектура-С, 2006.
11. Взаимодействие пространств городской среды. //«Архитектура СССР», – М., 1991, март.

12. Человек в пустоте. //«Архитектура, строительство, дизайн». – М., 2006, №43.
13. Особенности обучения архитектурному проектированию в МАрхИ. //Архитектура и город. – Токио, 1994 (на японском языке).
14. Объективные свойства архитектуры. //«Архитектурная наука и образование». – М., 2006.
15. К вопросу о синтаксисе архитектурного пространства. //«Архитектура и строительство Москвы». – М., 2006, №3.
16. Архитектурные свойства пустоты. // «Архитектурная наука и образование». – М., 2006.
17. «Vologda-Sibstream». //«Proposals for the International Competition of Sustainable Urban Systems Design». – Tokyo, 2003.
18. Структура формы и пространства. // «Архитектон: Известия ВУЗов». – Е., 2006.
19. Проблемы архитектурной деятельности в условиях развития компьютерных технологий. // «Архитектон: Известия ВУЗов». – Е., 2006.