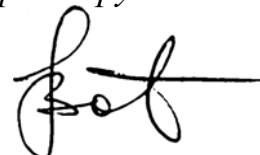


МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ

(государственная академия)

На правах рукописи



Волынсков Владимир Эдуардович

**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ**

Специальность 05.23.20 – «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия».

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата архитектуры

Москва – 2012 г.

Диссертация выполнена
в Московском архитектурном институте (государственной академии)
на кафедре «Градостроительство»

Научный руководитель: доктор архитектуры, профессор
Шубенков Михаил Валерьевич

Официальные оппоненты: **Максимов Олег Григорьевич**
доктор архитектуры, профессор,
профессор кафедры «Ландшафтная архитектура»
Московского архитектурного института
(государственной академии)

Касьянов Николай Владимирович
кандидат архитектуры,
заведующий лабораторией
архитектурного формообразования
Научно-исследовательского института
теории и истории архитектуры и градостроительства
Российской академии архитектуры
и строительных наук (НИИТИАГ РААСН)

Ведущая организация: Казанский государственный
архитектурно-строительный университет
(КазГАСУ)

Защита состоится 26 июня 2012 года в 10:00 на заседании Диссертационного
совета Д 212.124.02 при Московском архитектурном институте
(государственной академии) по адресу: 107031, Москва, ул. Рождественка,
д.11/4, корп.1, стр.4.

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

Автореферат разослан 25 мая 2012 года.

Ученый секретарь Диссертационного совета
кандидат архитектуры

Клименко С.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность исследования.

Сегодня процесс архитектурной деятельности претерпевает сильные изменения в связи с развитием компьютерных технологий. В ходе поиска выразительных форм зданий и сооружений архитекторы привлекают весь арсенал современных научных и технических достижений, философских концепций и художественно-стилистических инноваций. Современные информационные технологии взяли на себя роль определяющих в организации процессов практической профессиональной деятельности. Многочисленные компьютерные программы по виртуальному моделированию влияют на процессы проектирования формы архитектурных объектов. Современные архитекторы активно используют возможности информационных технологий (IT) в поиске новых архитектурных форм и, как следствие, вырабатываются новые подходы в проектировании и строительстве. Проектировщики вооружаются новыми инструментами, связанными с новыми возможностями 3D-моделирования в построении архитектурных форм. Процесс внедрения информационных технологий и компьютерных устройств в архитектуру произошёл и продолжается столь стремительно и революционно, что до сих пор ещё не произведены анализ и оценка случившегося и его влияние на развитие культуры профессиональной деятельности. Сегодня актуально и целесообразно проследить и оценить путь освоения компьютерных средств и методов в целях взвешенного выбора средств и удобства ориентации в огромном множестве компьютерных программ.

Информационно - технологический взрыв конца 20-го - начала 21-го века предопределил различные направления взаимодействия архитектора с компьютером при решении различных профессиональных задач. С помощью языков программирования и скриптовых интерфейсов, которые в большом количестве предлагаются современными разработчиками в сфере моделирования объектов окружающей среды, в процессы проектирования внедряются автоматизированные процедуры, которые предназначены помочь пользователю достичь искомого решения быстрее и эффективнее. Несмотря на то, что компьютер «не понимает» эстетики, он способен выполнять миллионы созидательных операций и визуализировать результат на каждой операционной стадии. При условии правильного определения задачи проектирования, компьютерные программы способны обрабатывать огромное количество данных и экспортировать адекватные искомому решению результаты. С привлечением компьютерных средств и программ архитектор получает дополнительную возможность расширения сферы формотворчества в аспектах сложности построения, варьирования, модифицирования, трансформации форм и экономии времени их проектирования.

Изученность проблемы и научный контекст исследования.

Вопросам формообразования в современной архитектуре посвящено немало работ отечественных и зарубежных авторов. В первую очередь новые подходы к архитектурному формообразованию характеризуются произошедшей переменой в мышлении архитектора. В значительной степени это было предопределено техническим прогрессом и новыми философскими доктринами, которые позволили обосновать необходимость развития информационно-технологических инноваций и их внедрение практически во все сферы человеческой деятельности¹. В частности, философское истолкование представлений о структуре форм и выработка математических теорий её описания опираются на работы Ж.Делёза, предложившего понятие «складки» как отражение идей о самоорганизации материи. Нелинейный способ организации целостности, предложенный Ж.Делёзом и Ф.Гваттари, опирается на идеи о децентрации мира, видении его как хаоса, лишённого порядка, устойчивости и направленности изменений. Эти новые идеи были противопоставлены устоявшемуся понятию «целостности произведения» - ключевому в теории классической композиции, и послужили основой для развития стилистических направлений «деконструкции» в постмодернизме и деконструктивизме.

Важным этапом было переосмысление места и роли человека в окружающем его мире. Философ Ж.Бодрийяр выдвинул тезис о трансформации в эпоху постмодернизма понятия «реальность» в понятие «гиперреальность». Этот термин означает сращивание актуальной реальности (естественного природного и рукотворного мира, созданного человеком) с виртуальной реальностью, в которой осуществляется значительная часть современной жизнедеятельности общества.

Вместе с новейшими информационными технологиями в сознание и обыденную практику людей вошли идеи о «нелинейности» мира. Проникнув в архитектуру, эти идеи послужили основанием для новых подходов в формообразовании и появлению так называемого «нелинейного», «органического» подхода, созвучного современной модели мира как «живого организма», утверждающего эстетику свободно развивающейся формы. Вопросами осмысления проявлений новых теорий и технологий в современном проектировании и новых «нелинейных» (дигитальных, компьютерных) форм в архитектуре занимались И.А.Добрицына, Н.В.Касьянов, Н.А. Рочегова, Е.В. Барчугова, Э.В. Хайман, Г.И. Ревзин, А.А. Асанович, В.А.Юзбашев, Яцюк О.Г. и др.

¹ Эти доктрины представлены такими именами как Ж. Деррида, Ж. Делёз, М. Фуко, Р. Барт, К. Леви-Стросс, Ж. Бодрийяр, Ф. Гваттари, П. Рикер, М. Мерло-Понти.

Систематизированное научное изучение механизма рождения новых концепций и современных методов формообразования в отечественном и зарубежном архитектуроведении имеет свою традицию, и эволюция развития новых идей была отслежена в многочисленных работах отечественных исследователей. Данное диссертационное исследование опирается на теоретические положения, изложенные в работах С.О.Хан-Магомедова, А.И.Каплуна, А.Г.Раппапорта, И.А.Азизяна, А.В.Иконникова, А.В.Рябушина, А.Н.Шукуровой, В.Л.Хайта. Наряду с общетеоретическими работами были привлечены исследования, связанные с поиском «матриц проектного мышления», «проектного языка», разработкой программ «автоматизированных средств проектирования объектов строительства» (АСПОС), «систем автоматизированного проектирования» (САПР), представленные в работах Л.Н.Авдотьина, Л.Д.Бронера, Э.П.Григорьева, А.Э.Гутнова, Н.Н.Ноткина, Е.П. Костогаровой, В.И. Ретинского, А.П.Рома, Д.Н. Яблонского.

Неоавангардные течения, связанные с приходом информационно-технологической эпохи, периода 1970-2000-х годов активно рассматривались западной наукой и архитектурной критикой. Первой и главной опорой такого рода исследований являются труды Ч.Дженкса, Р.Бродбента, Л. Марча и Ф.Стидмана. Большое значение для понимания поворотов инновационной мысли имеют труды П.Эйзенмана, Г.Линна, В. Митчелла, Дж.Кипниса, С.Квинтера, С.Аллена, Б.Чуми, Л. Спайбрука, М.Новака, С.Переллы, С.Бэлмонда, Э.Зенгелиса. Полнота картины требует отметить тесное соприкосновение теоретических обоснований направлений неоавангарда в архитектуре и искусстве на рубеже веков с исследованиями, инициированными технической сферой компьютерного моделирования, осваивающей представления современной математики, инженерии, физики и биологии. В этой области наметилось несколько линий поиска, в частности, развитие компьютерной грамматики формы (В.Митчелл, Дж.Фрейзер, И.Г.Лежава, М.В.Шубенков, К.С.Чу, Х.Лалвани, Ц.Содду). Исследования фокусируются на изучении структурных закономерностей пространственного формообразования архитектурных объектов, определяющих их целостность и возможность существования в качестве архитектурно-пространственных систем. Общие принципы конструирования формы отражены в категориях геометрии и топологии, предусматривающие наличие систем дискретных пространственных элементов, соединённых по определённым правилам.

Таким образом, несмотря на большой интерес к вопросам привлечения информационно-технических достижений в сфере архитектурного формообразования остается невыясненным вопрос о направленности развития и характере методов, наработанных в практике архитектурного проектирования на основе компьютерных технологий. Объем накопленного теоретического

материала и постоянное обновление компьютерных технологий в проектной практике и многочисленные образцы компьютерной (дигитальной) архитектуры, имеющие всё большую популярность, могут служить основой для выявления сложившихся закономерностей в сфере информационно-технологических методов проектирования архитектурных форм.

Объектом данного исследования являются информационно-технологические программные средства, применяемые в современном архитектурном проектировании, и обеспечивающие переход проектной и учебной архитектурной деятельности на новый профессиональный уровень.

Предметом исследования являются методы архитектурного проектирования формы, основанные на профессиональных компьютерных программах и технических средствах.

Цель исследования заключается в выявлении новых информационно-технологических методов и особенностей их использования в проектной архитектурной деятельности, связанных с современным компьютерным формообразованием.

В работе выдвинута рабочая **гипотеза** о том, что современная творческая деятельность архитектора неразрывно связана с информационно-технологическими средствами и ее результат предопределен характером привлекаемого информационно-технологического инструментария, представленного методами компьютерного проектирования архитектурных форм.

Исходя из указанной цели исследования, его основными **задачами** являются:

- 1) Выявление этапов компьютеризации современной проектной деятельности, качественных изменений в ее инструментарии, а также изучение проблематики, связанной с появлением новой стилистики в архитектурном формообразовании, получившей название «нелинейной» (дигитальной, компьютерной, фрактальной, параметрической архитектуры);
- 2) Выявление наиболее эффективных методов современного компьютерного формообразования, сложившихся в архитектурном проектировании;
- 3) Раскрытие существенных характеристик новых методов и сфер их применения в проектировании;
- 4) Определение возможных направлений использования новых методов компьютерного формообразования в современном проектировании и профессиональном образовании.

Границы исследования определены рассмотрением проектной деятельности архитектора, связанной с формообразованием и привлекаемыми информационно-технологическими ресурсами, обеспечивающими проектирование архитектурных форм. Кроме того, в границы исследования входит изучение формальных характеристик строения современных архитектурных объектов, причисляемых к архитектуре, созданной при помощи компьютерных технологий. Границы

исследования не касаются культурологических и социально-психологических аспектов восприятия архитектуры.

На защиту выносятся:

- теоретическое объяснение революционных изменений, произошедших в современном архитектурном проектировании в связи с развитием информационных и компьютерно-технологических инноваций;
- информационно-технологические методы проектирования и их роль в архитектурном формообразовании;
- сформулированные существенные характеристики методов проектирования архитектурных компьютерных форм, заключающиеся в приёмах их создания;
- рекомендации по использованию определенных компьютерных программ на соответствующих этапах образовательной и практической архитектурной деятельности.

Методологической базой исследования послужили работы в области философских, геометрических и информационно-технологических направлений. В области философских направлений это работы Ж.Бодрийяра, Ж.Дерриды, Ж.Делёза; в области геометрических направлений – работы И.Ш. Шевелёва, Ж. Зейтуна, Р.Х. Зарипова, Шубникова А.В., Копцика В.А.; в области информационно-технологических направлений это работы Г.Линна, Ч. Дженкса, П. Эйзенманна, В. Митчелла, Дж. Фрейзера, И.Г.Лежавы, М.В.Шубенкова, И.А.Добрицыной, Н.В.Касьянова, Н.А. Рочеговой, Е.В. Барчуговой, Л.Н.Авдотьиной, Е.П. Костогаровой, Д.Н. Яблонского.

Методика работы включает в себя :

- анализ развития проектной деятельности и выявление перелома, связанного с развитием компьютерных технологий и их вовлечением в проектное производство, повлекшего за собой появление новых методов работы с формой;
- анализ развития интерфейсов информационно-технологических программных средств и их влияние на способы создания архитектурных форм;
- выявление характерных особенностей новых методов компьютерного формообразования;
- предложения по внедрению выявленных методов компьютерного формообразования в современное проектирование и профессиональное образование.

Новизна исследования заключается в:

- обозначении информационно-компьютерного перелома в проектной деятельности, связанного с развитием компьютерных технологий с начала 1970-х годов по 2000-е годы и их активным вовлечением в архитектурную проектную деятельность;
- выявлении роли новых информационно-технологических методов в архитектурном формообразовании на основании анализа форм современной

архитектуры, созданных с помощью компьютерных технологий, а также изучения динамики развития компьютерных комплексов и интерфейсов современных профессиональных программ;

- предложенной модели описания компьютерных форм на основании существенных характеристик IT методов;
- введении новых терминов, связанных с описанием процессов дигитального формообразования, а именно «геометрические методы», «параметрические методы» и «алгоритмические методы» компьютерного формообразования;
- раскрытия особенностей процесса внедрения информационно-технологических методов в образовательные программы по проектированию на основе их исследования в архитектурном формообразовании.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- результативно использован собранный материал по массиву современной архитектуры, созданной с помощью компьютерных технологий, и его обобщение и выявление закономерностей, связанных с базовыми методами описания архитектурных форм;
- выявлены сочетания информационно-технологических методов, помогающие сделать процесс создания архитектурных форм максимально эффективным;
- выявлены основные стадии развития культуры проектного мышления и основные этапы компьютеризации проектного инструментария архитекторов;
- раскрыты основные точки соприкосновения и расхождения двух сфер деятельности людей, а именно культуры проектного мышления и освоения технического инструментария архитектора;
- изучены связи процесса компьютеризации проектного процесса в архитектуре с аналогичными процессами в других научных (родственных) сферах, таких как машиностроение, авиастроение, медицина, биология, кинематограф, мультипликация.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные теоретические положения работы основаны на:

- анализе исследований особенностей формообразования архитектурных объектов, причисляемых к «нелинейной» архитектуре, по трем направлениям – философскому, геометрическому и информационно-технологическому;
- анализе современных примеров архитектуры, созданной при помощи компьютерных средств, и выявлении особенностей развития современной культуры проектного мышления и области освоения технического инструментария архитектора.

Практическая значимость диссертации определяется:

- предложенным направлением развития методов создания новых форм, а также в определении направлений применения современных компьютерных технологий в архитектурном проектировании и обучении;

- обозначением рекомендаций по внедрению IT методов в образовательные программы по архитектурному проектированию на основе их исследования в архитектурном формообразовании.

Определены перспективы практического использования выявленных информационно-технологических методов, заключающиеся в:

- возможности дальнейшего детального усложнения архитектурных форм при использовании выявленных методов компьютерного формообразования;

- объяснении механизмов интерактивной взаимосвязанности всех этапов компьютеризированного проектирования архитектурных объектов – от эскизирования до сопровождения на этапе строительства и последующей эксплуатации;

- обосновании возможности целенаправленного формирования алгоритмически изменяемых (трансформирующихся) во времени зданий и сооружений с учетом развития их конструктивной, функциональной и объемно-пространственной систем.

Апробация работы :

Основные положения проведенного исследования получили отражение в публикациях автора в ведущих научных журналах, а также в докладах на научно-практических конференциях НИИТИАГ РААСН, МАРХИ (в 2008-2011 гг.).

Структура работы :

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы. Иллюстративная часть содержит 11 планшетов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена область исследования, которая находится на стыке разработок теории архитектуры («нелинейная» или дигитальная архитектура, архитектурное формообразование, методы проектирования, виртуальное моделирование) и их применения в практической архитектурной деятельности и в сфере образования.

Обоснована актуальность освоения информационных технологий архитекторами (в практической и образовательных сферах) в связи с феноменальным развитием цифровых технологий и необходимостью освоения новых проектных методов работы с формой в архитектурном проектировании. В рабочей гипотезе выдвигается предположение о том, что побуждающей причиной появления современных архитектурных форм являются изменения, связанные с новым профессиональным инструментарием и новыми приёмами проектирования, основанными на IT системах.

Охарактеризованы: объект, предмет и границы исследования, сформулированы его цель и задачи. Перечислены методы исследования, определена научная новизна, практическая значимость и ожидаемые результаты. Сформулированы положения, которые выносятся на защиту.

Глава I «Революционный перелом в архитектурном проектировании»

посвящена анализу проектной деятельности с 1970-х по 2000-е годы и указанию перелома в процессе архитектурного проектирования объектов в связи с активным внедрением IT систем.

Для полноценного анализа происходящих изменений в современной архитектуре необходимо рассмотреть процессы, происходящие в двух различных направлениях. С одной стороны это освоение технического инструментария, а с другой – собственно культура проектного мышления. Начнём с первого.

В последние десятилетия формообразование в проектной деятельности сильно изменилось. Ранее архитекторы успешно проектировали, используя регламентируемые составы чертежей проекционного проектирования. Всё это выполнялось при помощи традиционных инструментов черчения – карандашей, рейсфедеров, рапидографов, на кульманах, чертёжных досках при помощи рейсшин, угольников и циркулей.

Но с 1973 года ситуация начала меняться. Появился первый персональный компьютер, который назывался Xerox Alto, имевший мышь, сетевую карту и графический пользовательский интерфейс. Очень скоро компьютерное оснащение архитекторов приобретает уже массовый характер, и проектная документация начинает выпускаться уже через компьютерные средства – ксероксы, принтеры, рабочие чертёжные станции, программное обеспечение, плоттеры. Теперь операции копирования, тиражирования, зеркального переноса осуществлялись на компьютерах, что делало их гораздо более простыми и сокращало количество затраченного рабочего времени. На компьютерах выполнялись все те же проекционные чертежи – планы, фасады, разрезы; проставлялись размеры, раскрашивались фасады и аксонометрические виды. Интерфейс первых версий САД программ выглядел очень чётко и ёмко. В нём находились основные инструменты черчения – отрезок, прямая, луч, окружность, прямоугольник, многоугольник. А также основные операции редактирования этих элементов – копирование, поворот, масштабирование, зеркальное отражение, а также функции назначения и управления слоями элементов. Ко всему прочему в интерфейсе существовал инструмент «текст» и возможность его редактирования, а также инструмент «размеры» и варианты их простановки. Готовый чертёж нужно было сохранить и распечатать в любом необходимом масштабе в чёрно-белом или цветном варианте. Работа с цветом шла уже не в технике отмывки и акварели, а при помощи работы с цифровыми цветовыми палитрами в системах CMYK и RGB. Готовые чертежи выводились на цветных принтерах и плоттерах. По сути, архитекторы придерживались всё той же последовательности действий и регламентов проектной документации, той же проектной методологии, что и раньше, но выполнялась она на компьютерных комплексах с развитой инструментальной периферией. В этом случае компьютер служил для

архитекторов инструментарием нового уровня, но всё ещё оставался именно инструментом в выполнении традиционных проектных операций и подготовке комплектов проектной документации.

Но компьютерные технологии постоянно и очень быстро развивались, и вместе с этим росло и количество предлагаемого программного обеспечения и мощность расчётных комплексов. Появляются новые проектно-ориентированные программы. Они получают название Системы Автоматизированного Проектирования (САПР). В начале 1980-х годов появляются специализированные инженерные, конструкторские и архитектурные проектные программы, такие как AutoCAD, ArchiCAD, SolidWorks, Kompas, T-Flex CAD, Pro-ENGINEER. На данном этапе развития архитектурное проектирование начинает согласовываться с компьютерными инструментальными и программными средствами. Архитектору необходимо умение работать в программных пакетах для того, чтобы он смог передавать различные чертежи специалистам смежных специальностей и работать в «групповом режиме».

Следующим этапом развития компьютерных технологий можно считать появление «Визуализаторов» - компьютерных программ, позволяющих создавать объёмные модели физических тел и соответствующий класс специалистов, занимающихся этим профессионально. Лидерами в этой области являются такие программы как 3D Studio Max, Maya, Lightwave 3D, Softimage, Sidefx Houdini, Maxon Cinema 4D, Rhinoceros 3D, ZBrush, Catia. Эти программные пакеты позволяют создавать трёхмерную графику, т.е. моделировать объекты виртуальной реальности и создавать на основе этих моделей натуралистические изображения. Эти программы и сегодня очень востребованы как в архитектуре, так и в других областях человеческой деятельности – науке, кинематографе, телевидении, компьютерных играх, тренажёрных комплексах. Изображения, созданные с помощью такого программного обеспечения, становятся одной из основных составляющих современного архитектурного процесса проектирования. Именно «картинки», полученные в ходе рендеринга, становятся средством общения с заказчиком и той составляющей, которая призвана заинтересовать его и склонить к дальнейшему сотрудничеству. Но такие «картинки» возникают не просто так, а в процессе проектной работы в виртуальной среде с фиксацией результата в форме цифровой записи – файла, привязанного к соответствующей программе. Из этого файла можно получить все возможные проекционные отображения – планы, разрезы, фасады, аксонометрии.

Такая последовательность трансформации проектного процесса привела к тому, что увлечение различными информационно-техническими возможностями, которые предоставляют компьютерные технологии, породила инструментарий «легкого» управления сложными пространственными 3-х мерными формами. Теперь архитекторы имеют возможность создавать и трансформировать любые по

сложности формы и поверхности. В результате можно констатировать революционный скачок, перелом в ходе проектной деятельности архитекторов и последовавшие за этим новые методы по созданию архитектурных форм. Эскизирование, проектирование, 3D моделирование, работа с цветом, тенями и освещением, увязка со смежными разделами, печать, сохранение, архивирование – все эти действия теперь происходят только с использованием компьютерных технологий. Новая архитектура, создающаяся на основе открывшихся инструментально-информационных возможностей, заполнила современную практику архитектурного творчества. Новые возможности, открывшиеся для архитекторов, раскрыли новые направления в самой архитектурной деятельности.

Теперь необходимо рассмотреть вторую ветвь развития архитектуры, а именно культуру проектного мышления.

Существует огромный мир проектирования, который развивается в своей логике уже много тысяч лет. И в то же время есть огромный мир цифровых технологий, которые в течение долгого времени развивались параллельно развитию проектного искусства. На сегодняшний день полного сращивания этих двух глобальных областей человеческой деятельности пока не произошло.

В архитектуре первые эксперименты такого рода появились, например, в мастерской Нормана Фостера. В его здании Банка в Гонконге был применён специальный отражатель из зеркал, улавливающий солнечный свет и направляющий его в атриум. Для расчёта такой конструкции старых методов было недостаточно, и в проекте были применены конструктивные расчеты через построение сложной пространственной модели. Также в этом смысле характерен ещё один пример. Это здание Страховой компании Swiss-Re, так называемый «Огурец», при проектировании и строительстве которого применялось огромное количество деталей, выполненных на заводе по предварительно составленной каталогизации, и каждая из них при этом была абсолютно уникальна.

Но существуют и другие примеры. Заха Хадид и её мастерская, например, это яркий представитель модных тенденций в архитектуре. Эта мастерская ловит самые последние веяния моды, как в мире проектирования, так и в технике цифрового производства, и каждый их объект – яркая, неповторимая и удивительная новинка.

В архитектурных школах по всему миру тоже существует множество направлений развития. Все школы очень отличаются друг от друга и программы обучения сильно разнятся, да и главный вектор образования, идеологема у каждой из них свои. Например, архитектурные школы Цюриха исторически не любят различного рода художества, все они поголовно функционалисты, в то время как Лондонская «АА» – «модная» школа. В ней самое главное – вовремя поймать главную тенденцию современной архитектуры, пригласить самого амбициозного на данный момент мэтра и находиться в самом эпицентре современной архитектурной моды.

Буквально через несколько лет, как только ситуация в архитектуре меняется, эта школа сразу же перенаправляет свой вектор и следует новым веяниям.

В итоге можно констатировать тот факт, что в ходе истории приёмы и методы проектной культуры тесно связаны с техническим инструментарием архитекторов. И с развитием компьютерных технологий и теми новыми возможностями, которые они предоставляют, расширяются и возможности проектирования, появляются новые методы проектирования и новые архитектурные формы.

Сегодня сложилось явление нового формотворчества, определение которого имеет очень много вариантов. Эту архитектуру называют «нелинейная», «дигитальная», «постсовременная», «картофельная», «жидкая», «архитектура капель и пузырей» и т.д. В своей книге «От постмодернизма - к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки» И.А.Добрицына одной из первых в отечественной науке обозначила и объяснила новый поворот архитектурного мышления как «нелинейную парадигму». С точки зрения искусствоведческого подхода, семантики и культурологических кодов были рассмотрены радикальные тенденции в развитии архитектуры последнего тридцатилетия.

В нашей работе делается попытка охарактеризовать новые явления в современной архитектуре, опираясь на возникновение новых методов дигитального формообразования в архитектурном проектировании и обосновать их связи с новыми информационно-компьютерными технологиями и инструментариями. При этом в работе не рассматриваются психологические, культурологические, стилистические, личностные аспекты восприятия архитектуры.

Во Второй главе – «Новые методы компьютерного формообразования» определяются и раскрываются основные методы компьютерного формообразования современных архитектурных объектов и их вариации.

За последние 30 лет накопился гигантский массив архитектурных объектов, которые причисляются к объектам компьютерного направления. Анализируя этот блок новой архитектуры, и изучая его с точки зрения складывающихся в нём подходов, в работе были обозначены три принципиальных методических подхода, которые имеют свои вариации. Это - *геометрические, параметрические и алгоритмические* методы, а также их вариации – *геометрико-параметрические, геометрико-алгоритмические и параметрико-алгоритмические* группы методов.

Геометрический метод

Геометрические методы компьютерного формообразования связаны с оперированием геометрическими «идеальными» формами и их сопряжениями и трансформациями. Здесь происходит работа с геометрическими целостными телами (куб, параллелепипед, конус, пирамида, сфера). Эти идеальные формы,

прямые углы, вертикальные, горизонтальные, наклонные поверхности, равносторонние треугольники – всё это составляющие геометрического языка, с помощью которого могут быть описаны архитектурные объекты. Любой из них можно разложить на составляющие и представить в виде набора идеальных геометрических фигур.

Приёмы *геометрического метода* компьютерного формообразования можно наглядно исследовать, изучив весь арсенал инструментов экранного интерфейса компьютерных программ семейства CAD и основных приёмов генерации форм посредством оперирования геометрическими телами. В первых версиях таких программ основу рабочих действий составляли элементы панели инструментов: отрезок, прямая, полилиния, прямоугольник, многоугольник, дуга, круг, эллипс, сплайн-кривая, а также операции редактирования: перемещение, копирование, поворот, тиражирование, обрезка, удлинение и т.д. Первые интерфейсы таких программ не позволяли работать с архитектурными атрибутами – стеной, колонной, балкой, перекрытием, крышей. Их необходимо было строить из геометрических примитивов, и уже после этого придавать им характеристики нужного элемента. Но даже с развитием компьютерных программ и совершенствованием их интерфейсов и появлением сложнейших операций над формами базой для каждой из них остаются именно геометрические примитивы.

Традиционно архитектурные формы описывались посредством геометрических категорий. Геометрические тела и фигуры составляли язык описания архитектурных форм на протяжении тысячелетий. Французский архитектор - фантаст К.-Н. Леду видел наивысшую выразительность в простейших геометрических формах. Его произведения предельно разнообразны, но всегда состоят из форм основного геометрического алфавита. Ле Корбюзье считал геометрию тем замечательным инструментом, который позволяет установить порядок в пространстве. Фигуры, которые он упоминает, являются теми математическими моделями, на базе которых строятся архитектурные формы. Ричард Майер при проектировании производит последовательный геометрический анализ своих работ, создавая схему геометрических манипуляций для каждой своей работы. Но с появлением первых компьютерных инженерных и конструкторских программ данный метод был постулирован в интерфейсе, т.е. в электронном виртуальном отображении. Раньше архитекторы работали с геометрическими примитивами при помощи угольников, циркулей и рейсшин, а теперь они манипулируют виртуальными геометрическими объектами в компьютере.

Геометрический метод и сегодня очень популярен. Архитекторы используют данный метод, например, при создании массива окружающей застройки или элементов уличного дизайна. Он прослеживается в работах современных архитекторов и примерах дигитальной архитектуры. Например,

Центральная Библиотека в Сиэттле, построенная по проекту Рэма Кулхаса в 2004 году. Автор работает с геометрическими примитивами и с диаграммами функционального назначения. Библиотека имеет пять этажей и каждый из них имеет свою геометрическую форму и своё функциональное назначение. Тот факт, что развитие компьютерных технологий позволяет освободить большое количество пространств, т.е. хранить книги не в обычном виде, а на электронных носителях информации, побудил подойти к вопросу распределения пространства несколько иначе. Библиотека разделена на пять функциональных уровня, каждый из которых представляет отдельный кластер с определёнными размерами, конфигурацией и освещённостью.

Также примерами *геометрического метода* в современной архитектуре являются практически все работы Ричарда Майера, здание штаб-квартиры Norddeutsche Landesbank в Ганновере по проекту архитектора Гюнтера Бениша, Муниципальное здание в Темпе, Аризона, США и многие другие.

Параметрический метод

Сегодня архитекторы при работе над проектами всё чаще используют методы параметрического проектирования. Постоянно появляющиеся новые сложные формы, такие как поверхности 2-го и 3-го порядка, невозможно (а если и возможно, то очень трудоёмко и долговременно) создавать при помощи традиционных методов работы с формой – макетирования, лепки, проекционного черчения. Методы параметрического проектирования позволяют описать любую по сложности статичную форму и контролировать весь её жизненный цикл вплоть до строительной площадки. Методы параметрического проектирования позволяют создавать форму как совокупность точек, каждая из которых задана параметрами координат. Таким образом форма – это параметрическая запись позиционирования составляющих её точек.

Одним из основных приёмов параметрического метода является создание сетки. Эту сетку можно трансформировать различными способами (вытяжение, вдавливание, изгибание) и при этом любое выполненное действие будет параметризовано. Т.е. в любой нужный момент можно будет создать копию объекта, вернуться к предыдущему состоянию объекта и т.д. Отсюда следует, что архитекторы начинают работать с формой через составляющие её точки. Для этого существует технология MESH, в которой через категорию сетей генерируется любая форма. Во многих программных пакетах сегодня существуют возможности работы с различными сетями и их параметрами. Это такие программы как Corel Draw, Grasshopper, CATIA, 3D Max. Они позволяют работать с точками и их параметризацией, и, меняя параметры точек менять конечную форму. В них любую форму можно преобразовать в таких инструментах как Editable Mesh (Редактируемая поверхность), Creation Mesh (Создание поверхности) и менять форму, изменяя координаты и свойства каждой точки поверхности. Также

генерацию сложных форм в параметрическом методе можно осуществлять на основе использования неоднородных рациональных В-сплайнов (NURBS) и на основе порций поверхностей Безье (Editable Patch). Разработка технологии NURBS началась в 1950-х годах инженерами, которым требовалось математически точное представление поверхностей произвольной формы (таких как корпуса кораблей, самолётов, космических аппаратов и автомобилей) с возможностью точного копирования и воспроизведения всякий раз, когда это нужно. Позднее они стали неотъемлемой частью стандартных пакетов программ для компьютерной графики в строительной области. При использовании поверхностей Безье (Path modeling – «Кусочное» моделирование) для задания и изменения формы «куска», представляющего собой пространственную решетку из сплайнов или Многоугольников, применяется сеть контрольных точек. Эти точки управления, также известные как контрольные вершины (control vertices — CV) оказывают на гибкую поверхность «куска» подобное магнитному влиянию, при котором поверхность растягивается в том или ином направлении. Кроме того, «куски» можно и дальше подразделять на элементы для достижения большего разрешения и «сшивать» друг с другом, тем самым создавая сложные объёмные поверхности. Так же, как и сплайновые, «кусочные» модели используются при создании органических форм.

Основой сегодняшнего параметрического проектирования являются BIM технологии. BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) - это информационное моделирование здания или информационная модель . Это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект, представленный параметрической записью на некоем носителе информации. Трёхмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика. Модели и объекты управления BIM — это не просто графические объекты, это информация, позволяющая автоматически создавать чертежи и отчёты, выполнять анализ проекта, моделировать график выполнения работ, эксплуатацию объектов и т. д., предоставляющая коллективу

строителей неограниченные возможности для принятия наилучшего решения с учётом всех имеющихся данных.

Другое ответвление по разработке программного обеспечения было разработано в компании IBM с помощью языка Фортран, наряду с другим программным обеспечением CAD, в конце 1970-х годов. Оно было направлено на более прибыльные аэрокосмические и военно-морские области техники, это такие программы как CATIA, Pro - ENGINEER и CADAM. Программа CATIA была создана в качестве платформы для проектирования в области Авиастроения и предназначалась для создания «монооболочных» форм проектирования с диафрагмовидной структурной, поддерживаемой двумя жесткими направляющими, одной внутренней и одной внешней. Также было возможным моделирование с весьма сложными формами, управляемыми аэродинамикой объектов. Это техника, основанная на NURBS геометрии, позволяет программному обеспечению описать эти фигуры параметрически. Этот тип соединений был невероятно важен в развитии системы автоматизированного проектирования, так как он вводил новую эстетику в лексикон проектирования.

Основными мастерскими и архитекторами, которые сегодня работают с помощью методов параметрического проектирования это Zaha Hadid architects, SOM, Gregg Lynn, Casey Reas, Contour crafting, Djgerber, Kokkugia, Mada S.P.A.M., Neilleach, New territories, Nick Pisca, Pet-lab, Span, Suckerpunch, Theverymany.

Примером *параметрического метода* является здание Муниципалитета в Лондоне, проект архитектурного бюро «Норман Фостер и Партнёры». С целью максимальной энергоэффективности здание имеет сложную форму, напоминающую вытянутую сферу, т.к. известно, что сфера имеет наименьшую площадь поверхности по сравнению с объёмом. В добавок с южной стороны здания верхние этажи нависают над нижними, тем самым уменьшая необходимость охлаждения в летний период. Такую сложную поверхность возможно представить только математическими уравнениями и формулами. Точное управление поверхностью осуществлялось изменениями параметров в формуле. При работе со сложными поверхностями точные параметрические формулы являются очень полезными не только в виртуальном мире, они также превращают модель здания в точное «практическое руководство» по возведению здания.

Алгоритмический метод

В мире компьютеров алгоритм является фундаментальным методом по обработке информации. Другими словами, алгоритмические программы, по своей сути, дают компьютерам последовательность и шаги для выполнения необходимых задач. С таким невидимым правилом, алгоритмом, компьютеры выдают различный продукт каждый раз при вводе различных параметров. В инженерных и архитектурных компьютерных программах это, прежде всего

приложения и закладки, связанные с языком. На сегодняшний день существует большое многообразие таких языков. С момента появления первых компьютеров человечество придумало более двух с половиной тысяч языков программирования. В разных программных пакетах они имеют разные названия, но суть их работы одинакова. Основные из них это BASIC, Common LISP, Фортран, JavaScript, Паскаль, Perl, GDL, MEL, XML и многие другие. Любая форма может быть принята как некое описанное явление и заложена в алгоритм её дальнейшей эволюции, которая может меняться в зависимости от изменения конкретных параметров. В интерфейсах компьютерных программ примером алгоритмических операций являются все способы записи действий, которые предусматривает программа. В программе Autodesk 3ds max таким модулем является V-Ray. В нём используется алгоритм глобального освещения, то есть просчёт освещённости с учетом четырёх компонентов: прямой освещённости, зеркальных преломлений и отражений, многократных диффузных переотражений света. Алгоритм расчета освещенности V-Ray опирается на физические законы, позволяет получать фотореалистичные изображения путем простого размещения источников света в места их истинного расположения в жизни. Этот модуль позволяет построить отражение, которое постепенно размывается и гаснет при удалении от предмета, создать различные преломления, прозрачность и рельефность поверхности. Реалистичность получающихся изображений такова, что их можно спутать с фотографиями реального объекта. Ещё одной программой алгоритмического моделирования является Grasshopper. Основными закладками его рабочего меню являются «Параметры», «Логика», «Скаляр», «Вектор», «Кривая», «Поверхность», «Сетка», «Пересечение» и «XForm». Операции, заложенные в этих закладках выполняются над объектами, импортированными из Rhino, которые представляют собой точки, кривые, поверхности. Когда какой-либо объект импортируется из Rhino, то первым действием является определение типа геометрии объекта в закладке «Параметры» - «Тип Геометрии». После этого импортированный объект становится объектом Grasshopper и с ним можно полноценно работать, применяя любые операции программы. Основные алгоритмические действия программы основаны на составлении кластеров с определёнными параметрами различных объектов, в соответствии с которыми программа выполняет свои действия. То есть каждая операция в программе выполняется по определённому алгоритму. Будь то создание сетки из точек и линий, или построение сложной поверхности, или создание оболочки и её натяжение на структурный каркас. Каждый кластер параметров имеет две стороны – входа данных и выхода данных. Соединяя кластеры между собой, мы составляем алгоритмическую цепочку генерации формы.

Суть работы *алгоритмического метода* заключается в генеративном процессе роста, который очень схож с примерами роста в природных процессах,

таких как движение клеток крови, развитие генома, взаимодействие тканей организма, поэтому большинство примеров Алгоритмического метода составляют различные сложные поверхности, оболочки, структуры, которые строятся по написанному алгоритму по системе начальная ячейка формы – трансформация – результат состояния – трансформация – результат состояния... и это движение может продолжаться до бесконечности, и останавливается или возвращается назад архитектором в нужный момент времени. В основном это конструкции различных инсталляций, оболочки, покрывающие большие пространства и проекты «растущих» зданий и градостроительных образований. Такими проектами известны мастерские Sabin&Jones Studio, Сесиль Бальмонд, Роланд Снукс, Грэг Линн, Бернارد Чуми, Ларс Спайбрук, Маркос Новак, Карл Чу, Нил Спиллер и многие другие.

Пример *алгоритмического метода* – проект Джонатана Подборсека и Роланда Снука «I SAW». Это проект здания, в котором при помощи алгоритмического метода решаются сразу две проблемы – частичная реконструкция и переуплотнение городского центра Варшавы. При помощи создания алгоритмической ячеистой структуры в ней возможно сосуществование абсолютно различных функциональных зон, таких как офис и ночной клуб. Это достигается путём создания ячеистой мембраны, в которой каждая ячейка имеет неповторимую форму и разную толщину стен вокруг себя. Такой объект алгоритмической архитектуры очень полезен в условиях переуплотнения современных городов. Он позволяет разместить большое количество различных городских учреждений в одном объёме, т.е. создать плотное заполнение пространства.

Веками архитекторы вдохновлялись формами природы и геометриями. Такие проекты находились под влиянием их структуры, размеров, цветов и текстур. Только в последние десятилетия большая часть основных логик и математик природных форм была лучше понята. В конце 1960-х годов биолог Аристид Линденмайер предложил переписывающий алгоритм, основанный на теории формальных грамматик, с помощью которого можно моделировать растения и процесс их роста. Эта теория в настоящее время известна как L-Системы (L-Systems). В архитектуре интеграция Скриптовых языков в приложениях САД теперь позволяет выполнять прямую визуализацию объектов с использованием алгоритмических процессов.

Оба факта открывают новые возможности в сфере архитектуры. При использовании алгоритмических методов логика процессов роста в природе функционирует как генератор архитектурного проектирования. L-системы применяются при создании архитектурных форм. Более того, они служат дополнительными функциями, такими как, например, создание организационной логики, сегментация пространства, или развитие структурных систем. Причём

многие характерные особенности проектирования присущи логике L-систем. Также язык L-систем включает в себя аспекты параметрических систем. Это позволяет им в ответ на воздействия окружающей среды адаптироваться к широкому кругу требований в архитектурном проекте. Применяя алгоритмические методы при проектировании, помимо L-систем, часто используются «формальные языки». Например, ячеистые автоматы (Cellular Automata) и генетические алгоритмы (Genetic Algorithm).

При использовании *алгоритмических методов*, в отличие от Параметрических методов, создаётся трансформационная модель того, что даёт параметрическое моделирование. Алгоритмом можно описывать всю плеяду изменения формы. Форма может меняться в некоем последовательном процессе. В данном случае архитектурный объект можно сравнить с растением – когда оно только прорастает, мы уже знаем, что это за растение, какие плоды оно будет приносить и когда. Алгоритм даёт представление о том, как будет строиться, эксплуатироваться, менять своё функциональное назначение в зависимости от направленности задач, и даже утилизироваться зданием.

В третьей главе - «Новые тенденции в современном архитектурном проектировании» указываются основные направления развития методов компьютерного формообразования в современном проектировании, а также появляющиеся в связи с этим новые направления поискового формообразования в сфере профессионального образования.

Компьютер проник в различные сферы человеческой деятельности. Речь идёт о новейших технологиях, используемых в автомобилестроении, самолётостроении, кораблестроении. В сфере архитектуры необходимо переходить на более совершенные методы работы с формой, которые стали возможны с появлением компьютерных технологий. Параметрическое программное обеспечение и алгоритмические методы по созданию форм становятся главными направлениями, которые помогают нам использовать компьютер не только как инструмент черчения, но как машину, генерирующую динамические изображения, позволяющую создавать фотореалистические изображения, и даже более того – моделировать мир в виде виртуальной реальности.

Сегодня методы компьютерного формообразования активно используются большинством архитектурных мастерских во всём мире. И крупные компании, и маленькие архитектурные мастерские обязательно работают с информационно-компьютерными технологиями при создании новых форм. Но современная архитектура это, безусловно, сложное явление и часто мы наблюдаем использование не только основных методов компьютерного формообразования – *геометрического, параметрического и алгоритмического*, но также и их комбинаций – *геометрико-параметрического, геометрико-алгоритмического* и

параметрико-алгоритмических методов, позволяющих усложнить «механизм» формообразования и освоить новый аспект структуризации элементов форм архитектурного объекта. Современные архитектурные формы предопределены уровнем и характером использования информационно – технических средств в их проектировании. В связи с этим в данной работе предлагается классификация современных архитектурных компьютерных форм в соответствии с выявленными методами.

Весь массив объектов компьютерной архитектуры можно распределить по группам в соответствии с классификационными признаками выявленных методов. Эта классификация помогает понять, что послужило основой для возникновения тех или иных компьютерных форм, с помощью каких инструментов и компьютерных программ они были созданы. К *геометрическим* объектам относятся объекты современной компьютерной архитектуры, в которых идёт манипулирование идеальными геометрическими примитивами – кубами, конусами, цилиндрами, пирамидами, сферами и их трансформациями. В объектах, относящихся к группе *параметрических*, основным признаком является наличие сложных поверхностей 2-го и 3-го порядка, которые создаются при помощи параметризованных точек сетки. Это некий упорядоченный «хаос» форм. Но этот «хаос» статичен. А в объектах, относящихся к *алгоритмическому* методу, основу представляет не форма как поверхность, а структура её организации. И через изменения структуры меняется сама форма объекта.

Например, *параметрико - алгоритмический* метод ярко представлен в проекте и реализации летнего павильона DRL10 в Лондоне. Его авторами являются Алан Демпси и Элвин Хуанг, которые выиграли конкурс и получили право на реализацию своего проекта прямо перед главным входом в Архитектурную Ассоциацию на Бэдфорд сквер. На конкурсном этапе павильон состоял из 589 неповторяющихся элементов и более 7000 соединений между ними. После некоторой модификации геометрии и плотности профилей это количество соединений удалось снизить до 2400. Силами другого выпускника DRL Марка Форнеса был разработан специальный скрипт, т.е. язык записи генерации архитектурных форм, который автоматически раскладывал модель на развертки и нумеровал каждую деталь, что подтверждает отношение данного объекта к Алгоритмическому методу компьютерного формообразования. С помощью конструкторов из бюро АКТ были придуманы оптимальные узлы крепления панелей между собой (были использованы всего 6 разновидностей резиновых прокладок для всего павильона), а также произведён расчёт всей конструкции в целом. Для проекта потребовалось создать более 200 файлов в программе Rhino, т.е. параметризованные эскизы вариантов панелей, что относит этот объект также и к Параметрическому методу. Развертки всех деталей в электронном виде были отправлены на производство, где их вырезали и доставляли на

стройплощадку. Параллельно из фанеры был вырезан и собран макет в масштабе 1:10, который являлся незаменимым на стройке. Все рабочие чертежи представляли собой схемы сборки, показывающие конкретное положение каждой детали.

Также очень важным является необходимость внедрения методов компьютерного формообразования в сфере образования. В процесс обучения необходимо включать новые курсы по геометрическому, параметрическому и алгоритмическому проектированию «нелинейных» объектов, которые должны предусматривать изучение аспектов математического программирования, владение компьютерными программами и применение в них компьютерных методов по созданию форм. За рубежом уже давно существует множество школ, где студенты проходят обучение по новейшим методикам. Это и Лондонская АА, и Цифровая Лаборатория Нила Лича, Корнельский Университет и Колумбийская школа в Америке, и Германский Институт Десо, множество школ в Испании, Японии, Китае и Австралии.

Например, в Лондонской Школе «АА» особо важны разработки преподавателей и студентов, связанные со строительством Олимпийских объектов в Лондоне. Используя современные методы проектирования, алгоритмические приёмы по созданию зданий, в проектах были предложены здания, меняющие своё функциональное назначение в зависимости от задач времени. Сначала происходит само строительство Олимпийских объектов, которые осуществляют функции жилого и офисного предназначения, затем в стадии Олимпийских игр функции строений меняются и становятся гостиницами, отелями и базами для спортивных мероприятий, а в пост Олимпийскую фазу некоторые из объектов и транспортных сетей демонтируются, и на их местах организуются городские парки, скверы и другие зоны отдыха.

В Институте передовой Архитектуры в Каталонии (IAAC) студенты работают одновременно на нескольких уровнях (город, строительство, производство) и в различных областях знаний (экология, энергетика, цифровое производство, новые технологии), развивая при этом собственные исследовательские пути к разработке интегрированного набора навыков, с которыми они эффективно могут работать как в своей стране, так и во всем мире. В Каталонской школе существуют такие обучающие программы как Дигитальное производство, Цифровая тектоника, Самодостаточные здания. IAAC имеет самые передовые цифровые лаборатории среди всех учебных заведений в Южной Европе, оснащенные Лазерными резами, 3D принтерами, Фрезерными станками и платформами для производства чипов и микросхем.

В архитектуре и дизайне компьютер с Числовым Программным Управлением (Computer Numerically Controlled (CNC) даёт проектировщикам беспрецедентные средства для выполнения сложных формальных проектов

непосредственно с компьютера. Воздействие цифрового производства в этих областях позволяет работать со сложной геометрией и открывает широкое поле для исследований и экспериментов. В Каталонской школе программы обучения направлены на развитие и прохождение полного курса создания прототипов с использованием современных станков с ЧПУ с применением экспериментальных материалов и тестированием решений в области энергетики.

Институт Архитектуры Десо в Германии имеет Цифровую лабораторию под управлением Нила Лича. Деятельность этой лаборатории основана на последних научных исследованиях в области программирования природных процессов. В этих исследованиях через ДНК и геном человека, с использованием ячеистого автомата, учёные пытаются понять процессы кодирования природы во Вселенной. Эта студия предпринимает попытки использования принципа кодирования или скриптов и применяет их как инструмент для создания генеративной архитектуры. В соответствии с вышеизложенным в Архитектурных Школах России, в том числе и в МАРХИ, необходимо предусматривать развитие курсов обучения, основанных на предложенных методах современного компьютерного формообразования, что позволит архитекторам в нашей стране оставаться в русле современных тенденций и владеть новыми методами работы с формой, а дипломированным специалистам быть конкурентоспособными по отношению к своим коллегам как в нашей стране так и за рубежом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Архитектура, представляющая весь комплекс объектов искусственного окружения человека, должна реагировать на постоянно развивающиеся новые технологии и, в связи с этим, на возникающие новые потребности. Модели, созданные для мегаполисов прошлого века, не в состоянии учесть новые требования, связанные с современной городской жизнью, которая все больше и больше отрывается от пространства и времени. Современное строительство приобретает глобальные масштабы и требует от проектировщиков создания проектов, не только конструктивно, функционально, технологически, эстетически обоснованных, но и спроектированных в динамике всех состояний – от момента строительства, эксплуатации в структурно изменяемых состояниях и до утилизации с сохранением заданных параметров окружающей среды. Это предусматривает алгоритмичность процессов формообразования и формоизменения. Это необходимо для создания комплексных знаний, не отдельно существующих, как это было традиционно, а с включениями многослойных факторов, таких как энергетика, природа, городская мобильность, жильё, системы производства и изготовления, разработка программного обеспечения и информационных сетей, и т.д. Это откроет возможности для создания новейших

прототипов, способных поражать своей сложностью и изменениями окружающей среды.

Основные выводы исследования:

1. В результате проведённого анализа истории развития проектной деятельности с 1970-х по 2000-е годы, посвящённого изучению динамики развития проектного инструментария архитектора, было выявлено качественное инструментальное перевооружение архитекторов, связанное с развитием компьютерных технологий и их вовлечением в проектное производство, повлекшего за собой появление новых методов работы с проектируемой архитектурной формой.

2. Выявлены основные методы современного компьютерного формообразования – *геометрический*, *параметрический* и *алгоритмический* и определены существенные характеристики выявленных методов.

Геометрический метод характеризуется способом создания архитектурных форм при помощи работы с геометрическими примитивами (идеальными телами) и их трансформациями. В интерфейсах компьютерных программ данный метод представлен базовыми элементами создания форм (геометрическими примитивами), не имеющими функций архитектурных атрибутов (стена, колонна, балка, перекрытие, крыша) и их трансформациями.

Параметрический метод позволяет создавать любую по сложности статическую форму. Это достигается путём создания совокупности точек в пространстве, каждая из которых задана параметрами координат. В данном случае форма – это параметрическая запись позиционирования составляющих её точек. В компьютерных программах этот метод представлен технологией MESH (сети), в которой через категорию сетей генерируется любая форма. Также операции Параметрического метода возможно осуществить при помощи использования неоднородных рациональных B-сплайнов (NURBS) и на основе порций поверхностей Безье (Editable Patch).

Алгоритмический метод позволяет работать с параметрами в заданной динамике. В объектах, относящихся к алгоритмическому методу, основу представляет не форма как поверхность, а структура её организации. И через изменения структуры меняется сама форма объекта.

3. Определены перспективы развития информационно-технологических методов архитектурного проектирования на основе анализа выявленных тенденций в современном компьютерном формообразовании, а также выявлены возможности распространения информационно-технических методов, заключающиеся в оптимизации процессов компьютерного проектирования архитектурных форм на основе целенаправленного использования выявленных и сформулированных отличительных черт информационно-технологических методов.

4. Предложена методическая основа по освоению компьютерных инструментариев в учебном архитектурном и градостроительном проектировании,

основанная на необходимости включения новых курсов по геометрическому, параметрическому и алгоритмическому проектированию «нелинейных» объектов, которые должны предусматривать изучение аспектов математического программирования, владение компьютерными программами и применение в них компьютерных методов по созданию форм.

Список публикаций автора по теме диссертации

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. «Особенности формообразования в работах современных мастеров». // «ACADEMIA. Архитектура и строительство». М., 2009, №4, С. 15-19.
2. «Структурирование архитектурного пространства и компьютерные технологии». // «Вестник Томского Государственного Архитектурно-Строительного Университета». – Томск, 2008, №4, С. 50-58.
3. «Пространственное формообразование и его архетипы». // «Вестник Волгоградского Государственного Архитектурно-Строительного Университета». – Волгоград, 2009, №13(32). С. 124-129.
4. «Место и значение «типа» в архитектуре». // «Международный электронный научно-образовательный журнал по научно-техническим и учебно-методическим аспектам современного архитектурного образования и проектирования с использованием видео и компьютерных технологий (АМИТ)» №3(16), 2011.

URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2011/3kvart11/volynskov/volynskov.pdf>

5. «Эволюция как стратегия проектирования и дизайна в нелинейной архитектуре». // «Жилищное строительство». М., 2011, №10. С. 2-6.

Статьи в других изданиях:

6. «Генезис пространственной структуры архитектурных и градостроительных объектов». // «Архитектурная наука и образование. Материалы научной конференции МАРХИ». – М., «Архитектура-С» 2006. С. 34-35.
7. «Геометрия в работах трёх мастеров архитектуры (А. Палладио, К.-Н. Леду, Р. Майера)» // «Архитектон: Известия ВУЗов». – 2008, №21. [электронный ресурс]. URL: http://archvuz.ru/numbers/2008_1/ta3
8. «Типология в архитектуре и градостроительстве». // «Архитектура и Время». М., 2011, №3. С. 18-20.
9. «Биология и проектирование нелинейных систем». // «Архитектура и Время». М., 2011, №6. С. 2-5.
10. «Компьютеризированный дизайн в архитектуре». Статья в Электронном каталоге статей. 20.04.2011. URL: <http://www.topofarticles.com/articles/kompyuterizirovannyi-dizain-v-arhitekture/>

Подписано в печать 24.05.2012

Тираж 100 экз.

Отпечатано: Отдел оперативной полиграфии МАРХИ
107031, г.Москва, улица Рождественка дом 11/4, корпус 1, строение 4