

*Воличенко О.В.*

## ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АРХИТЕКТУРЕ

*O.V. Volichenko*

### HISTORY OF COMPUTING TECHNOLOGY IN ARCHITECTURE

УДК: 721. 681.3

*Компьютеры стали символом прогресса в архитектурном проектировании XX века. Возникла возможность, применяя современные и традиционные разделы математики при астрономическом увеличении скорости просчета вариантов, создавать архитектурные модели максимально приближенные к реальности.*

*Жыйырманчы кылымда архитектуралык долборлоодо компьютерлер прогресстин символу болуп калды. Математиканын традициялык жана заманбап бөлүктөрүнүн аябагандат бат астрономиялык варианттарды саноодо түзгөн мүмкүнчүлүктөрү архитектуралык моделдерди жаратууда аларды реалдуу жашоого абдан кындамты.*

*Computers become symbol of a progress in architectural designing of the XX-th century. Owing to a possibility to apply modern and traditional sections of mathematics within astronomical increase in speed of the miscalculation of variants, we can create architectural models greatest approached to a reality.*

XX век, как известно, ознаменовался тремя великими научными открытиями: освобождением атомной энергии, завоеванием космоса и рождением кибернетики. Как и другие большие открытия, кибернетическая наука не возникла на пустом месте, ей предшествовала многовековая история накопления и развития знания в этом направлении.

Упрощенно всю историю использования вычислительной техники в архитектуре можно подразделить на 3 этапа: 1) с начала возникновения архитектуры до 60-х годов XX века; 2) 60-е гг. XX в. до конца XX в.; 3) конец XX в. – начало XXI в.

**Первый этап** включал изначальные, исконные методы архитектуры соответствующие природе зодчества. Традиционное архитектурное мышление всегда было родственно математике. Если для художественного проектирования (мебель, интерьеры, цветовое решение и т.п.) это было не свойственно, то в архитектурное проектирование изначальное включались знания из области вычислений, геометрии и механики. Критерием нахождения гармоничной формы является нахождение золотого сечения, пропорций и масштабности – все это было достигнуто уже в античности, и оставалось в архитектуре на протяжении более чем 20 веков.

Фундамент, на котором возникла кибернетика, фактически был заложен всем историческим развитием математической науки, которая, со

своей стороны, зародилась в глубинной древности. Самой древней практической необходимостью применения математических действий, очевидно, являлся счет скота. Для этого человек использовал свои природные инструменты – пальцы.

В развитии древней математики важную роль играла в свое время новая столица египетских царей Птолемеев – Александрия, основанная Александром Македонским. В его знаменитом музее-библиотеке (еще в I в. до н.э.) насчитывалось более 700 тысяч свитков, собранных со всех стран древнего мира. Сюда съезжались известные писатели и ученые. При музее они получали бесплатную квартиру и освобождались от налогов и повинностей. В стенах этого музея-библиотеки создал свои бессмертные «Начала геометрии» один из величайших математиков древности – Евклид. Способы геометрического исчисления обобщенные Евклидом на основе трудов других великих математиков Греции и Египта были исходным положением античной эстетики, центральным понятием которой было учение о гармонии. Категории гармонии – соразмерность (пропорционирование), соизмеримость (масштаб), симметрия, эвритмия и т.д. составляли сущность архитектуры античности.

Говоря о развитии древней математики, нельзя не упомянуть выдающегося тюркского математика Аль-Хорезми (X в.). Это по его книге «Индийская математика» европейцы ознакомились с системой всех четырех арифметических действий. Его большой заслугой считается формулировка методов алгебры в виде общих правил, которые составили единую научную теорию. Человечество свою благодарность выразило, назвав в его честь одно из основных понятий современной математики и кибернетики – алгоритм. Как полагают, этот термин возник еще при его жизни, как псевдоним, образованный в результате трансформации его имени. На это же должна указывать одна из его книг, которая подписана именем Алгоритм.

Центральноазиатская культура этого периода породила много выдающихся деятелей математики. До сих пор во всем мире с большим уважением произносят имена Авиценны (Ибн Сина из Бухары) и Омара Хайяма из Хорасана. Знаменитый медик и великий поэт были в то же время выдающимися мыслителями и крупными математиками. В начале нашего тысячелетия важнейшими центрами научной жизни в восточ-

ных частях арабских владений становятся среднеазиатские города - Самарканд, Хорезм, Бухара. Здесь расцветает математическая мысль средневековья. Один из представителей этого периода - знаменитый математик и астроном Улугбек, внук «владыки мира, железного хромца» Тамерлана, правителя Меверранархского государства с центром в городе Самарканде. Свое имя он прославил не войнами, как его дед, а покровительством науке и искусствам, в мощном расцвете которых участвовал сам. В Самарканде Улугбек построил много школ, в том числе и знаменитую обсерваторию, в которой под его руководством образовался астрономический и математический центр, объединявший многих выдающихся тюркских математиков.

Современным персональным компьютерам предшествовали механические и электромеханические устройства. В 1642 году французский математик и философ Б.Паскаль в возрасте 18 лет сконструировал суммирующую машину. Машина состояла из восьми движущихся дисков с прорезями и могла суммировать числа до восьми знаков. Для своей машины Паскаль использовал десятичную систему исчисления. Неоценимый вклад в развитие математики и, в частности, вычислительной техники внес выдающийся немецкий философ и логик Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716). Путем развития машины Паскаля Лейбниц первым в мире построил арифметическую машину, в основе которой - те же принципы, что и в современном арифмометре. Особенно велика заслуга Лейбница как основоположника математической логики. Им сделана одна из первых успешных попыток формализации и арифметизации логических операций. В его трудах впервые применяется термин «модель», понятия «функция», «переменная», «постоянная» и многие другие. Основоположник кибернетики Норберт Винер, указав на влияние математической логики, на развитие кибернетики, сказал, что, если бы ему пришлось выбирать в анналах истории наук святого покровителя кибернетики, то он выбрал бы Лейбница, философия которого концентрировалась вокруг двух основных идей - идеи универсальной символики и идеи логического исчисления. Именно из этих двух лейбницевских идей возникли современная символическая логика и современный математический анализ /1/.

Более широкое распространение вычислительные аппараты получили в 1820 году, когда француз Ч. Калмар изобрел машину, которая могла производить четыре основных арифметических действия. Машину Калмара называли арифмометр. Начало эры персональных компьютеров в том виде, в котором они существуют сейчас, связано с именем английского математика Ч.Бэббиджа, который в 30-х годах XIX века предложил идею вычислительной машины, осуществленную лишь в середине XX века.

Бэббидж обратил внимание на то, что машина может без ошибок выполнять вычисления больших математических таблиц посредством простого повторения шагов. Машина Бэббиджа должна была использовать энергию пара и таким образом, сам процесс вычисления был автоматизирован, то есть проходил без участия человека.

С появлением сложных и разнообразных автоматизированных систем возникла необходимость сочетания в них различных средств управления и связи, выявления новых возможностей, создаваемых электронно-вычислительных машин (ЭВМ), - все это породило нужду в формировании единой общей теории управления и связи, общего языка и методики решения задач. Новая наука - кибернетика (греч. «кормчий») - это слово, применение которого восходит еще к Платону, подразумевало искусство управления (кораблем, людьми, государством и т.д.) оказалась именно такой общей основой, и смогла восполнить образовавшийся пробел. Несколько позже кибернетика вторглась и в искусство. Она все смелее применяется в музыке, изобразительном искусстве и в архитектуре. Но, в отличие от других направлений, в архитектуре этот процесс протекает несколько медленнее, так как здесь приходится оперировать трудно формализуемыми художественными и идейно-нравственными задачами. Архитектура на протяжении своего развития выработала явно выраженные, по сравнению с другими искусствами, закономерности построения композиционной структуры, вытекающие из объективных законов природы и общества. Эти закономерности архитектура реализовала в себе через число и порядок, выражающиеся в определенных количественных взаимоотношениях структурных величин и геометрических построениях. Следовательно, если сегодня кибернетическая наука нашла достаточное применение в таких сферах искусства, как музыка, литература, то в архитектуре она может быть использована тем более успешно.

**Второй этап** использования вычислительной техники в архитектуре приходится по существу на архитектуру модернизма. В это время происходит постепенный отход от традиционных приемов и методов, основанных на количественном и качественном проектировании, при ведущей роли архитектурной интуиции. Задача раскрытия общих закономерностей образования архитектурной формы связывалась, прежде всего, с ее эстетическими свойствами и способами отражения в ней смысловых значений. Как считал А.В.Иконников, в принципе то и другое доступно точному исследованию. Считалось, что единственный реальный путь к познанию законов построения архитектурной формы при существующем состоянии знаний определялась совместным применением методов

количественного анализа и качественного описания /2/.

До определенного момента в истории математика и архитектура развивались в тесной взаимосвязи. В XVIII веке инженерные науки окончательно отделились от архитектуры. Математика и архитектура начинают развиваться параллельно. Изобретение компьютера послужило отправной точкой для повторного проникновения математики в архитектуру. В принципе, как уже говорилось выше, математическое моделирование в архитектуре существовало всегда, но оно не отличалось многообразием методов, пользовались в основном пропорционированием, начертательной геометрией и арифметикой. Появление ЭВМ позволило выйти на новый уровень архитектурного моделирования /3/.

Время существования ЭВМ определенной конструкции принято разделять на этапы (поколения). По мере того как человеку требуется обрабатывать все большее количество информации, будут совершенствоваться и средства ее обработки - компьютеры. ЭВМ по принципу устройства почти одинаковы, но различны по видам применения и по принципам выполнения операций. По принципу выполнения операций ЭВМ бывают цифровые и аналоговые. Первые, как правило, оперируют информацией, представленной в цифровом виде. Вторые - в основном работают по принципу аналогии между изучаемыми явлениями различной физической природы.

Первые САД-системы появились в 60-х годах. Функционально соответствуя электронному кульману (автоматизируя лишь процесс изготовления чертежей), они были требовательны к аппаратным ресурсам компьютера, его мощность должна была позволять производить интенсивные математические вычисления, геометрические построения, графику. Вначале 80-х на передний план вышло твердотельное (проволочное, каркасное, поверхностное) моделирование на основе пространственной модели с применением метода конечных элементов для расчетов в широком диапазоне: от простых характеристик распределения массы до более сложных исследований, включая прочностной, термический, вибрационный, кинематический и динамический анализ. На протяжении всего нескольких десятилетий компьютеры превратились из неуклюжих диковинных электронных монстров в мощный, гибкий, удобный и доступный инструмент.

Компьютеры стали символом прогресса в архитектурном проектировании XX века. Возникла возможность, применяя современные и традиционные разделы математики при астрономическом увеличении скорости просчета вариантов, создавать архитектурные модели максимально приближенные к реальности.

Пока персональный компьютер остается лишь новым инструментом и не может заменить творческий процесс архитектора. Дело в сложности самого процесса творчества. Кроме технических, здесь существуют проблемы психологического и философского порядка, необходимо изучать мыслительный аппарат на уровне сознательного и бессознательного. Дело осложняется и отсутствием научно разработанной общей методики исследования в области творчества. Практика показала, что вычислительная техника в архитектуре применяется пока в следующих направлениях:

**1. для выполнения графических чертежей.** Творческий процесс архитектора неоднороден и в нем, наряду с чисто творческими моментами, есть и такие, когда архитектору приходится выполнять чисто механические, причем довольно трудоемкие работы, к ним относится и вычерчивание массы рабочих чертежей.

**2. для создания вариантов проектирования.** Кибернетические методы могут оказать незаменимую помощь и освободить архитектора от утомительной рутинной работы вычерчивания множества вариантов. В результате у проектировщика высвободится много времени и энергии для чисто творческой деятельности;

**3. для выбора цветового решения.**

**4. оптимизация планировочных и функциональных параметров.** Использование кибернетических методов в архитектуре помогает вскрыть системно-структурный характер произведений и тем самым получает возможность более объективного анализа как вновь создаваемых, так и существующих архитектурных произведений. Может быть создана библиотека «записанных» архивных и типовых проектов, а также известных архитектурных произведений, что намного упростит их хранение и использование;

**5. для инженерно-технических и экономических расчетов.** Применение ЭВМ обретает смысл при многочисленных расчетах каких-либо строительных, конструктивных и экономических и т.п. параметров. Созданные расчетные программы позволяют сократить время проектирования;

**6. для формообразования.** Общеизвестно, что форма в архитектуре всегда должна соответствовать содержанию, между ними должно быть органическое единство. Вместе с тем, одно и то же содержание может быть выражено в различных формах. Следовательно, в процессе творческой деятельности ставится задача выражения содержания архитектурного произведения теми формами, которые наилучшим образом соответствовали бы его целям и характеру. Ставится задача правильного выбора языковых средств архитектуры, наиболее соответствующих выражаемому с их помощью

содержанию и художественному образу. Это, со своей стороны, приводит к задаче изучения закономерностей, как архитектурных форм, так и их пространственных отношений. Поиск общей формы дает возможность обеспечить гибкое и разнообразное использование форм, гибкое моделирование;

**7. в архитектурной научно-исследовательской деятельности.** Изучение того или иного произведения архитектуры должно включать в себя: определение его как системы, т.е. анализ состава и взаимосвязей ее элементов; выявление внутренних объединяющих свойств системы на основе логики композиции; определение генезиса архитектурной системы, т.е. методов и способов ее образования, а для развивающихся систем (например, развитие той иной типологической структуры) - способов и закономерностей их развития;

**8. в процессе учебного проектирования.** Учебное архитектурное проектирование подразумевает обучение студента творческому методу зодчего, который он будет применять в своей будущей практической деятельности. Соответственно, оно накладывает отпечаток на процесс профессионального архитектурного проектирования;

**9. в градостроительном проектировании** используется для проведения анализа и мониторинга градостроительной структуры. В градостроительстве доля иррационального гораздо меньше, чем в объемной архитектуре. Первостепенную роль здесь играет оптимизация, что позволило более полно реализовать возможности ЭВМ;

**10. виртуальная архитектура** создает новые концептуальные проекты. Сложные алгоритмы «текучей» архитектуры позволяют изменять все сооружение молниеносно в виртуальном пространстве и в реальном времени. При помощи компьютера меняется роль архитектора, его взаимоотношения с проектом: творец отныне не изменяет модель, здание изменяется само, архитектор лишь регулирует параметры этих изменений /4/.

На третьем этапе применения компьютерных технологий в архитектуре создаются неизмеримо сложные формы не только по высоте (небоскребы), но и в объемном формообразовании, которые раньше сложно было выполнить технически. Персональный компьютер при минимальном эскизировании сохраняет многосложность, как по горизонтали, так и по вертикали. Поэтому произошел отход от прямолинейного классического стиля к нелинейной топологии. Нелинейная поверхность чрезвычайно изогнута сразу в нескольких направлениях. Использование мощного программного обеспечения позволило свободно оперировать этими формами. Архитектурная

кибернетика позволила моделировать динамически-темпоральные системы.

Развитие кибернетики, электроники и информатики обогатило арсенал проектных средств инструментом, не имеющим аналога во всей истории развития архитектурного проектирования – компьютером. Это вызвало необходимость проведения исследования роли и места компьютерной технологии в архитектурном проектировании. Этой проблеме были посвящены работы Л.Н. Авдотьина, С. Вроны, Дж. Джиро, Ч. Истмана, Н. Кросса, В.Митчеля, В.С. Нагинской, А. Шимского.

По мере развития методов компьютерной поддержки архитектурного проектирования появляются работы, посвященные инструментальным аспектам использования компьютерных средств в процессе проектирования. Моделированию пространственных форм были посвящены работы Д. Гроссарда, Ж. Монедеро, З. Рихтера, И.Е. Шаттерланда, а автоматизированному производству моделей – работы Дж. Бриана, В. Митчеля, А. Симондети, Ч. Хулла.

Творческому использованию компьютерной технологии уделялось значительно меньше внимания, несмотря на происходящее в то же самое время бурное развитие психологических теорий творческого процесса (Г. Валлас, Т. Вард, В. Гордон, С. Лем, Э. Ненцка, Н.Н. Нечаев, С. Смиф, Р. Финке, Г.П. Щедровицкий). Только в настоящее время рассмотрению компьютера как партнера в творческом процессе начинает уделяться больше внимания (Г. Ахтен, Б. ван Беркель, Ф. Гери, Р. Гленвилле, М. Гросс, Е. Ду, А. Леушер, К. Терзидис). С 70-тых годов прошлого века появляются работы, в которых компьютер рассматривается не только как посредник в проектном процессе, а как генератор архитектурных форм (Ж. Дуарте, Р. Кравчик, В. Митчель, Ц. Содду, Г. Стини, Дж. Фрейзер).

В конце XX века были внедрены в практику принципы виртуальной реальности. В начале в военных тренажерах, затем в компьютерных играх, и наконец, они стали областью заинтересованности архитекторов. Несмотря на то, что эта технология многими считается перспективной, этому мнению не отвечает комплексность научных исследований. Виртуальная реальность чаще рассматривается с технической точки зрения (Т. Дефанти, К. Ларсон, Д. Сандин), а не как пространство/среда творчества (Р.Г.Альваро, Б. Ляурель, Т. Мейвер, Н.Негропонт). Количество работ по практическому внедрению технологии виртуальной реальности небольшое (Д. Аляксеу, Г. Ахтен, Д.Донат, И. аф Клеркер). Это объясняется чрезвычайно высокой стоимостью виртуальной лаборатории.

Таким образом, несмотря на перечисленные исследования, в широких фундаментальных областях и конкретных научных направлениях, связанных с компьютерной поддержкой архитек-

турного проектирования, нет основания, говорить о наличии сегодня обобщающей целостной теории архитектурного проектирования, поддерживаемого компьютерной техникой. А активное поступательное внедрение за последнее десятилетие вычислительных технологий в архитектурное проектирование несет пока целый ряд недостатков:

1. компьютерная архитектура имеет все еще налет машинности и тривиальности, где архитектурная форма приравнивается к техническим формам. Это говорит о том, что художественные, пластические и символические аспекты формообразования не поддаются компьютерному моделированию, а именно они составляют основу архитектурного искусства;

2. молодые архитекторы, не пройдя фундаментальной подготовки, приобретают раннюю профессионализацию, не имея еще осознанного художественного вкуса и внутренней выработанной позиции, поэтому компьютерная архитектура страдает упрощенным отражением эстетических и духовных аспектов. Доля компьютерного проектирования в учебном процессе сознательно ограничивается и не должна превышать 50%. Кафедра работает над правильной дозировкой машинной графики;

3. словарь архитектурных форм применяемых и используемых в архитектурном проектировании приводит к однообразию. Поэтому можно понять установку международных конкурсов, на которых применение компьютера ограничивается, и требуют предоставления эскизных проектов выполненных от руки.

Вместе с тем объем накопленного теоретического материала и современные работы по внедрению компьютерных технологий в проектную практику могут служить базой для создания новой (гибридной) среды архитектурного проектирования. В последнее время наиболее актуальными были вопросы интеграции

разнообразных возможностей, автоматизации не только отдельных этапов, а всего процесса проектирования, конструирования и производства, стандартизации пользовательского интерфейса. Практически во всех системах архитектурного проектирования (САПР) были реализованы средства параметрического моделирования, когда в ходе построения изделия система накапливает конструкционные параметры и соотношения между ними, а также формирует историю создания геометрии, позволяя простым изменением параметров легко модифицировать и регенерировать модель (и все это интерактивно, без программирования, силами пользователя). Будущее архитектуры, по-видимому, неразрывно связано с электронными архитектурными проектами, которые позволят оперативно вносить изменения и осуществлять быструю коррекцию, гибко учитывать модификацию функциональных условий.

#### Литература:

1. Архитектурная кибернетика. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.nadned.ru/arhitekturnaya-kibernetika/>
2. Иконников А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве. - М.: КомКнига, 2006. - 352 с.
3. Горнева О.С. Математические методы в учебном архитектурном проектировании. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.book.uraic.ru/.../template\\_article-ar=K21-40-k27.htm](http://www.book.uraic.ru/.../template_article-ar=K21-40-k27.htm)
4. Ревзин Г. Очерки по философии архитектурной формы. - М.:ОГИ, 2002. - 140 с.
5. История возникновения ПК и его применение. Взаимосвязь ПК и машинописи. [Электронный ресурс] Режим доступа: [www.feip.ru/.../istorija-vozniknovenija-pk-i-ego-primenenie.html](http://www.feip.ru/.../istorija-vozniknovenija-pk-i-ego-primenenie.html)
6. Авдотьев Л.П. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. - М.: Стройиздат, 1978.
7. Горнева О.С. Архитектура и математика [Электронный ресурс] Режим доступа: [archvuz.ru/numbers/2004\\_2/k14](http://archvuz.ru/numbers/2004_2/k14)

Рецензент: доктор архитектуры, профессор Омуралиев Д.Д.