

# «БЕЗБУМАЖНАЯ» АРХИТЕКТУРА В КОНТЕКСТЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Н.А. Сапрыкина, И.А. Сапрыкин**

*Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия*

## **Аннотация**

Рассматриваются принципиально новые подходы к формированию архитектурного пространства на основе использования современных информационных технологий, создающих возможности и предпосылки для поиска новых средств и приемов художественной выразительности в архитектуре. Одним из важных аспектов развития информационных технологий сегодня можно считать понятие «виртуальной реальности», перспективы развития которой позволяют прогнозировать все большее проникновение этих технологий в реальную жизнь и, в частности, в архитектурное параметрическое проектирование, виртуальное макетирование и реальное компьютерное изготовление. Симбиоз творческого замысла архитектора и возможностей дигитальных технологий позволяет по-новому посмотреть не только на перераспределение ролей между архитекторами и производителями, но и требует переосмысления роли формы в архитектуре.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, параметрическое проектирование, дигитальные технологии, виртуальное моделирование, информационная модель

## **"PAPERLESS" ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF VIRTUAL REALITY**

**N.Saprykina, I. Saprykin**

*Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia*

## **Abstract**

The article discusses new approaches to the formation of architectural space through the use of modern information technologies, creating opportunities and prerequisites for the search for new means and methods of artistic expression in architecture. Today the concept of "virtual reality" whose development prospects are predictive of increasing the penetration of these technologies in real life and, in particular, the architectural parametric design, virtual prototyping and manufacturing of a real computer can be considered one of the important aspects of the development of information technology. Symbiosis of creative design of an architect and opportunities of digital technologies offer a new look not only at the redistribution of roles between architects and manufacturers, but also requires a rethinking of the role of form in architecture.

**Keywords:** virtual reality, parametric design, digital technology, virtual simulation, information model

Архитектор, формируя предметно-пространственную организацию окружающей человека искусственной среды, основывается на планировании будущей жизни людей в этой среде. Новое сознание формирует принципиально новые подходы к организации архитектурного пространства, а развитие современных информационных технологий создает возможности и предпосылки для поиска новых средств и приемов художественной выразительности в архитектуре.

Информационные технологии, и особенно сетевые технологии, представляют собой самый сильный инструмент перемен, которым когда-либо обладало общество. Наряду с  
AMIT 2012

признанным феноменом Интернет-технологии, который коренным образом влияет на все сферы нашей жизни, одним из важных аспектов развития информационных технологий сегодня можно считать понятие «виртуальной реальности<sup>1</sup>». Это понятие сегодня связывается с созданием моделей реальной действительности (или некоторых абстракций), воплощенных с помощью высокотехнологичного оборудования, оказывающих непосредственное влияние в режиме реального времени на сознание человека через его органы чувств.

Виртуальная реальность как искусственный трехмерный мир - киберпространство, созданное с помощью компьютера и воспринимаемое человеком посредством специальных устройств, обеспечивающих взаимодействие между людьми посредством трехмерных изображений, иллюстрирующих динамику реальной жизни, ассоциируется с интерактивными Интернет-технологиями<sup>2</sup>.

Архитектура сама по себе виртуальна - она всегда соединяет виртуальность воображения с реальностью. Виртуальный мир с созданным им искусственным миром разрушает привычные взгляды на архитектуру, создавая предпосылки для формирования нового стиля, в котором организация пространства происходит с использованием приемов и средств виртуальной реальности. Киберархитектура является параллельной реальностью, киберпространством. Майклом Бенедиктом (Michael Benedict) дается следующее определение киберпространству: «Это пронизанная сетями, порожденная, поддерживаемая и воспринимаемая компьютером искусственная или виртуальная реальность, доступная при наличии технических средств где угодно, кому угодно и когда угодно. Она собирает и хранит информацию, постоянно углубляется и расширяется с поступлением новых данных - с каждым новым словом или образом, фактом или мыслью»<sup>3</sup>.

Основываясь на фактах и тенденциях, заметных уже сегодня, можно проследить ход возникновения и реализации технологии виртуальной реальности, где одними из первых являются получающие все более широкое распространение на практике *виртуальные офисы*, позволяющие пользователю после регистрации на сервере приглашать нужных участников на деловые встречи. Другим аспектом реализации концепции виртуальной реальности является *виртуальное проектирование*, включающее проектирование виртуальных объектов, зачастую отражающих действительность.

Спроектированные виртуальные объекты, как правило, находят свое материальное воплощение при создании проектов машин, компьютеров, зданий и т.д., но многие модели (игры, произведения искусства и т.п.) могут оставаться в виртуальном мире. Представляют несомненный интерес совместные работы, ведущиеся специалистами корпорации IBM и итальянскими экспертами по истории искусства, по созданию виртуальной модели скульптуры Микеланджело, которую некогда художник разбил своими собственными руками<sup>4</sup>. Помимо своей научно-исследовательской значимости этот проект играет важную роль в развитии технологий виртуального моделирования.

<sup>1</sup> Виртуальная реальность (от лат. *virtus* — потенциальный, возможный и лат. *realis* — действительный, существующий) — создаваемый техническими средствами мир и передаваемый человеку через его привычные для восприятия материального мира ощущения: зрение, слух, обоняние и другие. Это интерактивная среда порождения и оперирования объектами, подобными реальным или воображаемым, симуляции их физических свойств (объем, движение и т.д.), симуляции их способности воздействия и самостоятельного присутствия в пространстве.

<sup>2</sup> *Информационные технологии до и после 2000. Обзор-прогноз [Сетевой ресурс]. – URL: <http://dwl.kiev.ua/art/vr/>*

<sup>3</sup> Копылова Л. Вольные мореплаватели. Кибер-архитектура / Интерьер + Дизайн. – 2003. - № 6 [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.archi.ru/files/press/kopilova/interior0603b.htm>

<sup>4</sup> Работая вместе с профессором университета Темпла Джеком Вассерманом, программисты IBM создают виртуальную модель "Пиеты" путем синтеза трехмерного представления скульптуры 2,5-метровой высоты из более чем 700 отдельных цифровых фотографий. Компьютерный алгоритм используется для расчета взаимного положения фотографий и реконструкции полного изображения [Сетевой ресурс]. – URL: <http://dwl.kiev.ua/art/vr/>

Перспективы развития виртуальной реальности позволяют прогнозировать все большее проникновение этих технологий в реальную жизнь. Существует большое количество областей применения технологий виртуальной реальности: в технике, медицине, архитектуре, управлении воздушным движением, развлечениях, офисных операциях, технической эстетике и т.п. Прогнозируется бум развития технологий Web-камер, как шлюза между реальным миром и виртуальной реальностью, расширяющего виртуальный мир, перенося в него информацию из реального мира.

Большой интерес и практическую пользу представляют разрабатываемые приложения виртуального проектирования для архитекторов, которым требуются программные средства, позволяющие применять при проектировании технологию виртуальной реальности. Так, например, программа Calvin (Collaborative Architectural Layout Via Immersive Navigation), разработанная в лаборатории Иллинойского университета, предназначена для оценки возможностей виртуальной реальности в проектировании зданий и в совместной работе с визуальными объектами. В данном приложении виртуальная реальность служит не только для визуализации проектов, но и для создания многочисленных перспективных планов<sup>5</sup>.

Многие компании занимаются организацией и системной интеграцией виртуальных комплексов при разработке различных научно-исследовательских и промышленных проектов, требующих создания сложных объемных пространств или визуализации физических процессов, которые невозможно реализовать в действительности<sup>6</sup>. В различных областях проектирования виртуальная реальность становится важным инструментом.

Используя технологии виртуальной реальности, архитекторы и конструкторы могут проектировать, строить и испытывать свой объект в виртуальной среде без создания его бумажных изображений и различных макетов в определенном масштабе или моделей в полную величину. Использование виртуальных моделей позволяет существенно снизить затраты на создание дорогостоящих физических макетов, а также дает проектировщику реальную возможность опробовать различные варианты, детально все их проанализировать и выбрать оптимальный. Применение этого метода особенно показательно в медицине при моделировании виртуального человеческого тела вместо реальных пациентов для врачебных исследований и обучения студентов-медиков.

Совершенно очевидно использование технологий виртуальной реальности при создании и проверке функционирования пространственной среды обитания в различных ситуациях, особенно в недоступных или экстремальных условиях. Технология виртуальной реальности помогает воспроизвести весь производственный процесс, от разработки концепции архитектурного объекта до этапа его эксплуатации, что обеспечивает экономию времени и средств. При этом обеспечивается создание более сложных моделей, чем при использовании других методов.

Виртуальные технологии дают архитектуре такие безграничные возможности, как способность воздействия на наблюдателя светом, цветом, звуком, изображением. Архитектура с использованием виртуальных технологий расширяет границы влияния пространства обитания, обладающего свойством отражения информационных потоков во времени, и интерактивностью<sup>7</sup>, которая открывает массу возможностей почти во всех сферах человеческой жизни.

<sup>5</sup> Информационные технологии до и после 2000. Обзор-прогноз [Сетевой ресурс]. – URL: <http://dwl.kiev.ua/art/vr/>

<sup>6</sup> Типичным примером может служить процесс разработки узлов и компонентов для машин класса «Формула-1», который практически полностью на первых этапах осуществляется с помощью компьютерного моделирования. Физическое воплощение машины начинается только после того, когда все детали доведены и состыкованы друг с другом, а виртуальные испытания подтверждают заданные аэродинамические и технические параметры [Сетевой ресурс]. – URL: <http://dwl.kiev.ua/art/vr/>

<sup>7</sup> Интерактивность – это принцип организации системы, при котором цель достигается информационным обменом элементов этой системы.

Используя новейшие технологии, материалы и системы, архитектурная среда способна реагировать на природные изменения, регулировать потоки энергии, создавая связь между внутренней и внешней средой. Сегодня компьютерные технологии позволяют отображать объемный объект прямо в воздухе, а в будущем с их помощью возможно создание, например, целых комплексов исторических реконструкций, создавая виртуальные музеи и выставочные залы. Благодаря усовершенствованным материалам и новым способам их применения, фасады зданий могут стать мультимедийными, посредством проецируемых на них изображений, что позволит использовать их в качестве информационного дисплея, превращая здание в интерактивный коммуникационный объект<sup>8</sup>. Важным условием в таких случаях является тактичное встраивание виртуальных изображений в историческую среду (Рис. 1, Рис. 2(a,b)).



Рис. 1. Музей современного искусства в г. Грац (Австрия)



a)



b)

Рис. 2 (a,b). Иллюминация здания фирмы A.AMP в Сингапуре

В реальной архитектуре, наряду с презентационными 3D-программами, используются и проектные технологии виртуального моделирования, без которых немислимо создание сложных архитектурных форм. Комплексный процесс виртуального проектирования, основанный на быстром воспроизведении моделей, способствует решению таких задач, как построение объема здания, выбор конструктивной схемы, адаптация под эту схему

<sup>8</sup> Кибер-организм с виртуальной душой [Сетевой ресурс]. – URL: <http://trendclub.ru/7467>



архитектурной формы, определение бюджета строительства и прочее<sup>9</sup>. На практике, так называемая, «3D-архитектура» всецело подчинена реальной и является имитацией обычного трехмерного пространства.

В процессе проектирования все данные, поступающие от архитекторов, конструкторов и смежников составляются в 3D-модель, на основе которой ведется подготовка рабочей документации и составление спецификаций, включающих множество нестандартных деталей. Осуществление всех разделов и стадий проекта с помощью компьютера позволяет за счет условленного обменного стандарта и соответствующего программного обеспечения их координацию друг с другом для того, чтобы участники работы над проектом имели возможность получать прямой доступ к актуальной информации и, исходя из нее, корректировать свои разделы.

Необходимость создания *системы коммуникации* между участниками проектного процесса, использующего дигитальные технологии при разработке зданий сложной геометрии, потребовала создания единой системы интеграции данных, получаемых в процессе проектирования, в упорядоченные модели, позволяющие составить полное представление об объекте. В этих моделях содержатся все данные, касающиеся геометрии здания, функции, материалов, технического обслуживания и многого другого.

Введенная единая европейская система интеграции данных - так называемая Building Integrated Modelling (BIM), активно использующая интернет, обеспечивает высокую синхронность действий всех участников проекта<sup>10</sup>. Применение BIM-процессов существенно повышает продуктивность архитектурно-строительной отрасли и позволяет решить многие проблемы, связанные с отсутствием согласованности в обмене информацией между многочисленными инстанциями, причастными к проекту<sup>11</sup>.

Методы и способы формообразования архитектурных объектов при дигитальном проектировании практически не ограничены и действуют на всех стадиях создания архитектурного объекта: от эскиза до управления строительством, что превосходит интеллектуальные и профессиональные способности одного проектировщика. Использование BIM-технологии не только повышает эффективность проектирования зданий, но и является действенным способом контроля над всеми стадиями сложного архитектурного процесса. Одним из важнейших инструментов в этом деле могут стать технологии параметрического проектирования.

Решение проблемы разработки объектов архитектуры и градостроительства в будущем лежит в плоскости параметрического проектирования – направления, появившегося в архитектуре сравнительно недавно, но стремительно набирающего обороты. *Параметрическое проектирование* - объемное проектирование, основанное на создании математической модели, позволяющей вносить изменения в параметры объекта и соотношения между ними, общего алгоритма, служащего базовым шаблоном для создания конкретного объекта<sup>12</sup>.

Параметрический дизайн требует нового проектного мышления и углубленного знания компьютерных программ, что позволяет отображать в единой модели все происходящие в процессе проектирования изменения, касающиеся геометрии, функции и др. Компоненты общей системы проекта, наделенные способностью к трансформации с различной степенью свободы, объединены на основе иерархически контролируемых зависимостей. Каждая

<sup>9</sup> Карнаухов И. Мартин Тамке. Новые технологии и рождение формы [Сетевой ресурс]. – URL: [http://lab-na.tabu.ru/blog/article/557\\_Martin\\_Tamke\\_Novye\\_tehnologii\\_i\\_rozhdenie\\_formy.html](http://lab-na.tabu.ru/blog/article/557_Martin_Tamke_Novye_tehnologii_i_rozhdenie_formy.html)

<sup>10</sup> В Дании такие модели были введены в обязательном порядке для проектов стоимостью свыше 5 млн. евро.

<sup>11</sup> Такие процессы нуждаются в модераторе, что требует в свою очередь проявления коммуникативных способностей для работы в команде.

<sup>12</sup> Кибер-организм с виртуальной душой [Сетевой ресурс]. – URL: <http://trendclub.ru/7467>

активная переменная побуждает систему к изменению и, таким образом, ведет к возникновению вариаций без потери общей согласованности и целостности модели. Таким образом, параметрическое моделирование делает возможным такое состояние проекта, когда тот находится в постоянном развитии, реагируя на культурные, экономические, политические и эстетические факторы<sup>13</sup>.

Параметрический подход наиболее востребован для генерирования форм сложной геометрии. Это связано с тем, что возможность «индивидуализации» строительных конструкций (деталей и узлов) и материалов способствует созданию принципиально новых и даже неожиданных форм. Примером может служить здание бассейна для Олимпийских игр 2008 года в Пекине (*PTW Architetk-ten.ARUP*), конструкции стен и крыши которого отображают форму водных пузырей. Благодаря параметрической трехмерной, объединяющей данные по всем частям здания, модели для формирования многообразных пузырей с радиусами различной величины, представилась возможность их оптимизации, благодаря современной CAD-технологии, позволившей непосредственный перевод их из трехмерной модели в производство.

Поиски в параметрическом формообразовании с помощью цифровых технологий особенно ярко проявились в творчестве американского архитектора из Нью-Йорка Эвана Дуглиса. Он заслужил международное признание, благодаря инновационным исследованиям в области самовоспроизводящихся систем, технологии мембраны и ее современного производственного изготовления. В последнее десятилетие эта работа была в значительной степени представлена в виде интерактивных инсталляций.

Одной из главных задач для Э. Дуглиса как архитектора, было сократить расстояние между веществом и кодом - в большей части его работ просматриваются преднамеренно созданные отношения между различными устройствами программного обеспечения, материалами и станками, которые контролируются при помощи новейших цифровых компьютеров (компьютерное числовое программное управление - CNC). Перевод алгоритмов в реальные объекты и пространства даёт возможность испытывать как специфику данных, так и пределы вещества. Важность этого направления не может быть не оценена по достоинству, так как это позволяет, сделать компьютер непосредственным участником процесса создания любой геометрической формы (Рис. 3(a,b), Рис. 4(a,b), Рис. 5(a,b)).

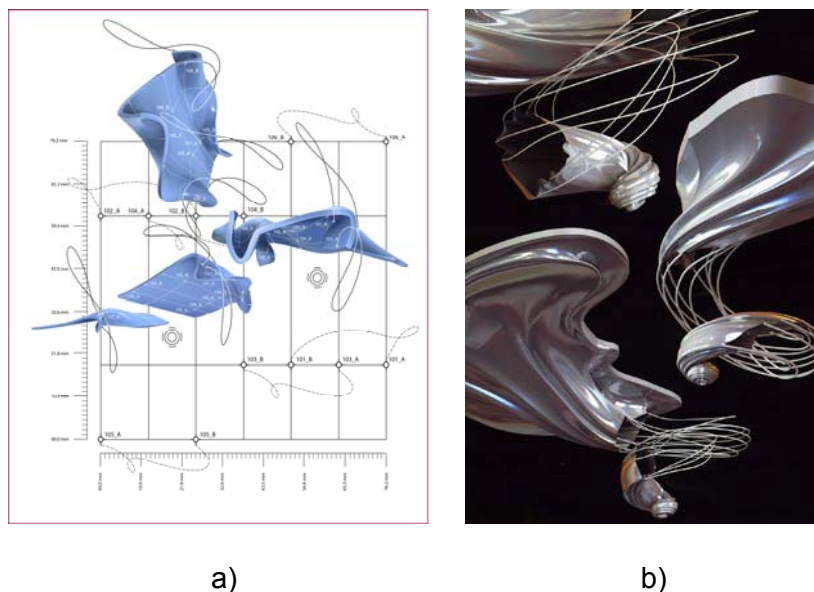


Рис. 3(a,b). Параметрические модели Э. Дуглиса

<sup>13</sup> Карнаузов И. Мартин Тамке. Новые технологии и рождение формы [Сетевой ресурс]. – URL: [http://lab-na.tabu.ru/blog/article/557\\_Martin\\_Tamke\\_Novye\\_tehnologii\\_i\\_rozhdenie\\_formy.html](http://lab-na.tabu.ru/blog/article/557_Martin_Tamke_Novye_tehnologii_i_rozhdenie_formy.html)

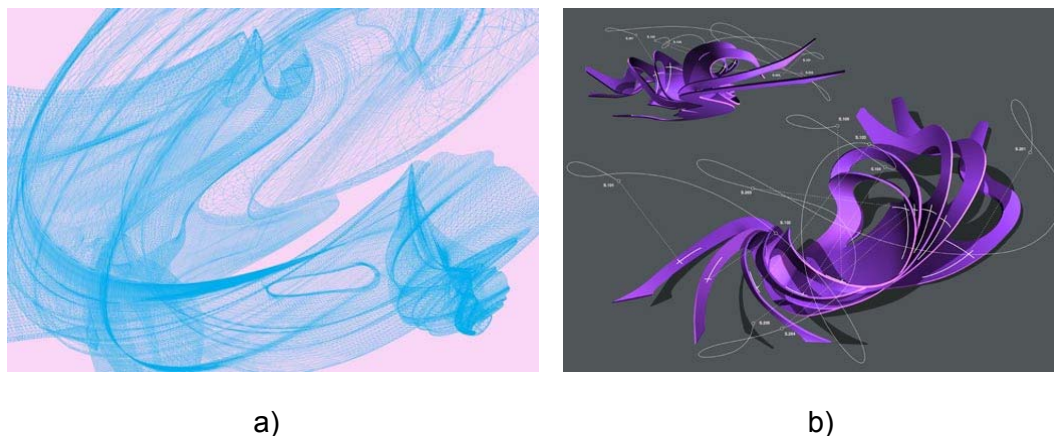


Рис. 4(a,b). Параметрическое моделирование Э. Дуглиса

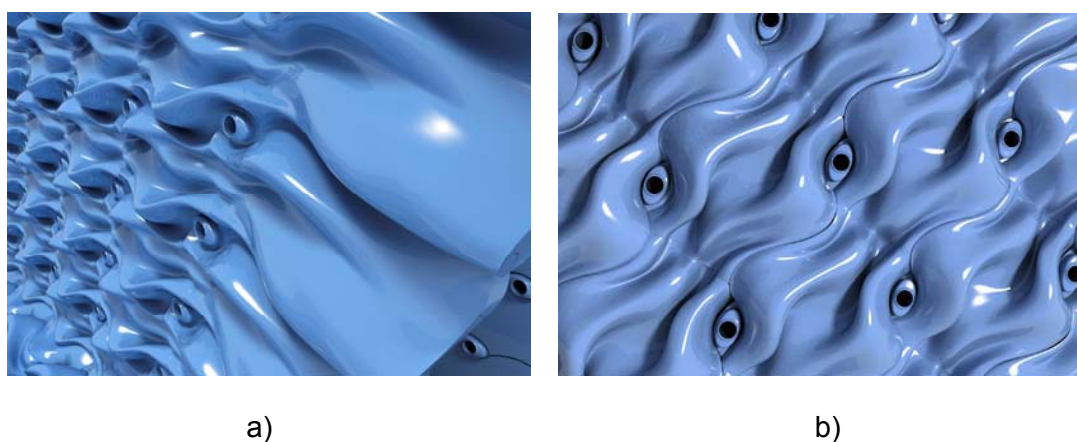


Рис. 5(a,b). Производственно изготовленные самовоспроизводящиеся системы по технологии мембраны Э. Дуглиса

В собственной и педагогической практике Э. Дуглис сосредотачивает особое внимание на проектирование единиц, частей или модулей, которые повторяются с целью формирования большого объема из более мелких частей. Кажется, что оба условия для проектирования целостного объема основаны на ряде достаточно специфических законов и все же целостность не определена заранее, как некоторая законченная форма ранее увиденного образа. По его мнению<sup>14</sup>, речь идет не о predetermined изображении, образе или эстетике, которая уже наложена на мир, а скорее о возможности изобретения и эксперимента с концептуально точной методологической системой, предлагающей широкий диапазон использования все возрастающего интереса к такого рода пространственным телам. Очевидно, что этот подход связан с риском и непредсказуемостью для тех, кто стремится к мгновенному результату, но что более важно, уникальный вклад Э. Дуглиса для нынешнего поколения архитекторов является одной из контролируемых возможностей, благодаря освоению *сложного и неизведанного*.

В интервью Pietro Valle журнала AD Magazine Э. Дуглис объясняет, как эта стратегия может отличаться от модернистского метода повторения: «В нашем особом случае, наборы правил, которые управляют нашими топологическими поверхностями, являются как директивными (прямыми) так и гибкими, для того чтобы выдержать непрерывно развивающиеся количество архитектурных форм. Через развертывание по принципу пошаговой стратегии, сходной с разнотипными силами, где одно сопротивляется

<sup>14</sup> Evan Douglas: Moon Jelly [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.core.form-ula.com/2010/05/27/evan-douglas-moon-jelly/>

естественным тенденциям монотонности или тождеству, которое часто проявляется в любом процессе моделирования». Он продвинулся дальше в вопросе этих процессов и в том, как они влияют на развитие архитектуры: «В нашей работе парадоксальная аналогичность между единицами модуля и соответственными им полям заставляют обратить внимание на существенный приоритет сложности создания и диапазон масштабов. Это вдохновляет нас на оценку работы таких поверхностей, как элементов большей эволюционной цепи. И как результат этих усилий мы сталкиваемся с более податливой и будоражающей воображение топологической поверхностью, хорошо оснащённой для выполнения постоянно увеличивающихся требований современных модульных систем»<sup>15</sup>.

Использование параметрического моделирования в проектировании, связанного с рационализацией строительного процесса, открывает совершенно новые возможности в архитектуре вплоть до создания «живых моделей» - компьютерных объектов, находящихся в динамическом состоянии, открытом для постоянных изменений в диапазоне, заданном автором проекта, определяемых участниками строительного процесса, и объединяя их. По мнению некоторых исследователей<sup>16</sup>, появляется возможность создавать сложные объекты и системы практически во всех областях, в архитектуре наступает новая эра, целые комплексы, возводимые на основе принципов молекулярного синтеза, будут расти буквально на глазах, прямо на строительной площадке, а процедура их перестройки и корректировки будет аналогична правке программного кода. Планировка города при этом может приобрести антигеометричные очертания, структуру, сходную со строением молекулярных цепочек или нейронных связей. Кажущаяся беспорядочной, неправильной, она, тем не менее, будет иметь свою «формулу» и подчиняться ее законам. Обсуждаемые сегодня в архитектурных эмпириях теории хаоса и нелинейной архитектуры, вполне возможно, являются ни чем иным, как теориями Нового порядка.

И далее - устаревшие или вышедшие из строя элементы инфраструктуры будут саморемонтироваться и обновляться посредством нано-атомов, последствия аварий и природных катаклизмов будут «затягиваться» подобно порезам на коже. Сам город уподобится второй «коже» человека, он станет подвижной, эластичной оболочкой, быстро меняющейся и адаптирующейся под нужды своих обитателей. В нём будет своя экосистема, гармонично связанная с природой и адекватно интерпретирующая сигналы извне. Сезонные и погодные изменения климата станут своего рода «раздражителями» «нервной» системы Большого Организма, активирующими соответствующие программы по очистке улиц. Температура, влажность воздуха и дорожных покрытий будет регулироваться целой системой «умных» аппаратов-увлажнителей и ионизаторов, подконтрольных единому компьютерному центру. Инженерное оборудование перестанет существовать в привычном виде, оно станет частью инфраструктурной сети, подобно кровеносной системе, присутствующей изначально, с момента возникновения и «растущей» вместе с оболочкой. Освещение города будет активироваться не в конкретно заданное время, а согласно изменению солнечного цикла и погодным условиям, автоматически регулируя яркость и необходимое количество света<sup>17</sup>.

Технология виртуальной реальности позволяет поддерживать динамическое интерактивное взаимодействие с пользователем и обеспечить близкое к реалистичному моделирование трехмерного пространства, создающее эффект погружения в моделируемое киберпространство. В этом смысле технология виртуальной реальности представляет собой новый тип интерфейса, который качественно меняет способы взаимодействия человека с компьютером, что оказывает влияние на все без исключения сферы компьютерных приложений<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> Pietro Valle. Auto Braids / Auto Breeding. The body and its double [Сетевой ресурс]. – URL: [http://architettura.it/artland/20040206/index\\_en.htm](http://architettura.it/artland/20040206/index_en.htm)

<sup>16</sup> Кибер-организм с виртуальной душой [Сетевой ресурс]. – URL: <http://trendclub.ru/7467>

<sup>17</sup> Кибер-организм с виртуальной душой [Сетевой ресурс]. – URL: <http://trendclub.ru/7467>

<sup>18</sup> Впервые приложения новой компьютерной технологии были связаны с имитацией функционирования летательных аппаратов, космических кораблей, автомобилей и других сложных систем.



На примере имитационного проектирования сложных транспортных аппаратов можно представить выгоду использования приложения пакета UG (Unigraphics) как интегрированного комплекса CAD/CAM/CAE, который обеспечивает автоматизированную поддержку всех этапов разработки сложных изделий и конструкций, включая проектирование, инженерный анализ и подготовку к производству. Каждому из этапов соответствует свой набор функциональных модулей, которые объединены общим интерфейсом и базой данных, хранящей полное описание проектируемого изделия<sup>19</sup>.

Пакет Unigraphics поддерживает параллельное проектирование - все этапы разработки деталей, узлов и сборок могут выполняться одновременно группой специалистов различных профилей. На начальных стадиях проектирования происходит уточнение и детализация конструкции, необходимые при переходе от одного этапа к другому. Однако узким местом в создании новых изделий может оказаться заключительный этап, связанный с изготовлением и тестированием опытных образцов или макетов. Изготовление физического макета начинается только после завершения всех предыдущих этапов проектирования и подготовки производства. Одним из эффективных средств решения данной проблемы является применение систем *виртуального макетирования*.

По данным главной модели формируется виртуальный макет (прототип)<sup>20</sup>. Программное обеспечение виртуального макетирования, основанное на современных технологиях виртуальной реальности, позволяет заменить физический прототип изделия его виртуальным аналогом, и в процессе компьютерного анализа электронного образца решать те задачи, для выполнения которых раньше требовались натурные испытания. В отличие от физического макета, который может быть изготовлен только после завершения всех этапов проектирования и подготовки производства, виртуальный прототип создается сразу после выработки основных требований к изделию и формирования его концептуальной модели.

Применение виртуальных макетов повышает наглядность и упрощает процесс управления проектированием изделий в распределенной среде корпоративной сети. В рамках подготовки производства средства виртуального моделирования позволяют в реальном времени проконтролировать все технологические этапы изготовления узлов и сборок, оценить качество разработанной оснастки. Виртуальное макетирование расширяет возможности использования моделей-образцов изделий, распространяя их применение также на сферу маркетинга, продаж, сопровождения и обучения. Заказчик получает возможность использовать макет не только в маркетинговых, но и в инженерных целях в тех случаях, когда приобретаемый узел или изделие является частью его собственной продукции<sup>21</sup>.

Благодаря новым проектным и производственным технологиям создается возможность воспроизводства форм в полном соответствии с компьютерным прототипом. Это особенно заметно в использовании, так называемого, метода 3D-печати, который уже сегодня воплощается в конкретных современных цифровых *аддитивных* технологиях<sup>22</sup>. Совмещение проектных технологий и современных производственных методов позволяет достичь особых высот в, так называемой, фрезотехнологии, базирующейся на технологии

<sup>19</sup> [Сетевой ресурс]. – URL: <http://primaries-ua.info/four/228--virtual-mockup>

<sup>20</sup> Виртуальный прототип - это интегрированное цифровое представление изделия и его свойства, которое отражает пространственное взаимодействие компонентов и позволяет оценить работоспособность конструкции в целом.

<sup>21</sup> [Сетевой ресурс]. – URL: <http://primaries-ua.info/four/228--virtual-mockup>

<sup>22</sup> Существует два главных способа производить что-либо. Первый — при помощи механической обработки, постепенно избавляясь от всего лишнего: отрезая, отбивая, высверливая. Второй — аддитивный, постепенно добавляя материал и наращивая необходимую форму / Хайман Э. Напечатать город: как 3D-технологии приведут к культурной революции [Сетевой ресурс]. – URL: <http://theoryandpractice.ru/posts/1754-napechatat-gorod-kak-3d-tekhnologii-privedut-k-kulturnoy-revolyutsii>

*прототипирования* с применением станков ЧПУ, что создает условия для совершенно новой архитектуры<sup>23</sup>.

Используя эти технологии, архитекторы настойчиво пытаются создать образ новой пространственной среды города, в котором напечатать можно будет все: от женских украшений до целых кварталов. Дизайнер и программист Михаэль Хансмейер собрал образец реальной колонны, сконструированной компьютером. Вначале был написан алгоритм, построивший 3D модель с восемнадцатью миллионами граней, а после с помощью лазера были вырезаны 2700 элементов (Рис. 6, Рис. 7).



Рис. 6. Колонны М. Хансмейера, созданные с помощью цифровых аддитивных технологий



Рис. 7. То же в интерьере

Компьютерная программа, написанная М. Хансмейером, разработанная совместно с CAAD Group, позволяет создавать еще не один объект, который находится между современной архитектурой и произведением искусства<sup>24</sup>. Трехмерные модели создавались и раньше, но

<sup>23</sup> Алтунян А.О. Методы формообразования в компьютерном искусстве и проектные технологии в архитектуре [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/2kvart12/altunian/altunian.pdf>

<sup>24</sup> Компьютерные технологии создают образ архитектуры будущего. ЦИФРОВАЯ АРХИТЕКТУРА МАЙКЛА ХАНСМЕЙЕРА [Сетевой ресурс]. – URL: <http://trendymen.ru/lifestyle/design/81967/>

их реализация обычно ограничивалась технологическими возможностями. Технология производства картонных колонн Хансмейера (Hansmeyer's Cardboard columns) является одним из первых примеров материализации цифровой архитектуры, когда архитектор пишет программный код, примерно зная то, что будет на выходе, а машина (3D-принтер) воспроизводит реальный продукт<sup>25</sup>.

По мнению Э. Хаймана<sup>26</sup>, дальнейшее развитие информационных технологий и использование 3D-принтеров будет способствовать постепенному переходу от промышленного поточного производства к индивидуальному производству в домашних или офисных условиях, что изменит саму культуру владения и избавит от необходимости в накоплении вещей. В данном случае ценным становится владение не вещью, но ее информационной моделью, и возможностью напечатать ее с помощью каких-то уникальных по свойствам материалов. Чтобы технология трехмерной печати стала доступна как атрибут дома или офиса, необходимо, чтобы она была дешевой, простой в использовании и давала то, что нельзя получить другим способом.

Аддитивные способы создания формы с использованием технологий 3D-печати позволяют избавиться от длительного процесса инженерной и производственной доводки изделия. С появлением компьютерных технологий многие художники сделали их возможности объектом своих изысканий. Цифровые технологии также нашли практическое применение в дизайн-студиях, специализирующихся на создании предметов интерьера и украшений. Так, фирма *Bathsheba Grossman's Quin* проектирует и производит украшения сложнейших форм, которые невозможно было бы создать другими способами (Рис. 8(а-с)).

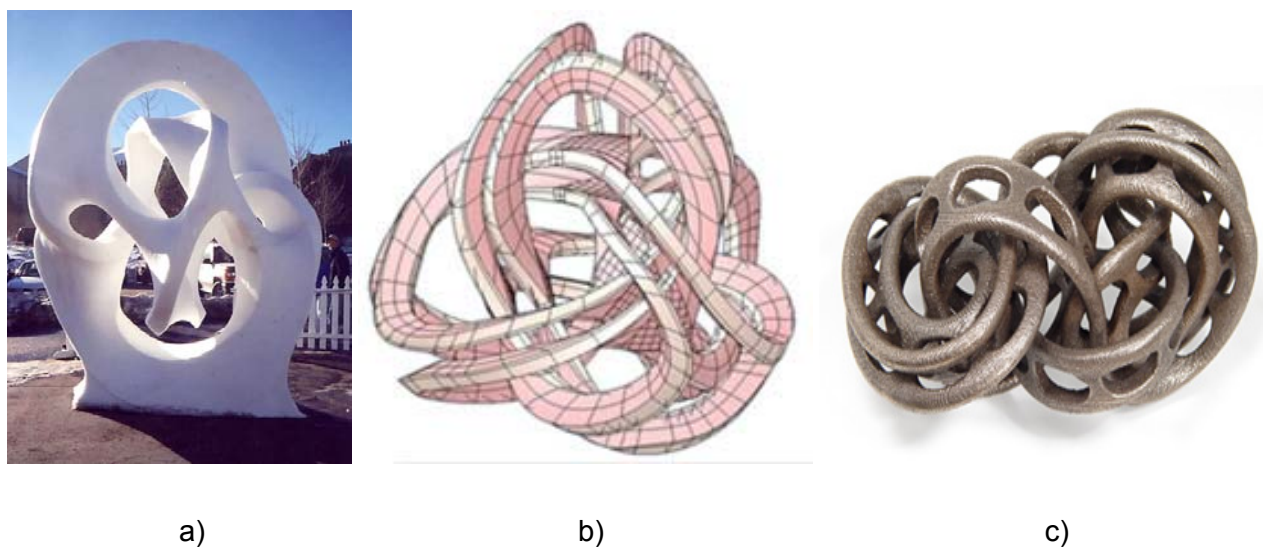


Рис. 8(а-с). Скульптуры и украшения фирмы Bathsheba Grossman's Quin, выполняемые посредством цифровых технологий

Разумеется, предоставленная информация о моделировании пространства обитания и изделий в технике виртуальной реальности неполна, но рассмотренные некоторые приемы и формы компьютерного искусства оказывают значимое влияние на архитектуру. Обращает

<sup>25</sup> См. также: [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.flickr.com/photos/junearch/>; <http://beauty-worship.livejournal.com/586806.html>; <http://readmas.ru/design/ornamentalnye-kolony-ot-michael-hansmeyer.html>; <http://www.novate.ru/blogs/040511/17546/>;

<sup>26</sup> Хайман Э. *Напечатать город*: как 3D-технологии приведут к культурной революции [Сетевой ресурс]. – URL: <http://theoryandpractice.ru/posts/1754-napechatat-gorod-kak-3d-tehnologii-privedut-k-kulturnoy-revolutsii>

на себя внимание то, что в распоряжении современного архитектора в процессе его творческой деятельности (от первых эскизов до уточнения деталей) находятся не только программы, ориентированные на свободное и интуитивное моделирование форм. Симбиоз творческого замысла архитектора и возможностей цифровых технологий моделирования виртуальной реальности позволяет по-новому посмотреть не только на перераспределение ролей между архитекторами и производителями, но и требует переосмысления роли формы в архитектуре в контексте формирования комфортной и безопасной пространственной среды обитания.

Большое количество технологий моделирования виртуальной реальности, позволяющих менять форму почти готовых изделий и обрабатывать материалы любого размера практически с идеальным качеством, становится азбукой современной архитектуры, которую критики стали называть "безбумажной". Использование компьютерных технологий создания виртуальной реальности изменяет представления о возможностях зодчества и методологию современной парадигмы проектирования - с одной стороны, безграничность, а с другой — полная управляемость.

## **Литература**

Не приводится

## **References**

It is not specified

## **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

### **Н.А. Сапрыкина**

Доктор архитектуры, профессор, заведующая кафедрой Основ архитектурного проектирования, Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

e-mail: [nas@markhi.ru](mailto:nas@markhi.ru)

### **И.А. Сапрыкин**

Архитектор, доцент кафедры Основ архитектурного проектирования, Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

### **N. Saprykina**

Doctor of architecture, Professor, Head of the department of Fundamentals of architectural design, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

e-mail: [nas@markhi.ru](mailto:nas@markhi.ru)

### **I. Saprykin**

Architect, Associate Professor of the department of Fundamentals of architectural design, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia