

**ТЕЗАУРУС ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА**

УДК 72.01  
ББК 85.11в

**Н.А. Сапрыкина**

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

**Аннотация**

В статье рассматриваются представления о морфогенетическом и перформативном параметрических подходах формирования архитектурной среды. Выявлены появившиеся в последнее время современные методы архитектурного моделирования, основанные на компьютерной визуализации. Представлены пути развития параметрической парадигмы в современных концепциях формирования архитектурного пространства.<sup>1</sup>

**Ключевые слова:** параметрическое моделирование, морфогенетический и перформативный подход, адаптация, интерактивность, формирование архитектурной среды

**THESAURUS OF PARAMETRIC PARADIGM FOR ARCHITECTURAL  
SPACE FORMING**

**N. Saprykina**

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

**Abstract**

This article discusses beliefs about morphogenetic and performativic parametric approaches the formation of architectural environment. Recent identified modern methods of architectural modeling based on computer visualization. Presents ways of development of parametric paradigm in modern concepts of formation of architectural space.<sup>2</sup>

**Keywords:** parametric modeling, morphogenetic and performativic approach, adaptation, interactivity, architectural space formation

Развитие современных информационных технологий создает возможности и предпосылки для поиска принципиально новых подходов к организации архитектурного пространства, новых средств и приемов художественной выразительности в архитектуре. Требования нового времени отражают попытку перевести архитектуру из плоскости субъективных представлений проектировщика в рациональную плоскость объективных решений и задач. По мнению исследователей, если ранее архитектура вдохновлялась природными формами, то теперь природа предоставляет архитекторам свои методы и технологии работы с формой и материей.

<sup>1</sup> **Для цитирования:** Сапрыкина Н.А. Тезаурус параметрической парадигмы формирования архитектурного пространства // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2017. – №3(40). – С. 281-303 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/21\\_saprykina/index.php](http://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/21_saprykina/index.php)

<sup>2</sup> **For citation:** Saprykina N. Thesaurus of Parametric Paradigm for Architectural Space Forming. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2017, no. 3(40), pp. 281-303. Available at: [http://marhi.ru/eng/AMIT/2017/3kvart17/21\\_saprykina/index.php](http://marhi.ru/eng/AMIT/2017/3kvart17/21_saprykina/index.php)

Научная картина мира показывает, что сложные объекты живой и неживой природы являются производными процессов, порождающих новые сущности через последовательность таких процедур, как трансформация – слияние, деление и преобразование [9]. Объекты природы порождаются из взаимосвязей ее элементов, действующих на основе законов, правил и ограничений, и не имеют конечного образа, к которому они приходят от зарождения до смерти в результате индивидуального развития организма. Интерес к генетическим образованиям и интерактивности является общекультурной тенденцией, как в творчестве, так и в науке.

Применение в архитектуре и конструктивных системах принципов строения биологических структур является предметом исследований и проектирования многих творческих групп, характеризующихся использованием в проектной деятельности способов вычислительного проектирования, получивших название этого направления – «*параметризм*». Интерес исследователей и специалистов международных научно-исследовательских центров, архитектурных и технических университетов к исследованию этого направления постоянно растет, в том числе и в России. Это порождает многообразие подходов и методов параметрического анализа, различие в названиях основных направлений, в формулировании понятий, в терминологии, в приемах формообразования архитектурных объектов. В связи с этим целесообразно рассмотреть терминологические изыскания исследователей и практиков в контексте параметрической парадигмы.

Так, при рассмотрении эволюционного ряда дигитального направления предлагается выделять три основных подхода в современной вычислительной архитектуре: *репрезентативный*, *параметрический* и *алгоритмический* [11]. Авторами отмечается, что *репрезентативный* подход относится к представлению архитектурной формы как вычислительной, использующей методы пластинга и прототипного моделирования (самое распространенное направление создания архитектурной формы в 3D технологиях). *Параметрическое* моделирование отличается возможностью вариантного перебора входных параметров при вариантности параметров архитектурной формы как выхода (основано на активизации параметрической составляющей архитектурной формы). *Алгоритмический* подход дает возможности при вариантности параметров входа и выхода перебирать способ кодирования, способ задания сценариев (основан на манипуляции кодом). Причем, параметрический и алгоритмический методы организации архитектурной формы можно рассматривать как две стороны единого процесса формообразования (при волевом смещении акцентов в стороны манипуляции параметрами или кодом/сценариями). К отличительным и характерным свойствам этих методов относятся свойства адаптивности, топоморфизма, фрактальной логики, интерактивности и синергизма [11].

Параметрический подход требует нового проектного мышления и углубленного знания компьютерных программ, что позволяет отображать в единой модели все происходящие в процессе проектирования изменения. Востребованный для генерирования форм сложной геометрии такой подход дает возможность «индивидуализации» конструктивных систем и материалов, а также способствует созданию принципиально новых и даже непредвиденных форм. Симбиоз творческого замысла архитектора и возможностей цифровых технологий моделирования виртуальной реальности позволяет по-новому посмотреть не только на перераспределение ролей между архитекторами и смежниками, но и требует переосмысления роли формы в архитектуре в контексте формирования комфортной и безопасной пространственной среды обитания [7].

Отличительной особенностью деятельности исследователей и практиков в рамках параметрической направленности является:

– использование в проектной деятельности способов интерактивного вычислительного проектирования и морфогенетических методов моделирования архитектурной формы;

– существование через непрерывное развитие и применение сложной вычислительной геометрии, использующей такие передовые методы дизайна как скрипты (Mel-script или Rhino-script) и параметрическое моделирование (с такими инструментами как GC или DP);  
– создание архитектурных форм, способных без текущего управления человеком реагировать на изменение условий с коррекцией конструктивных и объемно-планировочных решений.

В параметрическом формировании архитектурной среды обитания применяют способы:

– *параметрическое проектирование* основано на разработке с помощью вычислительных технологий алгоритмов, на основе которых создается архитектурная форма, способная без текущего управления человеком реагировать на изменение условий (с коррекцией конструктивных и объемно-планировочных решений);

– *параметрическое объемное моделирование* основано на создании математической модели, позволяющей вносить изменения в параметры объекта и в соотношение между его составляющими, где общий алгоритм служит базовым шаблоном для создания конкретного объекта. Параметрическое моделирование отличается возможностью вариантного перебора параметров входа при вариантности параметров выхода – архитектурной формы, то есть, основано на активизации параметрической составляющей архитектурной формы.

Параметрическое проектирование как объемное моделирование, основано на создании математической модели, позволяющей вносить изменения в параметры объекта и в соотношение между его составляющими, где общий алгоритм служит базовым шаблоном для создания конкретного объекта [2]. 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 и корректируемых участниками процесса.

Использование в проектной деятельности способов интерактивного вычислительного проектирования в рамках параметрической направленности путем перенесения из биологии в архитектуру морфогенетических методов моделирования архитектурных форм, способных без текущего управления человеком реагировать на изменение условий с коррекцией конструктивных и объемно-планировочных решений. В качестве ключевых подходов, которые используются для понимания данного направления в архитектуре, выделяют *морфогенетический* и *перформативный* [8].

**Морфогенетический подход** используется для создания архитектурной конечной и статической формы, обусловленной свойствами окружающей среды, и имеет следующие характерные особенности:

– основывается на принципе *саморегуляции* и *адаптации* архитектурной формы к меняющимся внешним или внутренним условиям;

– предполагает использование «*скриптов*» – сценариев, описывающих действия алгоритма, выполняемых системой в зависимости от постоянно меняющихся исходных данных в *реальном физическом мире*;

– используется для создания *конечной* и *статической* формы, встроенной в экологическую систему окружающей среды;

– непосредственная реакция элементов морфогенетических структур на изменения окружающей среды происходит через собственные свойства структуры и материалов.

Принцип цифрового морфогенеза для архитектурной морфологии так же неотъемлем, как и в биологии и использует процессы *эволюции*, *самоорганизации* как реальный инструмент для архитектора, использование которого позволяет более правильно выстраивать отношения между человеком, искусственной средой и природой. Такой принцип позволяет естественным способом встроить архитектурный объект в

экологическую систему, где элемент изменяет свою форму под действием не своих данных, а в зависимости от энергий или свойств окружающей среды [9].

*Самоорганизация* определяет принципы упорядоченности изменений и адаптации, которые являются содержанием цифровой тектоники (посредством чего и возникает эволюционный адаптивный процесс). В моделях цифровой тектоники самоорганизация позволяет рассматривать формообразование как ответ на действие сил, имеющих функциональное или физическое содержание [3].

Многие ключевые концепции цифрового морфогенеза пришли из области биологии развития организмов, где природные структуры используются как основа для определения геометрии, паттернов, форм и их поведения в архитектурном дизайне. Здесь различают две группы методов: *формоопределение* (направлены на определение геометрических параметров объекта аналитическим способом или путем построения аналоговой модели исходя из заданных критериев) и *формореализация* (форма возникает как результат некоторого процесса или поведения объекта под воздействием внешних факторов). В первом случае методы нацелены на оптимизацию формы, а во втором – на ее реализацию через совокупность отдельных состояний [3].

**Перформативный подход**, имея динамичные соотношения между элементами компьютерного объекта, открыт для постоянных изменений в диапазоне, заданном автором проекта и корректируемых участниками процесса, и имеет следующие отличия:

- функционирование архитектурной формы понимается как *акт* и как *результат* этого акта *одновременно* (процесс неотделим от конечного результата);
- осуществляется через действия, выполняемые как *в реальности*, так и в *компьютерных программах*, имитирующих действия в реальном времени;
- формирование новой искусственной среды обитания как интегрированной экологической системы происходит по характеру развития подобно живому организму, основано на принципах цикличности, миграции функций, динамической нормативности.

Принцип перформативного подхода использует процессы:

- полиморфизма – способность некоторых организмов существовать в состояниях с различной внутренней структурой или в разных внешних формах;
- пролиферации – разрастанию ткани организма путём размножения клеток (выражаемый в возможности объекта разрастаться через один процесс с дифференциальными характеристиками).

При перформативном подходе ценными качествами архитектурного объекта становятся динамичные соотношения между его элементами, влияющие на изменяемость формы при наличии гибких материалов и конструктивных систем. Такой перформативный подход стал важной чертой современного искусства и архитектуры, когда процесс неотделим от конечного результата. При этом он осуществляется через действия, выполняемые как в реальности, так и в компьютерных программах, имитирующих действия в реальном времени.

В практике моделирования современные архитекторы сосредотачиваются на том, как с помощью вычислительных технологий разрабатывать *алгоритмы*, на основе которых формируется заданная архитектурная форма в зависимости от внешних условий, которые в алгоритмах представляют собой исходные (начальные, граничные) условия. Перевод алгоритмов в реальные объекты и пространства дает возможность испытывать как специфику данных, так и пределы вещества. Такой принцип проектирования архитектурной формы раскрывает целый ряд возможностей использования процессов *саморегуляции* и *адаптации* формы к заданным условиям, а также создания типов объектов с разными характеристиками и многое другое.

Одно из последних ответвлений параметризма, характеризующееся применением интерактивных систем, является направление *адаптивной* архитектуры. Свойства адаптивности в параметрическом формировании архитектурного пространства проявляются по аналогии с живым организмом, основной принцип которого (клетка деформируется и тем самым меняет форму всего организма) может быть употреблен применительно к архитектуре – в таком случае адаптация переходит из области проекта в реальную жизнь архитектурного объекта. Использование данного концепта позволяет создавать морфогенетические структуры, где каждый элемент существует автономно и в то же время во взаимосвязи с другими элементами (они могут иметь форму, изменяющую свойства среды, такие как освещенность, температура, продуваемость, цвет, фактура и многое другое). Это позволяет при связи с природными принципами гибкости и эластичности в живой материи выйти на иной уровень формирования среды обитания.

По мнению некоторых исследователей, появляется возможность создавать сложные объекты и системы практически во всех областях архитектуры, где объекты, возводимые на основе принципов молекулярного синтеза, будут возникать прямо на строительной площадке, а процедура их перестройки и корректировки будет аналогична правке программного кода. Кроме того, предполагается, что устаревшие или вышедшие из строя элементы инфраструктуры будут саморемонтироваться и обновляться посредством наночастиц, а город уподобится второй «коже» человека и станет подвижной, эластичной оболочкой, быстро меняющейся и адаптирующейся под нужды своих обитателей, где будет своя экосистема, гармонично связанная с природой [2].

Адаптивная, динамическая архитектура становится актуальной благодаря тому, что человечество вышло на новый уровень понимания устройства мира и природы, а люди научились мыслить сложно, гибко, адаптивно. Сегодня эти технологии реализуются в основном зарубежными архитекторами, такими как Заха Хадид, Хани Рашид, Рэм Колхас, Питер Кук, Бен ван Беркель, Том Мэйн, Жакью Фреско, Дэвид Фишер, и др. [10]. Адаптивность как фундаментальный принцип эволюции, обладающий способностью любой системы получать новую информацию для приближения своего поведения и структуры к оптимальной, формирует основной подход к формированию адаптивной архитектуры – реакция на человека как переменную в существующей системе в режиме *реального времени*.

Критериями адаптивности архитектурного объекта как совокупности составляющих являются: *время*, необходимое на реализацию изменений; *масштаб* допустимых изменений и *степень усилий, затраты* на обеспечение необходимых изменений. Среди характеристик таких объектов различают: свойство – *адаптивность системы*; процесс приспособления системы – *адаптация*; метод адаптации – *адаптационные алгоритмы*.

Сложные адаптивные системы характеризуются множественными внутренне связанными элементами с различным проявлением. Морфологические структуры, лежащие в основе эволюционных изменений, являются базовыми для компьютерного моделирования в цифровой тектонике. Представление структурных отношений в виде цифровых эволюционных моделей делают возможным моделирование морфогенеза архитектурной формы, ее структурных и материальных отношений части к целому, которые могут быть модулированы параметрически [3].

Цифровая тектоника основана на компьютерных моделях цифровой таксономии, определяет правила конструирования и презентационные модели структурных и материальных отношений. Для описания поведения сложных систем, адаптивных и динамических процессов важное теоретическое значение имеет понятие *эмергенции*. Концепция эмергенции на основе эволюционных адаптивных процессов уместна для эволюционного параметрического моделирования тектонических отношений между структурой и материалом [3]. В связи с этим топологические формы или структуры могут сохраняться при взаимодействии между организмом и воздействиями окружающей среды.

Свойство *интерактивности* в параметрическом подходе формирования архитектурной среды появляется в использовании цифровых технологий, позволяющих выделить следующие методы ее моделирования в дигитальной технологии: комбинаторный, сценарный, морфинг, топологический морфогенез, аналоговый метод, пластинг, нанокинетический метод [11].

**Метод комбинаторного моделирования** как параметрический метод предполагает проектирование с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами. Процесс параметризации позволяет за короткое время с помощью изменения параметров или геометрических отношений произвести и выработать различные варианты конструктивных схем, чтобы избежать принципиальных ошибок. В данном случае архитектор придумывает не форму, а некоторое количество связей, в результате их работы появляется форма, которая или принимается, или не принимается автором. Этот процесс, так же как и в традиционном способе, связан с конструктивными, эстетическими, функциональными составляющими, но здесь важным является не только изобрести форму, но и описать процедуру ее формирования [11].

Примерами комбинаторного моделирования могут служить разработки бюро Заха Хадид (Zaha Hadid Architects) – Генеральный план северного района Сингапура (один из первых радикальных генеральных планов мульти-используемого делового района, сформированного по методу параметрического урбанизма) по концепции *постадийной* разработки: Сеть–Ткань–Здания (рис. 1). Дальнейшее развитие этой концепции нашло в проекте Генерального плана Картал-Пендик (Kartal-Pendik), Стамбул, Турция (рис. 2) [14].

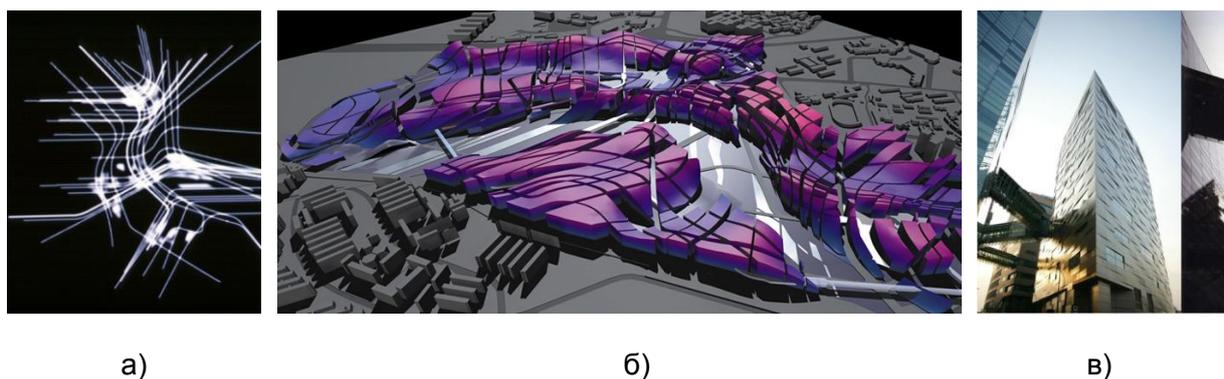
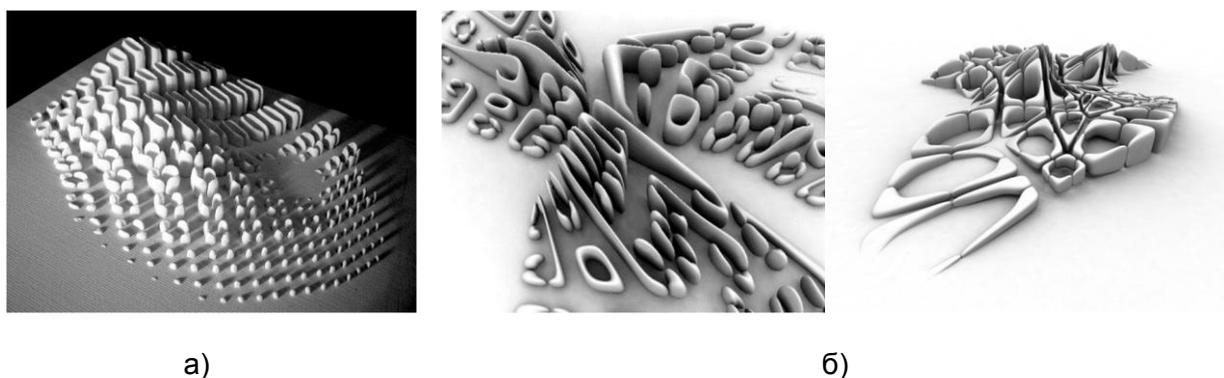


Рис. 1. Генеральный план северного района Сингапура, Zaha Hadid Architects, 2001-2003 годы: а) сеть; б) ткань; в) здания



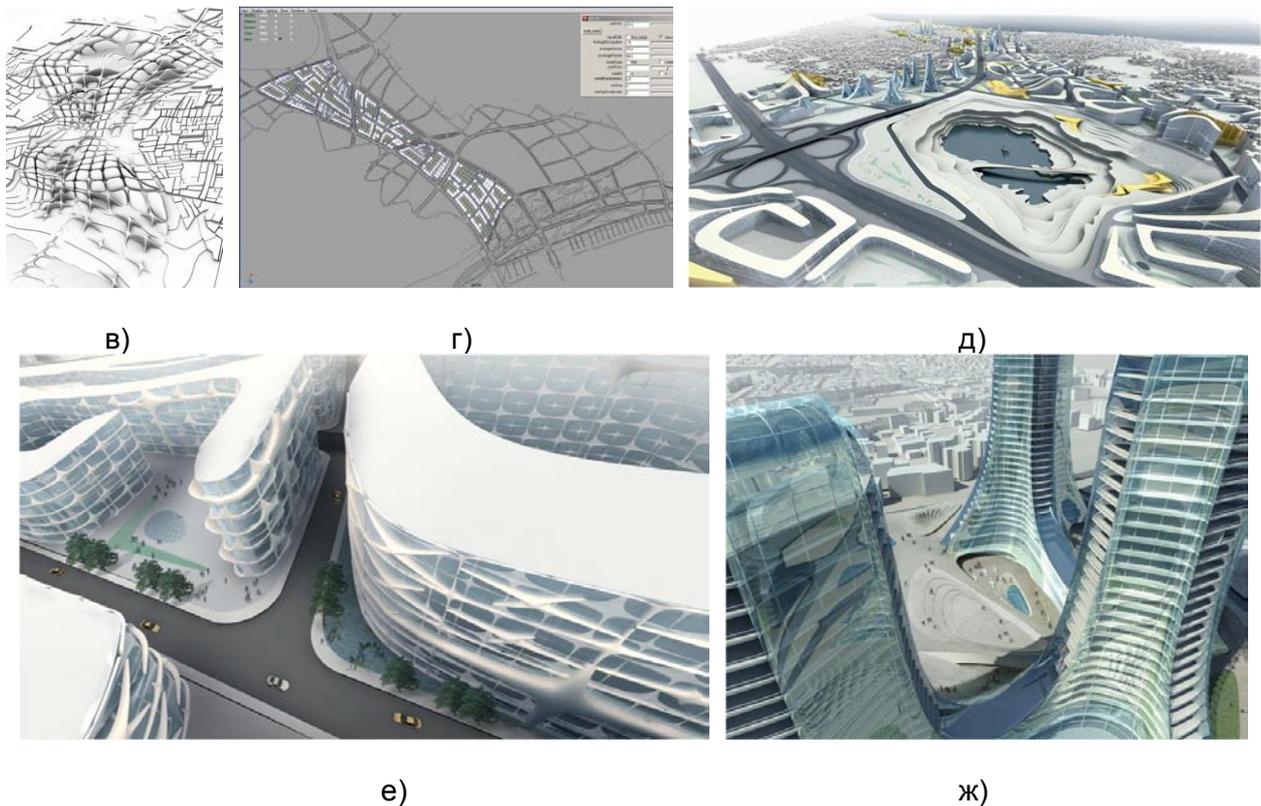


Рис. 2. Генеральный план Картал-Пендик (Kartal-Pendik), Стамбул, Турция, Zaha Hadid Architects, 2006 год: а) вариант решения квартала; б) варианты «каллиграфического» квартала; в) глобальная модель; г) каллиграфическая композиция квартала; д) новый городской пейзаж; е) каллиграфический квартал – архитектурные детали; ж) угловые башни

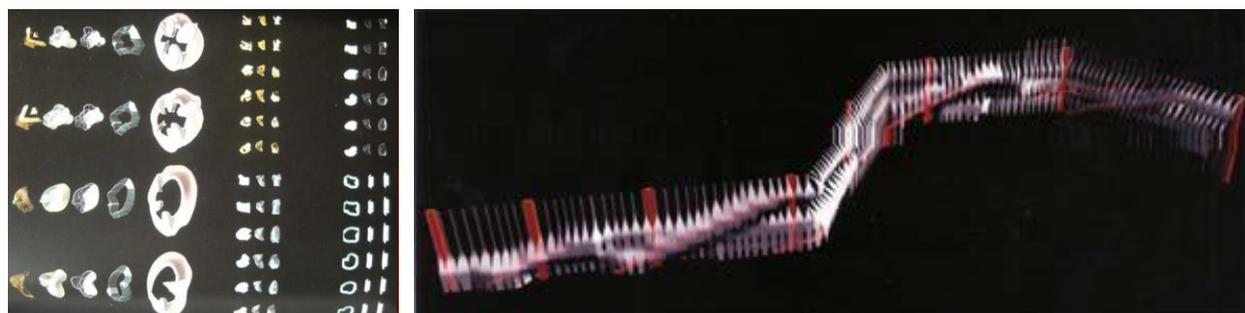
**Сценарный метод моделирования** как алгоритмический подход неразрывно связан с параметрическим методом, основан на использовании языков программирования (сценариев), которые позволяют дизайнерам выйти за ограничения пользовательского интерфейса и проектировать посредством манипуляций не с формой, а с кодом. Алгоритмическое создание формы – это моделирование, основанное на манипуляции кодом, где при вариации кодов (скриптов) и возможных манипуляциях входными параметрами пространства формируются варианты архитектурной формы на выходе. В этой связи он относится больше к стандартным аналоговым процессам проектирования, так же, как это происходит с процессами в цифровом проектировании [11].

Этот метод применен в проекте Виртуального музея Гугенхайма, арх. Хани Рашид, студия «Асимптота» (Asymptote) (рис. 3), а также в разработках «Алгоритмы в архитектуре» Грега Линна: Эмбриологический дом и Модель жилого комплекса в Кляйбург (рис. 4). Использование приемов виртуальной архитектуры, которая существует только в виртуальной реальности, для реализации присутствия проектировщика обуславливает необходимость доступа к сети Интернет и специального технического оснащения. Это архитектура перетекания, движения и изменчивости отвечает основному человеческому стремлению в открытии неведомого. По мнению членов студии «Асимптота», развитие виртуальной и реальной архитектуры приводит к их слиянию [25].

Комбинаторные возможности проектирования единиц, частей или модулей Эвана Дуглиса, «наборы правил, которые управляют топологическими поверхностями, являются как директивными (прямыми), так и гибкими для того, чтобы выдержать непрерывно развивающееся количество архитектурных форм» (рис. 5) [26].



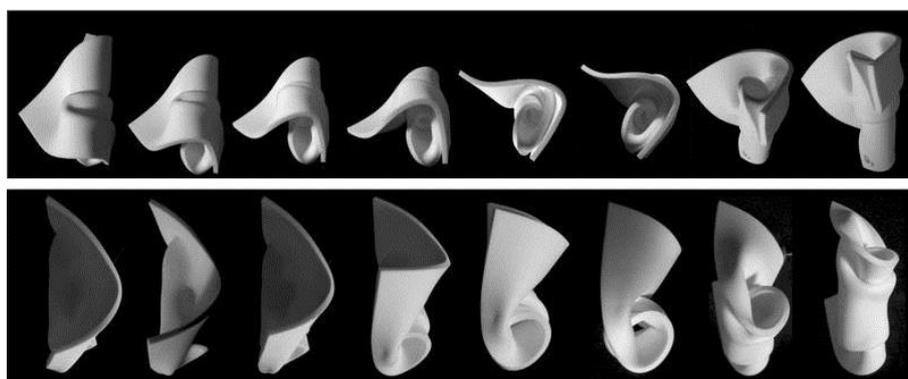
Рис. 3. Проект Виртуального музея Гугенхейма, арх. Хани Рашид, студия «Асимптота» (Asymptote), 1999 год



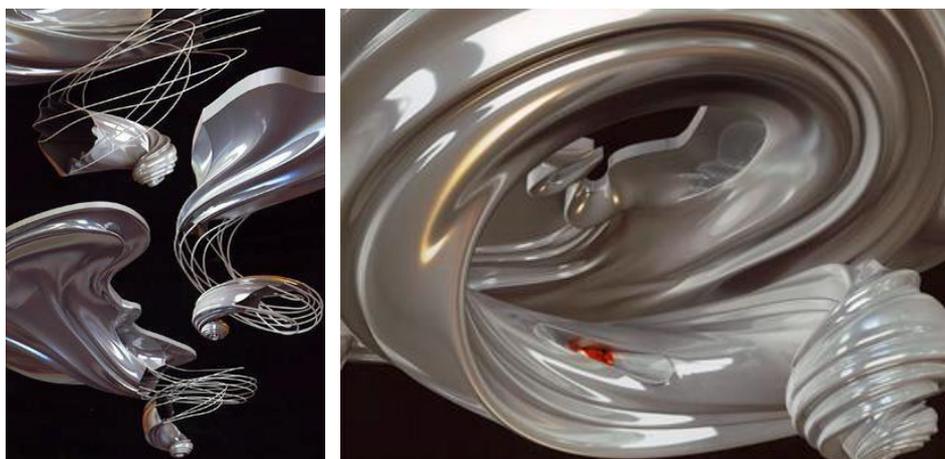
а)

б)

Рис. 4. «Алгоритмы в архитектуре» Грегга Линна: а) эмбриологический дом; б) модель жилого комплекса в Кляйбурге



а)



б)

в)

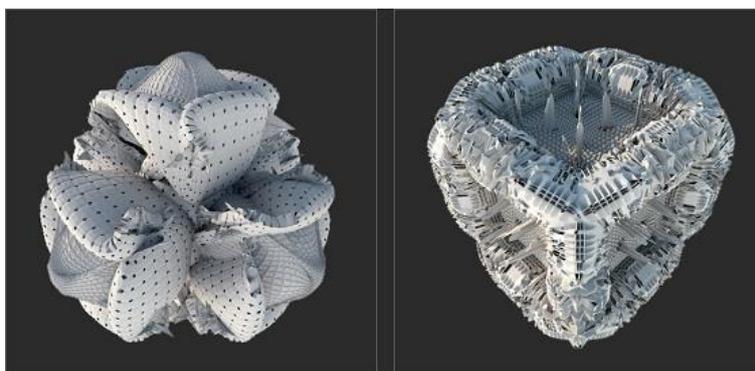
Рис. 5. Комбинаторные возможности проектирования единиц, частей или модулей, арх. Эван Дуглис: а) сценарное непрерывно развивающееся количество архитектурных модулей; б) топологическое развитие частей поверхности; в) образование варианта единицы архитектурной формы на выходе

**Морфинг** как метод основан на технологии компьютерной анимации, формирующей визуальный эффект, создающий впечатление плавной трансформации одного объекта в другой для создания изображения промежуточных состояний (интерполируя имеющиеся данные). Собственно, при этом способе трансформация происходит при интерполяции крайних форм, для создания эффекта которой используются как минимум два изображения (на которых задаются, в зависимости от используемого программного обеспечения, опорные фигуры или ключевые точки – так называемые маркеры, или метки). Это позволяет компьютеру выполнить грамотный морфинг, то есть создать изображения промежуточных состояний, интерполируя имеющиеся данные [11].

Данный метод использован в поисках космической архитектуры архитектора Грега Линна (2010 г.), представленный в проекте Нового города, в котором находятся жители земли в параллельной виртуальной реальности, реагирующей на появление социальных средств массовой информации (рис. 6). Данный проект возник в результате трансформации скульптуры Г. Линна в пространственную структуру планеты уникальной формы, «видимую издали и проявляющуюся как пористая клеточная структура, которая содержит широкий спектр обитаемых пространств и типов микроклимата» [15]. Сюда же можно отнести эксперименты с параметрическими моделями в проекте «Platonic solids» (Платоновы тела), Михаэля Хансмейера (2008 г.) и его же разработки по изготовлению архитектурных деталей с помощью цифровых аддитивных технологий (фрезотехнологии) (рис. 7) [27].



Рис. 6. Поиски космической архитектуры архитектора Грега Линна, 2010 год «Город в параллельной виртуальной реальности»



а)



б)

Рис. 7. Эксперименты с параметрическими моделями, Михаэль Хансмейер, 2008 год: а) проект «Platonic solids» (Платоновы тела); б) изготовление архитектурных деталей с помощью цифровых аддитивных технологий (фрезотехнологии)

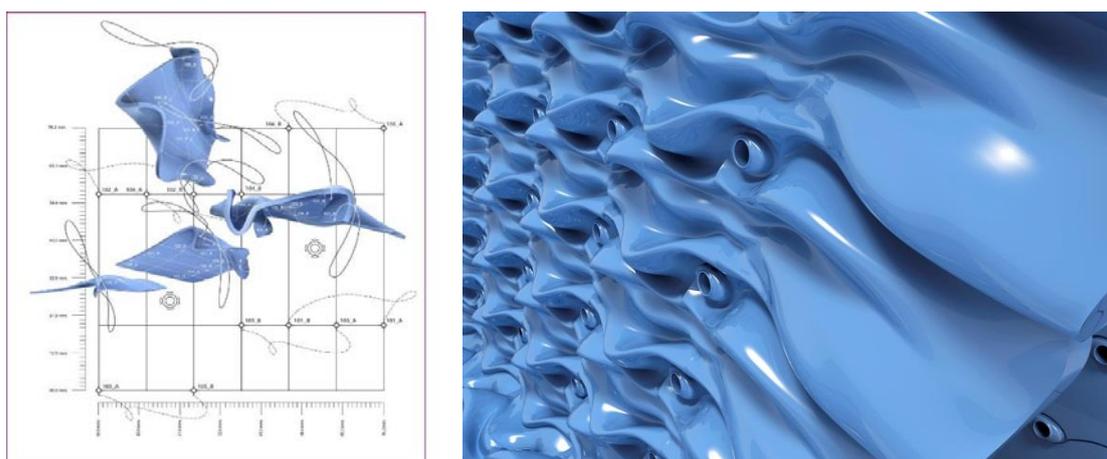
Принципиально новые возможности в области формообразования предоставляет *компьютерная визуализация*, которая стала новой сферой архитектурной деятельности на основе новых методов архитектурного проектирования. Появление виртуального пространства как новой формы коммуникации и нового миропонимания для архитектуры предполагает уход от привычных категорий и ценностей, вследствие чего архитектура становится более абстрактной, а архитектор, в свою очередь, получает большую свободу экспериментирования [3].

**Топологический морфогенез** – метод, при котором основой формы являются ее непрерывные деформации и неизменяемость формы, происходящие без разрывов и склеиваний [11]. *Топология* (от греч. *τόπος* – место) – часть геометрии, изучающая в самом общем виде явление непрерывности, а также свойства обобщенных геометрических объектов, не меняющиеся при малых деформациях и не зависящие от способа их задания. Топология конкретного объекта, изучаемого общей топологией, его геометрическая структура представляются как совокупность всех открытых множеств топологического пространства (то, что не меняется при непрерывных деформациях). Весьма важными для топологии, где, в отличие от геометрии, не рассматриваются метрические свойства объектов (например, расстояние между парой точек), являются понятия *гомеоморфизма* (взаимно однозначное и взаимно непрерывное отображение

топологических пространств) и *гомотопии* (семейство непрерывных отображений «непрерывно зависящих от параметра»).

В контексте данного метода может быть использовано понятие *рекурсия* (помещение или расположение какого-либо объекта или процесса внутри самого этого объекта или процесса, являющегося частью самого себя). Рекурсия может быть конечной или бесконечной. Для того чтобы первая прекратила сама себя вызывать, в ней же должны быть условия прекращения – уменьшение значения переменной и при достижении определенного значения остановки вызова или завершении программы при переходе к последующему коду (в зависимости от потребностей может достичь определённых целей). Под бесконечной рекурсией подразумевают то, что она будет вызываться, пока будет работать компьютер или программа, в которой она работает [4]. В частности, применение рекурсии в графике и изобразительном искусстве получило свое название – *эффект Дросте*, берущий свое начало в художественной технике *мизанабим* (фр. – «помещённый в бездну»), или «*принцип матрёшки*» – художественная техника, использующая по своей сути рекурсию и известная как «сон во сне», «рассказ в рассказе», «картина в картине» и так далее [12].

Этот метод использовался при разработках поверхности в Лаборатории дизайн-исследований фирмы «BIOT(h)ing» Алисы Андресек (Alisa Andrasek) в части разработки топологических поверхностей [16], а также в параметрических моделях Эвана Дуглиса (Evan Douglas), разработанных в студии в Бруклине (Brooklyn, New York). По мнению Дуглиса комбинаторные возможности проектирования единиц, частей или модулей представляют собой «наборы правил, которые управляют топологическими поверхностями, являются как директивными (прямыми), так и гибкими для того, чтобы выдержать непрерывно развивающееся количество архитектурных форм» (рис. 8) [17]. Он также отмечает, что «...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 будоражащей воображение топологической поверхностью, хорошо оснащённой для выполнения постоянно увеличивающихся требований современных модульных систем» [18].



а)

б)

Рис. 8. Параметрические модели Э. Дуглиса: а) параметрическая модель; б) изготовленные самовоспроизводящиеся системы по технологии мембраны

Интерес к использованию метода топологического морфогенеза проявляется и в образовательных программах при подготовке архитекторов [6]. Так, в зарубежных методических разработках в Пенсильванском университете в отделении архитектуры

Пенн-Дизайн, где проводятся эксперименты, и внедряется новое во всех проявлениях дизайнерской деятельности и конструирования, используются новые технологии и научные разработки учёных со всего мира [19]. В студии «LI RAHIM» (координаторы Д. Веслей и У. Бенджамин) в проекте «Паттерны жизни: Дом будущего» предлагаются новые и непредвиденные методы формирования жилища будущего, а также способы «борьбы» дома с сумасбродным временем технического прогресса (рис. 9). По мнению авторов, сомнительные идеи должны быть переведены на специальный язык архитектуры. Идеей проекта было развить паттерны жизни будущего, исследуя возможности их использования на территории застройки. Цель проекта – создание дома будущего за счет организации топографических и программных элементов проникновения в среду, а задачей является изучение соотношения между интерьерными пространствами, городом-природой, природой и окультуренным ландшафтом, а также создание среды, направляющей и регулирующей существующий естественный и искусственный ландшафт в отношении паттернов жизни [6].

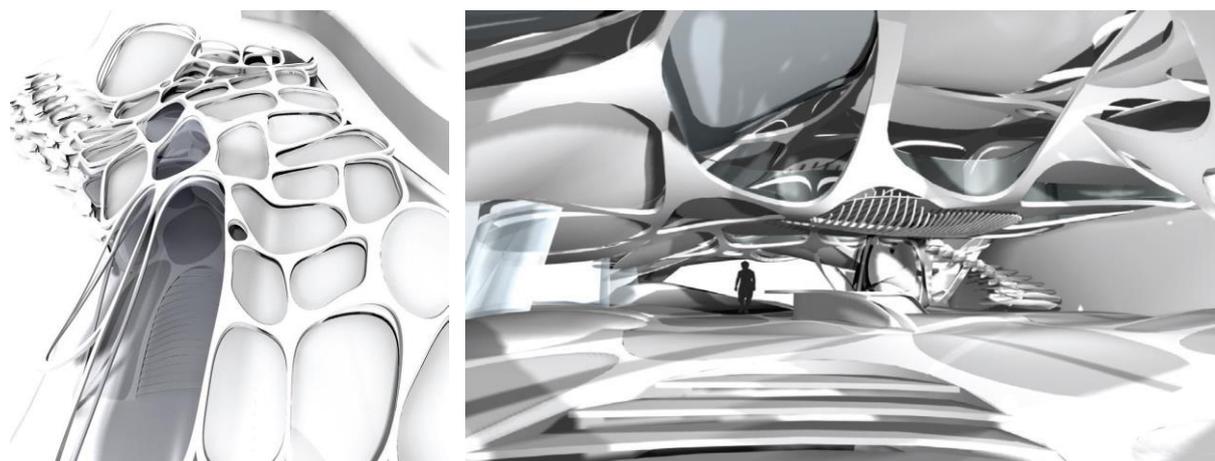


Рис. 9. Проект «Паттерны жизни: Дом будущего», Пенсильванский университет, Студия «ALI RAHIM»

**Аналоговое или прототипное моделирование** – моделирование архитектурной формы, где аналог как объект или техническое решение того же назначения, является близким по совокупности существенных признаков и часто используется совместно с понятием прототип. Аналоговое моделирование является редуکتивным моделированием на основе аналогов объектов (фитоморфных, зооморфных, антропоморфных, лэндморфных и т. п.) [11]. Этот метод использовался Заха Хадид (Zaha Hadid Architects) при разработке Центра исполнительских искусств в ОАЭ, Абу-Даби (2006 г.) и Экономического парка Линькун в Шанхае – проект «Хунцяо SOHO» (рис. 10), а также в проекте павильона «Seroussi pavillon», разработанного в лаборатории дизайн-исследований фирмы «BIOT(h)ing» Алисы Андресек (Alisa Andrased) в проекте Павильона «Seroussi pavillon» (рис. 11) [16]. Моделирование по аналогам живой природы выразилось в творчестве Винсента Каллебуота (Vincent Callebaut Architect) в проектах «Королевская пуща – жилой комплекс для отдыха»<sup>3</sup>, «Коралловый риф – матрица и плагин для 1000 пассивных домов»<sup>4</sup> и «Сад Агора – селитебная башня, Тайбэй (Taipei), Тайвань (2010-2016 гг.)»<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vincent.callebaut.org/planche-morocco\\_pl01.html](http://vincent.callebaut.org/planche-morocco_pl01.html)

<sup>4</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-coral.html>

<sup>5</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-taipei.html>

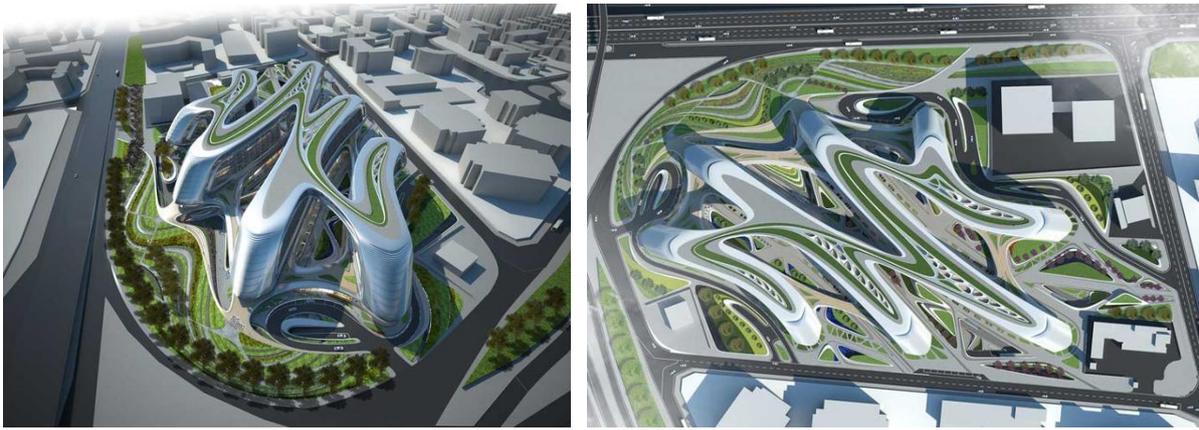


Рис. 10. Экономический парк Линькун в Шанхае – проект «Хунцяо SOHO», Zaha Hadid Architects, 2011 год



Рис. 11. Павильон «Seroussi pavillon», лаборатория дизайн-исследований фирмы «BIOT(h)ing»

**Пластицизм** или пластические трансформации цифровых моделей физической среды называют ультрареализмом. Метод основан на аппроксимации и на моделировании трансформаций форм с физическими свойствами таких субстанций как воздух, жидкости, краска и т.п. [11]. Опыты с применением данного метода проводились в «AA дизайн-исследовательской лаборатории» («AADRL») Патриком Шумахером (2008 г.) в разработках в контексте параметрического урбанизма «Взаимодействие двух развернутых (транскодированных) жидкостей в вертикальном и горизонтальном пространстве» (рис. 12). Пластические трансформации цифровых моделей физической среды использованы при разработке проекта Голландской архитектурной студия «MVRDV» («MVRDV») «Городской центр для Гванггу» (Gwanggyo Power Centre) Южная Корея (рис. 13). Проект нового «зеленого» города ориентирован на новейшие научно-технические достижения, расположенного в 20 км к югу от Сеула, и представляет собой серию высоких холмов различной формы, вокруг которых, по планам, вырастет новый город.



Рис. 12. Параметрический урбанизм, «AADRL», Патрик Шумахер, 2008 год.  
Взаимодействие двух транскодированных жидкостей: а) в вертикальном пространстве;  
б) в горизонтальном пространстве



Рис. 13. Городской центр для Гванггю (Gwanggyo Power Centre), Голландская архитектурная студия «МВРДВ» («MVRDV»), Южная Корея

Сюда также можно отнести проект идеального города будущего «Beijing Boom Tower» (Пекинская бум башня) архитектора Невилла Марса (Голландия), где представлен фрагмента Пекина 2020 года как попытка переосмыслить город, создать среду, где будет разделение транспортных и людских потоков (рис. 14), а также проект «Сеульская коммуна 2026» (Seoul Commune 2026) архитекторов фирмы «Mass Studies», Южная Корея (рис. 15).



Рис. 14. Идеальный город будущего «Beijing Boom Tower», архитектор Невилл Марс (Голландия)



Рис. 15. Проект «Сеульская коммуна 2026» (Seoul Commune 2026), архитекторы студии «Mass Studies», Южная Корея

**Нанокинетическое моделирование** представляется адаптивными системами – кинетическими, интерактивными и информативными оболочками (растительными, механическими и чувствительными). В реальном физическом мире архитектурные пространства и объекты по критерию активности нанокинетического начала предлагается разделить на следующие группы [11]:

- *естественные*, реагирующие открытым изменением своих физических параметров благодаря «умным материалам» (например, наноккожа);
- *механические*, функционирующие на основе физических реакций конструктивных систем;
- *сенсорные*, функционирующие в целостной системе из принимающих, сканирующих устройств сети нейронно-электронных связей с мощным обрабатывающим ядром.

Предоставленные в архитектурном моделировании примеры из первой группы иллюстрируют появившиеся в современных изысканиях проекты с использованием в зданиях нано-кожи (Nano Vent Skin) для выработки электроэнергии (рис. 16а) или фотосинтетических зданий компании «ecoLogic Studio» (рис. 16б). Проект музыкального центра (Pop Music Center) в китайском порте Гаосюн предполагает освещение 12000 мест в общественном амфитеатре при использовании зеленых энергетических технологий, а именно – встраиваемых тонкопленочных солнечных батарей. Для этого центра будет создано девять пространств, которые будут образованы пузырьками, расположенными между слоями кожи. Трехмерная топография будет включать в себя различные слои с пространством между ними, которые будут действовать в качестве зон экологического буфера для обеспечения охлаждения и изоляции [28].

Механические или кинетические приемы представлены в концепт-модели вращающегося небоскреба в Дубаи архитектора Дэвида Фишера (рис. 17) [21], в проекте «Кинетическая башня» (Kinetower) архитекторов Barbara van Biervliet и Xaveer Claerhout (рис. 18) [22], а также в разработках «Бегущие конструкции» (Strandbeests) скульптора и изобретателя Тео Янсена (Голландия) как искусственной формы жизни (рис. 19) [23] и во многих других.

Важными принципами в данном случае являются *трансформация и мобильность*, которые в архитектуре являются непосредственной реакцией ее элементов на изменения окружающей среды через собственные свойства материалов и конструктивных структур. Этот автономный и самоорганизующийся процесс позволяет создавать оболочки, чутко реагирующие на изменения окружающей среды, и отличается от высокотехнологичной

инженерной системы, состоящей из множества разрозненных деталей. В данном случае происходит создание архитектурных форм, способных без текущего управления человеком реагировать на изменение условий с коррекцией конструктивных и объемно-планировочных решений. Такой принцип позволяет естественным способом встроить архитектурный объект в экологическую систему.



а)



б)

Рис. 16. Экоподходы – «умные материалы»: а) эко-кожа для зданий (Nano Vent Skin) для выработки электроэнергии; б) фотосинтетические здания Компания «ecoLogic Studio»

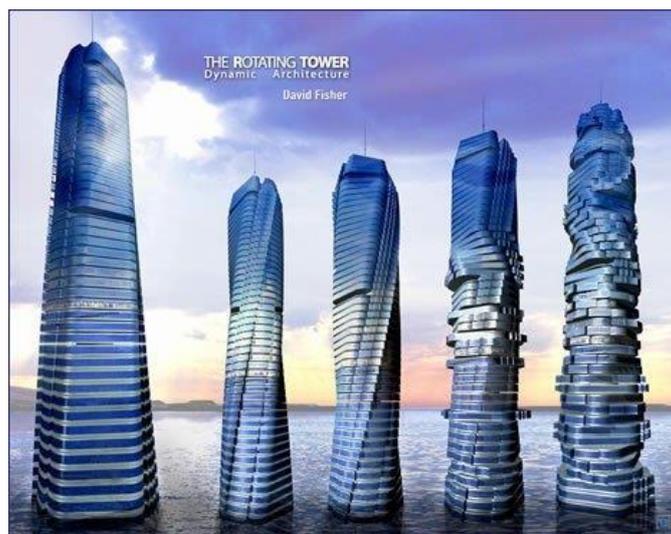


Рис. 17. Концепт-модель вращающегося небоскреба в Дубаи, архитектор Дэвид Фишер (2008 г.)



Рис. 18. Проект «Кинетическая башня» (Kinetower), архитекторы Barbara van Biervliet и Xaveer Claerhout (2006 г.)



Рис. 19. «Бегущие конструкции» (Strandbeests), скульптор и изобретатель Тео Янсен (Голландия)

Для иллюстрации объектов третьей группы можно привести проект конструкторского бюро Barker Freeman (2013 г.) «Иновационный ландшафт», который преобразует механические движения в электричество [24]. Здесь энергия ветра, звуковые вибрации и энергия людского движения могут быть собраны для передачи во встроенные в пешеходную поверхность и конструкции пьезоэлектрические компоненты, системы которых объединяются для создания серии пространств, которые включают широкий спектр деятельности парка как места для крупных мероприятий, а также более индивидуальной рекреационной деятельности, в том числе пешеходные тропы и амфитеатр (рис. 20).



Рис. 20. Иновационный ландшафт преобразует механические движения в электричество, конструкторское бюро Barker Freeman, 2013 год

В параметрическом подходе, использующем перечисленные методы формирования архитектурной среды с использованием цифровых технологий, происходит преобразование техники параметрического дизайна образца в новый и мощный регистр артикуляции, где ключевым движением, которое открывает параметрическое моделирование образца, является движение от адаптивной компенсации до увеличения различий. Основная поверхностная изменчивость используется как набор данных, который может привести к более радикальному дифференцированию образца, что усиливает и делает его намного более заметным, а сильный акцент на визуальном дифференцировании является одним из признаков параметризма [13].

Один из самых распространенных сегодня методов формирования архитектурного пространства предполагает видоизменяемые области обитания с адаптивными компонентами. По мнению исследователя и разработчика методологии параметризма Патрика Шумахера, «...компоненты можно было бы построить из повторяющихся вынужденных элементов, связанных между собой инфраструктурными линиями так, чтобы законченный проект мог бы явно приспособиться к условиям различных местностей. Поскольку они заселяют видоизменяемый участок, их адаптация должна подчеркивать и усиливать это видоизменение. Эти отношения между основным компонентом и его различными типами в различных точках интегрирования в «данную среду» походят на способ, когда один единственный генотип мог бы произвести заселение различных фенотипов в соответствии с различными условиями среды» [13].

Дальнейшее развитие этого направления П. Шумахер предусматривает в контексте разработки новых аспектов параметрической парадигмы в пяти направлениях развития [14].

1. *Параметрическое Сочленение (Межартикуляция) различных подсистем как корреляция их видоизменений* (компенсационная качественная адаптация). Задача состоит в том, чтобы перейти от видоизменения единственной системы – например, нагромождения компонентов фасада, – к упорядоченной группе многократно повторяющихся деталей (подсистем) – огибающих линий, орнаментов, внутреннего ритма украшений, внутренних пустот. Видоизменение в любой одной системе коррелируется с особенностями других систем.

2. *Параметрическое Выделение (Акцентуация) как увеличение отклонения от норм.* Цель состоит в том, чтобы более полно осмыслить органичное вписывание деталей через запутанные формы, которые позволяют увеличивать отклонения от норм (в отличие от компенсационной адаптации). Например, когда порождающие компоненты наполняют поверхность с тонкими модуляциями искривлений, закономерная составляющая корреляция должна подчеркивать и усиливать изначальное видоизменение. Это могло бы предполагать оригинальное оформление порогов или других особенностей. Таким образом могут быть созданы намного более оригинальные сочленения, и поэтому будет больше доступной ориентирующей визуальной информации.

3. *Параметрическое Оформление как интегрированная система параметров объекта и наблюдателя.* Предлагается, что сложные формы, скрытые за многочисленными деталями, могут быть выстроены как параметрическая модель с чувствительными переменными к структуре в целом. Параметрические структурные изменения, то есть количественная модификация этих параметров, вызывают качественные изменения в воспринимаемом порядке конфигураций. Это понятие параметрического оформления подразумевает расширение типов параметров, которые рассматриваются в пределах параметрического дизайна. Вне обычных геометрических свойств объекта окружающие параметры и параметры наблюдателя должны быть приведены в продуманную и интегрированную параметрическую систему.

4. *Параметрическая Реакция (Отзывчивость) как оперативная кинетическая адаптация.* Предлагается, что городские и архитектурные (внутренние) пространства будут разработаны со значительной внутренней вместимостью, которая позволяет этим пространствам повторно формироваться и приспосабливаться друг к другу в ответ на распространенные известные образцы. Оперативное применение существующих образцов создает условия, которые приведут к процессу оперативной кинетической адаптации. Совокупное применение используемых образцов приводит к постоянным структурным преобразованиям. Выстроенное пространство приобретает интегрирующие средства в различных временных категориях.

5. *Параметрический Урбанизм как глубокая относительность всех элементов системы.* Есть предположение, что городской конгломерат формирует нагромождения из

многих зданий. Эти здания формируют непрерывно изменяющуюся область, посредством чего эта целостность строений связывает между собой эту череду зданий. Параметрический урбанизм подразумевает, что систематическое видоизменение вида зданий производит мощный визуальный эффект и облегчает пространственную ориентацию. Параметрический Урбанизм может включать в себя и параметрическое выделение, и параметрическое оформление, и параметрическую реакцию.

Представляется целесообразным дальнейшее изучение данного диапазона направлений исследования параметрической составляющей в формировании архитектурного пространства, позволяющей сформировать новую систему взглядов в архитектуре. Современная архитектура, по мнению П. Шумахера, стремится строить новые очертания областей, которые готовятся, чтобы организовать и внешне ясно оформить новый уровень динамизма и сложности современного общества.

Общемировая тенденция развития современных технологий способствует реальному внедрению в проектирование и строительство элементов, связанных с парадигмой параметризма, обогащенной принципами адаптации, динамики, трансформации. Адаптивная архитектура включает в себя философию и принципы, взятые из биологии, физики, механики, а ее реализация на практике возможна благодаря цифровым технологиям и кибернетическим механизмам. Архитектура насыщается интеллектом и обладает способностью видоизменяться, что позволяет структуре, форме и функции объекта приобретать интерактивные свойства.

### Источники иллюстраций

Рис. 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html)

Рис. 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.zaha-](http://www.zaha-hadid.com/masterplans/kartal-pendik-masterplan/)

[hadid.com/masterplans/kartal-pendik-masterplan/](http://www.zaha-hadid.com/masterplans/kartal-pendik-masterplan/)

Рис. 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://www.projectclassica.ru/v\\_o/01\\_2001/1\\_2001\\_v3.htm](http://www.projectclassica.ru/v_o/01_2001/1_2001_v3.htm)

Рис. 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2006\\_22/34](http://archvuz.ru/2006_22/34)

Рис. 5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.evandouglis.com/?page\\_id=84](http://www.evandouglis.com/?page_id=84)

Рис. 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evolo.us/architecture/greg-lynn-exploration-of-architecture-in-space/>

Рис. 7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

1. <http://www.liveinternet.ru/users/onik-a/post170094967/>

2. <http://trendymen.ru/lifestyle/design/81967/>

Рис. 8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.core.form-](http://www.core.form-ula.com/2010/05/27/evan-douglas-moon-jelly/)

[ula.com/2010/05/27/evan-douglas-moon-jelly/](http://www.core.form-ula.com/2010/05/27/evan-douglas-moon-jelly/)

Рис. 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.upenn.edumathnet.ru/php/organisation.phtml/>

Рис. 10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://dk.3dn.ru/publ/zakha\\_khadid/ehkonomicheskij\\_park\\_linkun\\_proekt\\_quot\\_khuncjao\\_soho\\_quot/3-1-0-1](http://dk.3dn.ru/publ/zakha_khadid/ehkonomicheskij_park_linkun_proekt_quot_khuncjao_soho_quot/3-1-0-1)

Рис. 11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://scriptedbypurpose.wordpress.com/participants/biothing/>

Рис. 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html)

Рис. 13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.arhinovosti.ru/2008/12/04/arkhitekturnaya-studiya-mvrdv-mvrdv-privdumala-nachalovogo-goroda-seul-koreya/>

Рис. 14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://users.livejournal.com/transparencies/108525.html#cutid1>

Рис. 15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kansas.ua/go/eu/article--ResourceID--33908--category--Photo-report--page.html> [www.inhabitat.com](http://www.inhabitat.com)

Рис. 16. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

1. <http://ecotechblog.ru/architecture/ekokozha-dlya-zdaniy/>

2. <http://ecotechblog.ru/architecture/algebra-novyiy-tip-ekozdaniy/>

Рис. 17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.champselysees-dubai.com/?p=3304> ; <http://www.dynamicarchitecture.net/>

Рис. 18. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://tdl.synthetictotem.com/posts/1061626996>

Рис. 19. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.etoday.ru/2013/11/strandbeests-teo-yansena.php>

Рис. 20. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.evolu.us/author/admin/page/43/?cuid=7d6d31a624ed2d11189af990a0d5d6c6>

## Литература

1. Барчугова Е.В. Параметризм как направление современной проектной деятельности // Architecture and Modern Information Technologies. – 2013. – №4(25). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/barchugova/abstract.php>
2. Кибер-организм с виртуальной душой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trendclub.ru/7467>
3. Надыршин Н.М. Цифровая тектоника в архитектурном дизайне // ДИЗАЙН-РЕВЮ – научно-практический журнал по дизайну и архитектуре. – 2011. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://design-review.net/index.php?id=258&number=2&show=article&year=2011>
4. Рекурсия в программировании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/215527/rekursii---eto-chto-rekursiya-v-programmirovanii-primeryi>
5. Сапрыкина Н.А. «Безбумажная» архитектура в контексте виртуальной реальности / Н.А. Сапрыкина, И.А. Сапрыкин // Architecture and Modern Information Technologies. – 2012. – Специальный выпуск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://marhi.ru/AMIT/2012/special\\_12/saprykina/abstract.php](http://marhi.ru/AMIT/2012/special_12/saprykina/abstract.php)
6. Сапрыкина Н.А. Особенности футурологического проектирования в образовании архитектора // Architecture and Modern Information Technologies. – 2012. – Специальный выпуск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://marhi.ru/AMIT/2012/special\\_12/saprykina/abstract1.php](http://marhi.ru/AMIT/2012/special_12/saprykina/abstract1.php)
7. Сапрыкина Н.А. Параметрические подходы формирования архитектурной среды в контексте адаптации и интерактивности // Наука, образование и экспериментальное проектирование / Труды МАРХИ: Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М.: МАРХИ, 4-8 апреля 2016. – С. 277-283.
8. Фасонов А.Л. Вычислительное проектирование в качестве «неуправляемого объекта» // Архитектон: известия вузов. – 2014. – № 46 Июнь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2014\\_2/3](http://archvuz.ru/2014_2/3)
9. Хайман Э. Новая морфология архитектуры. Зачем гены зданиям? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geeny-zdaniyam>
10. Хант Д. Архитектура в «кибернетическую эпоху» // Architectural Design. – 1998. – N 11-12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-home.ru/site.xp/049055048050124051056049055124.html>

11. Челноков А. В. Методы формообразования в цифровой архитектуре / А.В. Челноков, Д.А. Корниенко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2013. – Випуск № 6 (183). – С. 25-29.
12. Шахов Д. Эффект Дросте: возникновение и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-rush.ru/theory/item/305-effekt-droste.html>
13. Шумахер П. Манифест параметризма, Лондон 2008 г. // Доклад, представленный и обсужденный в Дарк Сайд Клуб1, на 11-й архитектурной Биеннале, Венеция 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hiteca.ru/2013/10/manifesto.html>
14. Schumacher Patrik. Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design // AD Architectural Design - Digital Cities. – Vol. 79. – № 4. – 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html)
15. Greg Lynn's Exploration of Architecture in Space [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evolo.us/architecture/greg-lynn-s-exploration-of-architecture-in-space/>
16. Biot(h)ing is the research-design laboratory of alisa andrasek [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interactivearchitecture.org/biothing-invisibles.html>
17. Evan Douglas: Moon Jelly [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.core-formula.com/2010/05/27/evan-douglas-moon-jelly/>
18. Pietro Valle. Auto Braids / Auto Breeding. The body and its double [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://architettura.it/artland/20040206/index\\_en.htm](http://architettura.it/artland/20040206/index_en.htm)
19. «WORK 2005/2006» University of Pennsylvania, School of Design Department of Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=arch\\_work](http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=arch_work)
20. Eco leather for buildings [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
  1. <http://ecotechblog.ru/architecture/zeleniy-dizayn-dlya-pop-music-center/>
  2. [ru/architecture/ekokozha-dlya-zdaniy/](http://architecture/ekokozha-dlya-zdaniy/)
21. Dynamic Tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.champselysees-dubai.com/?p=3304>
22. Kinetower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tdl.synthetictotem.com/posts/1061626996>
23. Strandbeests Тео Янсена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.etoday.ru/2013/11/strandbeests-teo-yansena.php>
24. Piezoscape: Innovative Landscape Converts Mechanical Movement into Electricity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evolo.us/author/admin/page/43/?cuid=7d6d31a624ed2d11189af990a0d5d6c6>
25. Asymptote Architecture. Design Philosophy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asymptote.net/design-philosophy>
26. Helioscopes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.evandouglas.com/?page\\_id=84](http://www.evandouglas.com/?page_id=84)
27. Hansmeyer's Cardboard columns [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trendymen.ru/lifestyle/design/81967/>

28. Pop Music Center [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://ecotechblog.ru/architecture/zeleniy-dizayn-dlya-pop-music-center/>

## References

1. Barchugova E.V. Parametrizm as a direction of the modern project activities. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2013, no. 4(25). Available at:  
<http://marhi.ru/eng/AMIT/2013/4kvart13/barchugova/abstract.php>
2. *Kiber-organism s virtualnoy duchoy* [Cyber-organism with virtual soul]. Available at:  
<http://trendclub.ru/7467>
3. Nadyrschin N.M. *Cifrovaya tektonika v arhitekturnom disayne* [Digital tectonics in architectural design. DESIGN REVIEW-scientific-practical magazine for design and architecture]. 2011, no. 2. Available at: <http://design-review.net/index.php?id=258&number=2&show=article&year=2011>
4. *Rekursiya v programmirovaniy* [Recursion in computer programming]. Available at:  
<http://fb.ru/article/215527/rekursii---eto-cto-rekursiya-v-programmirovanii-primeryi>
5. Saprykina N.A., Saprykina I.A. "Paperless" architecture in the context of virtual reality. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2012, Special Edition. Available at:  
[http://marhi.ru/eng/AMIT/2012/special\\_12/saprykina/abstract.php](http://marhi.ru/eng/AMIT/2012/special_12/saprykina/abstract.php)
6. Saprykina N.A. Peculiarities of futurological designing in architectural education. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2012, Special Edition. Available at:  
[http://marhi.ru/eng/AMIT/2012/special\\_12/saprykina/abstract1.php](http://marhi.ru/eng/AMIT/2012/special_12/saprykina/abstract1.php)
7. Saprykina N.A. *Parametricheskie podchody formirovaniya arhitekturnoy sredy d kontekste adaptatsiy i interaktivnosti* [Parametric approaches architectural formation Wednesday in the context of adaptation and interactivity. Science, education and experimental design. Trudy MARCHI: The materials of the international scientifically-practical Conference faculty, young scientists and students]. Moscow, MARCHI, 4-8 April, 2016, pp. 277-283.
8. Fasonov A.L. *Wychislitelnoe proektirovanie v kachestve «neupravlyaemogo obyekt»* [Computational design as "the unmanaged object". *Arhitekton: News universities*]. 2014, no. 46, June. Available at: [http://archvuz.ru/2014\\_2/3](http://archvuz.ru/2014_2/3)
9. Haiman E. *Novaya morfologiya arhitektury. Zachem geny zdaniyam?* [A new morphology of architecture. Why genes buildings?]. Available at:  
<http://www.archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geny-zdaniyam>
10. Hant D. *Arhitektura v "kiberneticheskuyu epochu"* [Architecture in "Cyber era. Magazine Architectural Design]. 1998, no. 11-12. Available at:  
<http://www.i-home.ru/site.xp/049055048050124051056049055124.html>
11. Celnokov A.V., Kornienko D.A. *Metody formoobrazovaniya v digitalnoy arhitekture* [Methods of shaping in digital architecture. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури]. 2013, no. 6(183), pp. 25-29.
12. Schachov D. *Effekt Droste: vosniknowenie i primenenie* [Droste effect: emergence and application]. Available at: <https://m-rush.ru/theory/item/305-effekt-droste.html>
13. Schumacher P. *Manifest parametrizma* [Parametrizma manifesto]. London, 2008. Available at: <http://www.hiteca.ru/2013/10/manifesto.html>

14. Schumacher Patrik. Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design. AD Architectural Design - Digital Cities. Vol. 79, no. 4, 2009. Available at: [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html)
15. Greg Lynn's Exploration of Architecture in Space. Available at: <http://www.evolo.us/architecture/greg-lynns-exploration-of-architecture-in-space/>
16. Biot(h)ing is the research-design laboratory of alisa andrasek. Available at: <http://www.interactivearchitecture.org/biothing-invisibles.html>
17. Evan Dougli: Moon Jelly. Available at: <http://www.core.form-ula.com/2010/05/27/evan-douglis-moon-jelly/>
18. Pietro Valle. Auto Braids / Auto Breeding. The body and its double. Available at: [http://architettura.it/artland/20040206/index\\_en.htm](http://architettura.it/artland/20040206/index_en.htm)
19. «WORK 2005/2006» University of Pennsylvania, School of Design Department of Architecture. Available at: [http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=arch\\_work](http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=arch_work)
20. Eco leather for buildings. Available at: [ru/architecture/ekokozha-dlya-zdaniy/](http://ru/architecture/ekokozha-dlya-zdaniy/)
21. Dynamic Tower. Available at: <http://www.champselysees-dubai.com/?p=3304>
22. Kinetower. Available at: <http://tdl.synthetictotem.com/posts/1061626996>
23. Strandbeests Тео Янсена. Available at: <http://www.etoday.ru/2013/11/strandbeests-teo-yansena.php>
24. Piezoscape: Innovative Landscape Converts Mechanical Movement into Electricity. Available at: <http://www.evolo.us/author/admin/page/43/?cuid=7d6d31a624ed2d11189af990a0d5d6c6>
25. Asymptote Architecture. Design Philosophy. Available at: <http://www.asymptote.net/design-philosophy>
26. Helioscopes. Available at: [http://www.evandouglis.com/?page\\_id=84](http://www.evandouglis.com/?page_id=84)
27. Hansmeyer's Cardboard columns. Available at: <http://trendymen.ru/lifestyle/design/81967/>
28. Pop Music Center. Available at: <http://ecotechblog.ru/architecture/zeleniy-dizayn-dlya-pop-music-center/>

## ОБ АВТОРЕ

### Сапрыкина Наталия Алексеевна

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

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

## ABOUT THE AUTHOR

### Saprykina Natalia

Doctor of Architecture, Professor, Head of the «Basics of Architectural Design», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

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