

УДК 74.01/09

Михайлова А.С. – кандидат искусствоведения, доцент

E-mail: misuoka@gmail.com

Надыршин Н.М. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: neil.nadyrshine@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Бионические паттерны в архитектуре и дизайне

Аннотация

Статья посвящена одному из актуальных направлений в области дизайна – параметризму, а именно бионическому паттерну в архитектуре и дизайне. Параметризм преобразует технику геометрических паттернов в новый реестр тектонической артикуляции архитектурного дизайна. В статье кратко рассматриваются основные виды паттернов и более детально один из видов – бионический паттерн. Комбинируя элементы ботаники, морфологии, топологии, оптические эффекты и эмергентных растущих элементов, эта система представляет собой новое поколение мембран, полученных на основе параметрических моделей, использующих «сложность» как стратегию современного дизайна для повышения их привлекательности.

Ключевые слова: дизайн среды, дизайн города, современный дизайн, постиндустриальный дизайн, параметризм, бионика, биоморфизм, паттерн, архитектурный паттерн, паттерн в дизайне.

Современный дизайн и архитектура достаточно активно и принципиально на новом уровне обращаются к теме паттернов. В общем случае это обращение представляет собой комбинирование и повторение различных визуальных элементов, имеющих разнообразное использование в зависимости дисциплины или технологии. Опыт использования паттернов в архитектуре и дизайне в действительности очень глубок. Сегодня создавая на различных временных и масштабных уровнях, паттерны могут включать в себя как естественные элементы, так и искусственные. Современные технологии оказывают сильное влияние на роль паттернов в дизайне и архитектуре, способствуя и автоматизации их построения, и совершенствованию их воплощения, а также расширяя типологический ряд применения. В конце 1990-х годов, были обнаружены новые возможности использования паттернов на основе применения техники наложения текстуры на искривленные поверхности. Архитектурный паттерн стал элементом авангардного движения, которое дизайнеры выдвигают как новый стиль «параметризм». В настоящее время фактически техника наложения текстур была заменена написанием программного скрипта, а старые методики используются для первоначальной проверки или иллюстрации эффектов, которые затем должны быть реализованы в виде набора процедур.

Параметризм – весьма объемное явление, но что касается паттернов, то здесь происходит преобразование техники построения геометрических повторяющихся фигур в новый реестр тектонической артикуляции архитектурного дизайна. Важнейшим шагом стал переход от адаптивной компенсации паттернов к их дифференциации, в зависимости от работы конструируемой оболочки. Параметрическое моделирование позволяет достичь варибельности проектируемой поверхности, которая в свою очередь запрограммирована и управляема путем изменения элементов базы данных. Таким образом. Поведение паттернов, применяемых в архитектуре и дизайне, управляется. Дифференциация может быть выполнена, в том числе преднамеренно, путем «разрисовывания» поверхности каким-либо узором, который становится базой для моделирования паттернов.

Немаловажным моментом здесь является функциональная нагрузка паттерна. Поверхностная артикуляция может соответствовать структурным линиям различного содержания, например, изолиниям распределения напряжений на поверхности оболочек. Дифференциация может включать апертуры (лат. *apertura* – отверстие), размещенные по

поверхности, которая может быть выполнена с учетом отделки, а орнамент может быть использован для создания многослойной сетчатой конструкции оболочки [1].

Еще одним перспективным направлением является адаптивная дифференциация архитектурного фасада, выполняемая с учетом экологических параметров, различаемых в зависимости от ориентации поверхности ограждений. К примеру, использование солнечного света: постепенное изменение его интенсивности переводится в градиентное преобразование компонентов искривленной поверхности. В параметризме такие функциональные зависимости реализуются в художественно-эстетической концепции. И таким образом мы не ограничены в использовании способов и элементов – параметров артикуляции поверхностей: рельеф, материал, текстура, цвет, отражение, прозрачность и т.д. Потенциально, эти параметры могут быть использованы в соответствующих процедурных скриптах [1].

Рассмотрим недавние исследования, обусловленные необходимостью реализации сложных архитектурных форм свободного очертания, где паттерны возникают естественно путем компоновки панелей и несущих структур, связанных с геометрией свободных форм.

Наложение текстур/панелизация. Компьютерная графика интенсивно исследует проблемы отображения плоской текстуры на двояко изогнутой поверхности, минимально деформируя ее. Методы отображения текстур могут быть полезными в архитектуре для целей оформления и презентации, но для разбиения поверхности на панели они вряд ли достаточны. На основе выбора материала и технологии изготовления, определенные геометрические формы являются предпочтительными – плоские панели всегда просты и дешевы.

Техники разбиения поверхностей. Разбиение (или тесселяция) является основным подходом к моделированию архитектурных форм и базируется на последовательном уточнении исходной сетки. Алгоритмы разбиения поверхностей привели известного американского архитектора, дизайнера, инженера и изобретателя Бакминстера Фуллера к построению геодезических куполов с любопытными с эстетической точки зрения сетками, представляющими особый интерес для архитектурного проектирования. Они могут быть использованы для создания сеток, образованных треугольниками, прямоугольниками, шестиугольниками, или даже более сложными паттернами. Подобное разбиение также может быть частью стратегии геометрической оптимизации архитектурного сооружения.

Паттерны на базе плоских четырехугольников (Quads). В последнее время, достигнут значительный прогресс при проектировании и расчете сетчатых оболочек свободных форм, с ячейками, имеющими четыре плоские грани (известные как сетки PQ). К примеру, несущие системы – специальный тип (PQ) сеток, могут быть встроены в последовательность ячеек такого же типа, которые находятся на постоянном расстоянии друг от друга. Расстояние может измеряться по-разному, что приводит к различным типам сеток. Например, грани конических сеток находятся на постоянном расстоянии, и с ними связаны схемы несущих балок, то есть в каждой вершине центральные плоскости балок коаксиальны (проходят через одну ось). С другой стороны, гибридные сети могут быть связаны с переменным расстоянием, однако расположение свободных от кручения балок, в общем случае, может быть достигнуто только в приближенном виде с помощью алгоритма оптимизации [2].

Гексагональные структуры. Бакминстер Фуллер, Фрай Отто, Ларс Спайбрук и другие были очарованы формами и структурной эффективностью кремнистых микроскелетов радиоларий с формами на основе гексагональной сетки. Структурно это очень интересные геометрические объекты – шестигранные сетки, представляющие фигуры произвольной формы.

Паттерны в виде кругов и структуры на их основе, получаемые со специальной упаковкой кругов и сфер на сложных поверхностях – так называемые сетки, упакованные окружностями (circle-packing, CP). Это треугольные сетки, где вписанные окружности соседних треугольников имеют одну точку контакта на общем ребре. Сетки «CP» имеют высокую эстетическую ценность и приводят к интересным моделям поверхностей, а также к ряду нерешенных математических задач. Соседствующие вписанные окружности CP сеток тангенциальны к друг другу и формируют систему из кругов, которая в математике называется «упаковкой кругами или сферами».

Стоит отметить, что проектирование и изготовление геометрически сложных архитектурных сооружений будет иметь пользу от взаимодействия архитекторов, математиков и инженеров. Это было показано в ряде последних исследований, например, для решения задач панелизации (на базе плоских прямоугольников, шестиугольников и гибридных сеток) и проектирования несущих конструкций оболочек свободной формы, обладающих свободными от кручения узлами. Математика также предлагает перспективные инструменты для разработки полностью трехмерных пространственных структур, таких как диаграмма Вороного (Voronoi diagram) и эволюционные алгоритмы формообразования [3].

Одной из наиболее вдохновительных областей для дизайнеров и архитекторов современности является природа. Архитектурная бионика, биомиметика, биоморфизм, бионический дизайн – эти термины знакомы дизайнерами и архитекторам уже с конца прошлого века. Естественно, не обошлось бионическое направление в формообразовании и без внедрения в области формирования паттернов.

Биоподражательный (бионический) орнамент на примере системы «Флора флекс». На пути к более умной, ассоциативной и топологически пышной архитектуре, Эван Дуглис разрабатывает новую логику формообразования, заключенную в скриптах и зависимостях, и основанную на природных аналогах, которые являются источником вдохновения и новых открытий. Морфология цветущих растений стала объектом исследования в качестве идеального примера вариации поверхностей и ретинальных эффектов [4]. Эта модель предлагает существенное понимание сложного и таинственного мира природных систем, претерпевающих непрерывное изменение. Положенная в основу сложной сборки из тонких радиальных лепестков, синхронно расширяющихся в связи с постоянно меняющимся циклом фотосинтеза, транспирации и опыления, логика простого цветка является впечатляющим примером для построения моделей в морфоэкологии. Эта модель, как любой реляционный организм, выживание которого симбиотически зависит от его экологического контекста и окружающих видов, олицетворяет собой возможности новых эмергентных систем, основанных на повторяющихся паттернах, определяющих различия и сходства. С самого начала создания системы «Flora flex» приоритетом стала разработка повторяющегося модуля, который максимально демонстрировал бы иллюзорные свойства поверхности, проявляющиеся при непрерывном изменении геометрии паттерна или в связи с изменением положения наблюдателя. По аналогии с примитивной обтекаемой изотропной поверхностью, которую можно найти в мире топологии, винтовые вращения спроецированных лепестков, вращающихся вокруг центра тора, послужили основой для получения аналогичной вибрации, необходимой для создания внешнего вида анаморфной поверхности (рис. 1).

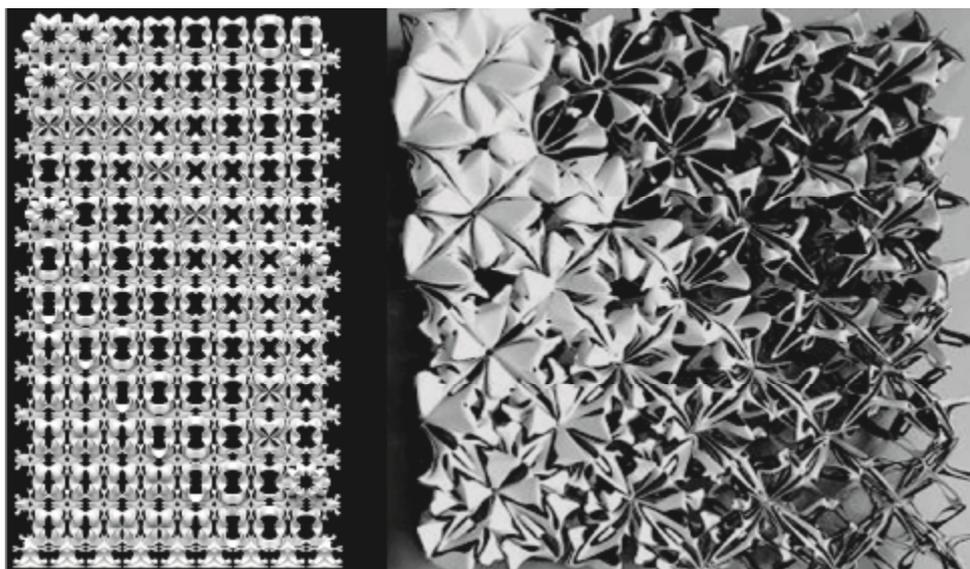


Рис. 1. Биоподражательный Орнамент Эвана Дуглиса, система «Флора флекс» [8]

В любой модульной системе всегда есть критическое взаимодействие между единицей и множеством. Уникальная задача состоит в том, чтобы поддерживать изменения поверхности любыми имеющимися средствами, создавая калейдоскоп визуальных эффектов, которые работали бы в различных масштабах и с разных перспективных точек. В то время как базовая геометрия основного элемента оставалась фиксированной (геометрические параметры тора), интенсивное применение скрипта для описания хореографии лепестков, выявило широкий спектр возможных комбинаторных вариантов, необходимых для производства сложных визуальных эффектов, для создания эмергентной поверхности панели. В сочетании с основными элементами, регулирующими общую прозрачность и экспрессию поверхности вдоль мембраны, был разработан дополнительный модуль. В качестве критически важного структурного и топологического аксессуара, дополнительный элемент выполняет ряд проектных задач, необходимых для общей работы системы «Флора флекс». Выступая в качестве промежуточного строительного компонента, перенося нагрузку по диагонали через всю мембрану, этот вторичный модуль выполняет неопределимую роль, привнося пространственную и структурную непрерывность в большие сборки, состоящие из отдельных частей. Предлагаемый в качестве девиантного элемента, дополнительный блок подвергается морфологическим преобразованиям на уровне основания, чтобы обеспечить необходимое распределение горизонтальных нагрузок. Фокусируя внимание на постоянной реконфигурации лепестков цветка, как примера метаморфоза и динамики природных систем, модульная система «Флора флекс» стремится воссоздать аналогичные визуальные ощущения с помощью изменения пористости и избыточности поверхности. Задуманная как игра и одновременно как целенаправленное проектное исследование, организация модульных частей, размещенных по поверхности мембраны, на базе вычислений, представляет собой будущее орнаментальной архитектуры. Предлагаемая в качестве открытого проекта, данная версия «Флора флекс» представляет собой первый этап эволюционного развития. В духе любой эмергентной системы, способной становиться все более интеллектуальной от одного шага к последующему, следующее поколение системных скриптов, способных предложить еще большую гибкость, изучаются в настоящее время. Отдавая предпочтение более совершенной модульной версии, студия Эвана Дуглиса в настоящее время работает над увеличением сложности тора, путем использования топологии различных узлов; над созданием постоянно расширяющегося меню типов лепестков, которые предполагают еще большую степень изменения поверхностей; над развитием морфологии промежуточных элементов, играющих все возрастающую структурную роль на поверхности всей мембраны; над интеграцией умных материалов в проектирование и производственный процесс, в качестве средства для повышения общих рабочих параметров и эффектов мембранных систем; разработать мембрану с двусторонней кривизной для дальнейшего создания целого ряда топологических пузырей на пути к первому дому с новаторской технологией «Флора флекс» (рис. 2) [5].

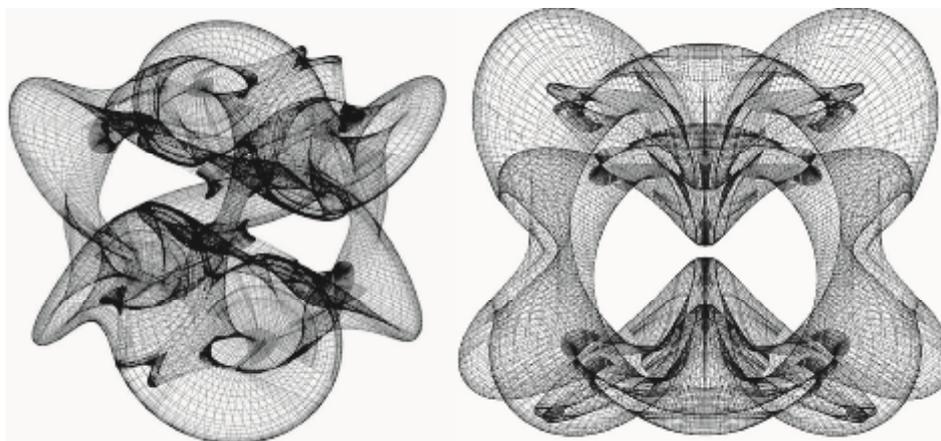


Рис. 2. Система «Флора флекс».

Студия Эвана Дуглиса (Evan Douglass Studio, Flora_flex, Rotterdam/New York), 2007 [8]

Комбинируя элементы ботаники, морфологии, топологии, оптические эффекты и эмергентных растущих элементов, эта система представляет собой новое поколение мембран, полученных на основе параметрических моделей, использующих «сложность» как стратегию современного дизайна для повышения их привлекательности. Прототип панели, собранной из взаимозаменяемых элементов, представляющий собой матрицу, образующую рельеф на ее поверхности и меняющей прозрачность и комбинаторные параметры, Система «Флора флекс» доступна для потребителя, обещая большую гибкость дизайнерских систем. Основанная на современных технологиях формования или 3D-печати из различных композитных материалов стеновая система нацелена на использование последних достижений в материаловедении. Учитывая разнообразие вариантов материала и изготовления, доступных для производства первых прототипов, было принято решение работать с более привычными материалами с самого начала, а с течением времени использовать более сложные технологии, если это будет сочтено целесообразным для проекта. При поддержке Европейского Центра Керамики (European Ceramic WorkCentre, EKWC) в Нидерландах в 2007, студия разработала серию форм, необходимых для материализации параметрического дизайна керамических модульных компонентов [8]. После продолжительного периода проб и ошибок, был успешно изготовлен набор работающих форм, который позволил выполнить литье и обжиг полномасштабных элементов из фарфора. Набор прототипов модели был представлен в 2007 году на Роттердамском биеннале (рис. 3).

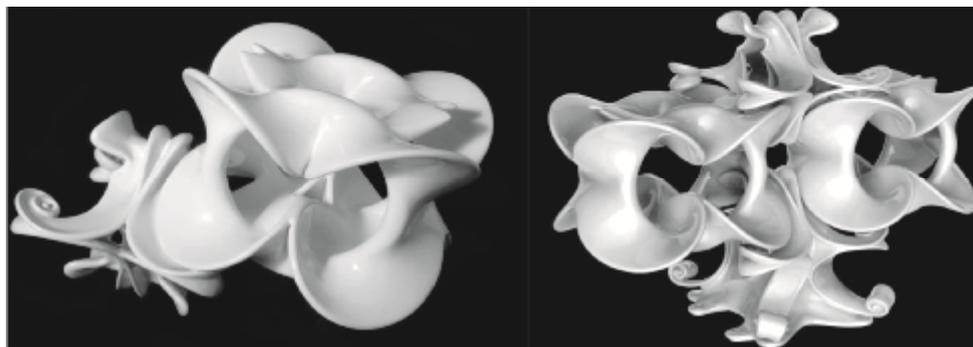


Рис. 3. Эван Дуглис студио. «Флора флекс». Рядовой и соединительный элементы орнамента [8]

Скошенный вид каркасной сетки показывает большое разнообразие поверхности, присущей основному блоку. Фасад каркасной сетки показывает высокую степень сложности поверхности распространяющейся по всему кольцу тора центра.

Параметризм студио Эвана Дуглиса (Evan Douglass Studio) предоставляет уникальную возможность для синтеза типологий барокко и рококо с современной цифровой практикой проектирования и производства [6]. Использование цифровых методов и современных технологий изготовления в сочетании с традиционными методами массового производства в архитектурном дизайне требует постоянного баланса между авангардным и классическим подходом в формообразовании. Одним из интересных заданий, поставленных перед фирмой Дуглиса, было проектирование магазинов классического французского кофе и кондитерских изделий, а также рынка и бистро. Оно включало разработку интерьера, который раскрыл бы потенциал архитектурных поверхностей с орнаментальным богатством материальной структуры, отвечающей красоте и изысканности продаваемых изделий [7]. Разработанная Дуглисом форма потолка «Moon Jelly», представляет собой репозиционирование классической европейской типологии рельефных потолков. Например, образ непрерывно струящейся ткани, которую можно было бы реализовать на основе сотовых паттернов. Экономичность разработанной программы проектирования зависела от создания одной типовой ячейки. Этот элемент радиально распространяющегося массива, мог бы создать бесконечную плиточную систему, распространяющую эстетический эффект равномерно по всему полю, не акцентируя какой-либо конкретный фокус. Система легко интегрирует несколько функциональных компонентов, включая динамики, освещение и оборудование для пожаротушения в отверстиях потолка [9].

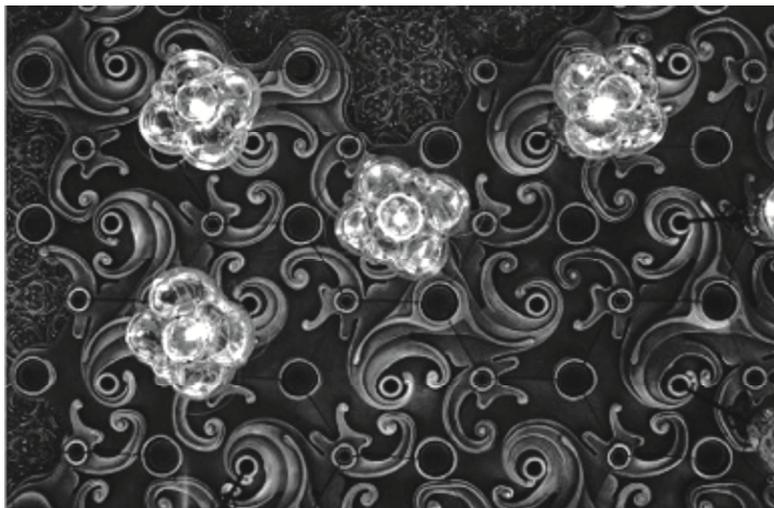


Рис. 4. Декоративная система потолка «Moon Jelly» [9]

Плотная геометрическая структура потолка Moon Jelly состоит из перекрывающихся геометрий разбивочной гексагональной сетки с тремя, наложенными сетками триангулированных фокальных точек, волнистость, задаваемая кривой, устанавливает прямолинейную сетку в ее пределах. На поверхности потолка создается напряжение за счет использования серии нисходящих конусов, которые выражают скрытую энергию, которая возникает в момент появления вторичной системы, в данном случае люстр «Chrysalis». Рассматривая эти конусы как тангенциальные вершины, можно видеть, что эффект чередующихся спиралей поверхности создает гиперактивность поверхности (рис. 4). Система «Moon Jelly» располагается над вторичными филигранными системами, которые начинаются с такой же геометрической структуры, как и главные плитки. Система филигранной работы, работает на основе радиальной симметрии, демонстрируя взаимосвязь между фигурой и полостью в виде динамического партнерства, в качестве рельефа, разбиваемого плиткой до бесконечности. Дутое стекло источника освещения является посредником между растянутой пространственной структурой, разработанной с использованием передовых инженерных методов, и непредсказуемостью поведения жидкого материала, стекла и стеклодува [9].

Несущая структура сама держит свою форму путем растяжения материала, находя баланс, который является тектоничным представлением о взаимосвязи между формой и материальностью. Объем, который этот корсет формирует вокруг, становится точкой инъектирования для стекла, которая раздувает до предела материал и структуру, создавая объемное тело, замороженное во времени на пике стресса.

Источники света представляют собой кульминационный момент в композиции потолка, когда соединение между старым и новым не навязывается, а логически вытекает из свойств самого материала. Дуглис является сторонником предположения, что создание архитектуры является эволюционным процессом на базе эмергенции. Речь идет не о predetermined изображении, иконе или эстетической идеи в дизайне, которая навязывается миру, а скорее о возможности для разработки и экспериментирования с концептуально строгой методической системой, предлагающей широкий спектр адаптаций, в связи с постоянно растущим интересом к параметрическим методам проектирования. Очевидно, что такой подход сопряжен с риском непредсказуемости для тех, кто стремится к мгновенным результатам, но самое главное, это уникальный вклад в проектирование, метод, популярный среди нынешнего поколения архитекторов, подход, который реализует «контролируемую вероятность» как средство для управления сложностью и многовариантностью. Дуглис пытается показать, чем эта стратегия отличается от модернистского подхода к повторению. В данном конкретном случае, правило гласит, что управление топологическими поверхностями может быть, как прямым, так и гибким, для того, чтобы поддерживать постоянно развиваемый архив выражений. Благодаря применению рекурсивной игровой стратегии, подразумевающей появление гетерогенных

эффектов, возникает сопротивление естественной тенденции к однообразию или монотонности, которая зачастую возникает в любом процессе репликации. Дуглис останавливается подробнее на правилах этих процедур и как они влияют на архитектурное проектирование. В своей работе он отмечает парадоксальную зависимость между блоком модулей и соответствующими областями, фокусируя внимание на значительном приоритете, который он отводит управлению сложностью на различных масштабах. Важно правильно оценивать эффективность любой области этих поверхностей в рамках большей эволюционной цепи параметрических построений. В результате таких усилий мы сталкиваемся с более упругой топологической поверхностью, хорошо оснащенной, чтобы отвечать постоянно растущим требованиям современной модульной системы.

Программирование и орнамент. Одним из наиболее поразительных аспектов работы Дуглиса является его утонченный вкус, который он демонстрирует каждый раз при разработке параметрических паттернов ограждающих конструкций. С точки зрения формальной генеалогии, Дуглис, по-видимому, возрождает линию исторической архитектурной мысли, которая была вытравлена модернистами. В XIX веке, архитектор и теоретик Готфрид Земпер утверждал, что орнамент был основным условием для архитектуры, в соответствии с которым несущий остов должен был быть скрыт за украшением. Во времена Луиса Салливана и Джона Рута, орнамент был уже вторичным по отношению к главным элементам – пространственной и структурной организации зданий. Европейские модернисты считали, что они покончили с орнаментом как с явлением в целом. Таким образом параметрические построения Дуглиса и орнаментальные паттерны, которые они производят, вписываются в более широкий контекст культуры. Дуглис объясняет свой интерес к сложным паттернам в контексте эмергентных технологий и современной биологической миметики. Это вопрос разработки обширного архива топологической сложности, что стало возможно благодаря этой новой технологии, применимой для очень специфического набора архитектурных решений. Все проекты, представленные здесь, находятся в рамках топологической избыточности и эстетического изобилия, стилевое направление, имеющее потенциал развития новых видов архитектурных компонентов, которые рассматривают орнамент и структуру как единое целое сложной организационной системы. Это направление нацелено, прежде всего, на производство мембран. Оно переоценивает классическое разделение между этими двумя подходами к проектированию ограждающих конструкций, для того, чтобы получить более умную и реагирующую кожу сооружения, которая отвечала бы структурным, программным и эстетическим требованиям.

Список библиографических ссылок

1. Надыршин Н.М. Параметрические паттерны в архитектурном дизайне // Дизайн ревью, 2012, № 1-2. – С. 6-10.
2. Jesse Reiser, Nanako Umemoto. Atlas of Novel Tectonics. – New York: Princeton Architectural Press, 2006. – 288 p.
3. Farshid Moussavi. The Function of Ornament. Harvard Graduate School of Design. – Barcelona: Actar, 2006. – 192 p.
4. Официальный сайт Эвана Дуглиса. URL: <http://www.evandouglis.com/> (дата обращения: 2.10.2016).
5. Эван Дуглис. Интернет-энциклопедия «Википедия». URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Evan_Douglis (дата обращения: 2.10.2016).
6. Официальный сайт Школы архитектуры в Ренселер. URL: <http://www.arch.rpi.edu/> (дата обращения: 2.10.2016).
7. Досье Эвана Дуглиса // Сайт Школы архитектуры в Ренселер. URL: <http://www.arch.rpi.edu/2011/10/evan-douglis/> (дата обращения: 2.10.2016).
8. Система «Флора флекс». Галерея лучших дизайнеров мира «Behance». URL: <https://www.behance.net/gallery/21286059/Flora-Flex> (дата обращения: 2.10.2016).
9. Eric Goldemberg. Pulsation in Architecture. Florida: J. Ross Publishing, 2011. – 480 p.

Mikhaylova A.S. – candidate of art, associate professor

E-mail: misuoka@gmail.com

Nadyrshin N.M. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: neil.nadyrshine@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Bionic pattern in architecture and design

Resume

Contemporary design and architecture are turning to the topic of spatial patterns on the fundamentally new level. In general, this is a combination and repetition of different visual elements having various uses depending on the discipline or technology. The article is devoted to one of the current trends in the field of design – to parametrisation, namely a bionic pattern in architecture. Parametrisation technique transforms geometric patterns in the new register of tectonic articulation of architectural design. The article briefly examines the main trends of shaping patterns – texture mapping/panelisation, techniques of surface partitioning, the patterns on the basis of flat rectangles, bearing structures, hexagonal grids, patterns based on circles and radial structures. We consider in detail the bio-mimetic or bionic pattern with analysis of methods of its formation with reference to the authors of world renown. Combining elements of botany, morphology, topology, optical effects and emergent growing elements, this system represents a new generation of membranes derived from parametric models using the «complexity» as strategy of modern design to enhance their attractiveness.

Keywords: city design, design of the environment, design of the city, modern design, post-industrial design, parametric design, bionics, biomorphism, pattern, architectural pattern, pattern in design.

Reference list

1. Nadyrshin N.M. Parametrical patterns in architectural design // Design review, 2012, № 1-2. – P. 6-10.
2. Jesse Reiser, Nanako Umemoto. Atlas of Novel Tectonics. – New York: Princeton Architectural Press, 2006. – 288 p.
3. Farshid Moussavi. The Function of Ornament. Harvard Graduate School of Design. – Barcelona: Actar, 2006. – 192 p.
4. Official site of Evan Duglis. URL: <http://www.evandouglis.com/> (reference date: 2.10.2016).
5. Evan Duglis. Internet encyclopedia «Wikipedia». URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Evan_Douglis (reference date: 2.10.2016).
6. The official site of School of architecture in Rensselaer. URL: <http://www.arch.rpi.edu/> (reference date: 2.10.2016).
7. Evan Duglis's file//the Website of School of architecture in Rensselaer. URL: <http://www.arch.rpi.edu/2011/10/evan-douglis/> (reference date: 2.10.2016).
8. Flora Fleks system. Gallery of the best designers of the world «Behance». URL: <https://www.behance.net/gallery/21286059/Flora-Flex> (reference date: 2.10.2016).
9. Eric Goldemberg. Pulsation in Architecture. Florida: J. Ross Publishing, 2011. – 480 p.