

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН: ТЕОРИИ И МОДЕЛИ

PARAMETRIC DESIGN: THEORIES AND MODELS

М. М. КАШИРИПУР

M. M. KASHIRIPOOR

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Belarusian National Technical University

Minsk, Belarus

e-mail: mkashiripour@gmail.com

В связи со значительными недавними технологическими разработками, связанными с дизайном, теории и процессы проектирования претерпевают переформулирование и эпистемологический сдвиг. Инструменты и методы параметрического дизайна начинают влиять на новые формы Параметрического дизайна мышления (ПДМ). Настоящая работа мотивирована необходимостью исследовать и сформулировать совокупность теоретических концепций параметрического дизайна. Он построен на пересечении трех областей знаний: познавательной модели дизайна, цифровой модели дизайна и параметрических инструментах, и сценарии. В работе выявляются: формы познавательных механизмов в параметрическом проектировании; типы логического потока информации, которые могут быть применены в цифровых процессах для проектирования на основе производительности; порождающий дизайн и нахождение форм. Параметрический дизайн исследует влияние параметрических моделей и инструментов на стили дизайна мышления от концепции до производства. Они представлены как совокупность знаний в поиске моделей мышления и процессов ПДМ в дизайне.

Ключевые слова: параметрический дизайн; параметрический дизайн мышления; 3D-моделирование; познавательные модели дизайна; цифровые модели дизайна.

Due to significant recent technological developments related to design, design theories and processes are undergoing a reformulation and epistemological shift. Parametric design tools and techniques are beginning to influence new forms of Parametric Design Thinking (PDM). This work is motivated by the need to explore and formulate a set of theoretical concepts for parametric design. It is built at the intersection of three areas of expertise: cognitive design model, digital design model and parametric tools, and scripting. The work reveals: forms of cognitive mechanisms in parametric design; types of

logical information flow that can be applied in digital processes for performance-based design; generative design and form finding. Parametric Design explores the influence of parametric models and tools on design thinking styles from concept to production. They are presented as a body of knowledge in the search for thinking patterns and PDM processes in design.

Keywords: parametric design; parametric design thinking; 3D modeling; cognitive design models; digital design models.

Системы параметрического проектирования сегодня могут адаптироваться к изменяющемуся контексту под влиянием параметрических языков и методов написания сценариев, а также к различным топологическим отношениям и генеративным процессам проектирования. Среди его форм влияния параметрический дизайн повлиял на топологические и формальные характеристики дизайнов, производимых в различных областях дизайна, таких как архитектура, промышленный дизайн и дизайн одежды. Текущее исследование также показывает, что разработка новых инструментов и сред сценариев также вносит вклад в отличительную методологию проектирования и новые эпистемологические основы знаний в области дизайна, приводящие к новым формам дизайна мышления. Мы называем эти возникающие явления Параметрическим дизайном мышления (ПДМ).

Работа, представленная в этой статье, мотивирована необходимостью исследовать и охарактеризовать современные теории и практики параметрического проектирования и переформулировать основные концепции, лежащие в основе параметрического проектного мышления. Одной из основ для понимания этих явлений является появление совокупности познавательных и вычислительных понятий, которые расширяют роль и общее влияние параметрического дизайна. Этот набор понятий быстро становится связующим звеном теории и производства в параметрическом дизайне. Термины и понятия, такие как параметрическая схема, алгоритмическое мышление и параметрическое мышление, становятся важной частью новых знаний в поисках общей теории ПДМ.

Параметрический дизайн предоставляет все размеры, допуски и подробную информацию о материалах, важную для проекта, в соответствии как с маркетинговой концепцией, так и со спецификацией инженерного проектирования. Таким образом, целью параметрического дизайна является добавление размеров и любой другой конкретной информации, необходимой для функциональности и технологичности.

«Параметрический дизайн, как еще называют, «алгоритмическое проектирование» или «цифровое проектирование»» [1, с. 638], не должно восприниматься как нечто чуждое природе или неблагоприятное для человека. Нисколько не уменьшая цифровизацию, именно благодаря компьютерам стало возможным создавать формы, максимально приближенные к тем, которые мы привыкли наблюдать в природе. Современные компьютеры уже достаточно мощные, чтобы использовать так называемые генетические алгоритмы с миллионами возможных комбинаций параметров. То, что получается на выходе, скорее напоминает чудесные творения природы в сфере архитектуры, в промышленном дизайне, скульптуре, дизайне интерьера и мебели. Главными архитекторами этого направления являются *Заха Хадид, Патрик Шухмакер, Шигеру Бан, Сантьяго Калатрава, Юрген Герман Майер* и другие.

Используя методы параметрического проектирования, можно объявить параметры элементов. Присваивая разные значения параметрам, можно генерировать разные конфигурации. Математические уравнения используются для описания отношений между элементами в параметрической модели. Связывая информацию из локального контекста с элементами модели дизайна, мы можем поместить дизайн в локальный контекст. После определения «параметрическая модель может быть использована для генерации нескольких вариантов конструкции за относительно короткий период времени» [2, с. 156].

Формализация процесса проектирования и использование вычислений открыли бесконечный диапазон порождающей силы алгоритмов. Использование алгоритмов для генерации виртуальных объектов, которые будут развивать его функциональные и формальные свойства в рамках нелинейного процесса адаптации сложной системы, является основой для новой точки зрения в понимании дизайна (дизайн, архитектура и градостроительство). Это позволило современным дизайнерам создавать новые среды с системой кодов, которые согласуются с природой явлений и в то же время проявлять творческий подход (Прил. 3, рис. 1, 2, 3).

Следуя последним исследованиям по методам и инструментам параметрического проектирования в научных кругах и на практике, мы фокусируемся в этом исследовании на теоретических и методологических проблемах, а также на определении концепций при изучении их взаимосвязей с целью расширения современной теории проектирования и знаний. Наше исследование основано на трех областях знаний: познавательные модели дизайна, цифровые модели дизайна и изучение

влияния параметрических инструментов и сценариев. Цель исследования – изучить их взаимоотношения и их взаимное влияние на ПДМ. В следующих разделах представлено множество тем дизайна, которые обсуждаются и представлены с конкретными примерами архитектурно-дизайна.

Особенности параметрических моделей:

- Конструкция – изделие напоминает вывернутый наизнанку каркас лодки или скелет крупного животного. Система опор придает изделию не только необычный вид, но и высокую прочность.
- Индивидуальность – материалы, используемые для производства предметов интерьера, позволяют реализовывать сложные геометрические формы. Наборные системы плавно перетекают друг в друга, создают интересные уникальные 3D-эффекты.
- Обоснованность подхода к созданию моделей – эта особенность связана с местом установки, функциями будущих изделий. В зависимости от этого, дизайнеры подбирают индивидуальную форму мебели.
- Слоистость – этот критерий связан с технологией изготовления моделей. Для создания предметов интерьера используются детали, образующие слоистую структуру, как в наборной ручке ножа.
- Плавность, изогнутость линий.

Основные причины, по которым параметрический дизайн меняет архитектуру:

- параметрический дизайн обеспечивает преимущества эстетики и функциональности;

Эта революция неизбежно повлияет на эстетику зданий из-за свободы формы, которую обеспечивают эти методы производства роботов. Но что более важно, это скажется на качестве и функциональности. Благодаря оптимизации и управлению сложностью и параметрической мультиобъективностью архитектуры использование и контекстуализация здания должны значительно улучшиться.

- параметрический дизайн – это философия и методология, заменяющая классическое архитектурное образование;
- параметрический дизайн не просто стиль – это также инструменты и методы в процессе создания высококачественных и инновационных зданий для современного общества;
- позволяет управлять сложностью дизайна, производства и материаловедения;

- позволяет улучшить качество информационного моделирования здания (BIM);
- искусственный интеллект в процессе дизайна.

ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА

Большая часть программного обеспечения для 3D-моделирования, используемого сегодня архитекторами, – это *Grasshopper*, *Rhinoceros*, *Maya* и *3D Studio Max*. Разработка цифрового дизайна не закончилась простым параметрическим моделированием, он сделал шаг вперед, используя генеративные алгоритмы. Несколько пакетов программ предлагают редакторы графических алгоритмов (например, *Coffee*, *Grasshopper*), которые напрямую связаны с 3D-инструментами моделирования и позволяют интерактивное параметрическое моделирование [3, с. 159]. Эти редакторы не требуют каких-либо предварительных знаний в области программирования или написания сценариев, и все же они позволяют дизайнерам создавать широкий спектр нестандартных конструкций, которые можно изменять в интерактивном режиме. Этот новый параметрический подход в дизайне позволяет дизайнерам искать совершенно новый уровень в процессе создания форм. Это возможно при проектировании нестандартных объектов, которые можно динамически трансформировать для достижения сильного взаимодействия и интеграции процесса проектирования с изготовлением элементов дизайна, с разработкой семантически обогащенных элементов.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

Вудбери утверждает, что в параметрической среде дизайна проектировщикам требуются знания другого рода, которые могут «предсказать постоянные эффекты, чтобы понять разнообразие и структуру математического инструментария, и переключаться между предполагаемым эффектом и математическим изобретением, которое его моделирует» [2, с. 73]. Это означает, что параметрически различающиеся дизайнеры должны знать больше, чем просто базовые архитектурные знания. Однако должен также существовать осознанный баланс между чисто параметрическим манипулированием инструментом и использованием широкого понимания архитектурных знаний в процессе параметрического дизайна. Например, «некоторые дизайнеры, которые принимают то, что называется параметризмом, могут стремиться отказаться от фундаментальных архитектурных принципов и проблем» [3, с. 160], имея тенденцию избегать всестороннего критического суждения и вместо этого стре-

миться к формальной новизне с помощью вычислительной мощности, не обращаясь к другим основам архитектурного дизайна, таким как социальные исторические и экологические проблемы, функциональные и программные требования и психологические потребности пользователя.

Можно выделить три пункта характерных для процесса параметрического дизайна:

I. Дизайнеры разрабатывают правила и определяют их логические отношения при создании моделей трехмерной визуализации.

Различие параметрического дизайна по сравнению с традиционным компьютерным моделированием состоит в том, что наборы правил становятся основными процедурами проектирования при конфигурировании трехмерных моделей параметрического дизайна [4, с. 95]. При построении параметрических моделей разработчики устанавливают переменные и потоки цифровых данных, корректируют значения параметров и соответственно пересматривают правила. В отличие от традиционных способов конфигурации самого объекта, «разработка генеративного набора правил и их логических отношений становится главной целью проектного мышления» [5, с. 243]. Таким образом, «можно найти дополнительные альтернативные решения, изменив параметры логических отношений» [6, с. 318].

Недавнее исследование когнитивного дизайна представляет следующие результаты: «дизайнеры пишут свои правила, ссылаясь в основном на геометрическое моделирование, ориентируясь на геометрические элементы» [4, с. 173]. Это говорит о том, что более широкие и всеобъемлющие аспекты архитектурных знаний, принципов и концепций выходят за рамки этой основной задачи.

II. Дизайнеры могут изменять и модифицировать свой дизайн на любом этапе.

Дизайнеры могут изменять и модифицировать свои собственные представления на основе правил на любой стадии процесса проектирования. В процессах параметрического дизайна система проектирования дифференцируется и коррелирует. «В параметрической модели все процедуры проектирования и действия связаны друг с другом и четко определены» [7, с. 111]. Поэтому дизайнеры могут вернуться на любой стадии и пересмотреть параметры или правила, чтобы изменить свой дизайн или использовать другой. Это позволяет им методологически сохранять процесс проектирования открытым и гибким.

III. Альтернативы дизайна могут разрабатываться параллельно на любом этапе.

Дизайнеры часто рассматривают относительно ограниченное количество альтернативных решений [8, с. 93]. В процессе параметрического проектирования, как только правила будут реализованы, неограниченное количество вариантов проектирования может быть сгенерировано параллельно. «Возможность использовать параллельную генерацию дизайна меняет образ мышления и способствует исследовательским процессам» [9, с. 82].

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН МЫШЛЕНИЯ

Параметрический дизайн мышления можно определить тремя характеристиками: «мышление с абстракцией, мыслить математически и мыслить алгоритмически» [2, с. 129].

- Мышление с абстракцией является основой, как генеративный подход для создания параллельных альтернатив, а также позволяет повторно использовать части параметрической модели.
- Мышление математически относится к теоремам и конструкциям, используемым для определения языка сценариев для представления и генерации проекта.
- Мышление алгоритмически означает, что язык сценариев предоставляет функции, которые могут добавлять, повторять, изменять или удалять детали в параметрическом дизайне.

Помимо какого-либо конкретного формального стиля или инструмента дизайна, параметрический дизайн мышления становится теоретической темой и ключевой моделью цифрового дизайна [10, с. 237]. С появлением новых языков и инструментов и по сравнению с традиционными параметрическими моделями следует сформулировать общую формулировку схемы параметрического дизайна и исследовать ее как всеобъемлющую теоретическую основу для поддержки дизайна.

Карл и Келли, описывают этот процесс как «новый способ связать материальные и нематериальные системы в проектном предложении, удаленный от специфики цифрового инструмента и устанавливающий отношения между свойствами в системе. Он просит архитекторов начинать с проектных параметров, а не с предвзятых или предопределенных дизайнерских решений» [6]. Будучи не просто новой цифровой техникой, параметрический дизайн мышления больше относится к пониманию параметрических структур знаний проектирования, которые могут быть сформулированы и представлены в виде общей параметрической

схемы. «Принятие шаблонов дизайна в определенных областях является феноменом, который наблюдался рядом исследователей как в традиционном архитектурном проектировании» [11, с. 67], так и в параметрическом дизайне. По словам *Бретта Стила*, параметрическое проектное знание – это модель проектного мышления, которая интегрирует топологические шаблоны в рамках общих типологий. Эта когнитивная способность была названа «серийная чувствительность» [12, с. 338].

ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ДИЗАЙНА

«Когнитивная роль и логика общей схемы знаний как основы для понимания процесса адаптации» [13, с. 42] и уточнения схемы путем перепредставления «могут быть продемонстрированы на примерах предыдущих исследований» [14, с. 347]. Появление новой схемы является фундаментальной познавательной способностью творчества человека-дизайнера. В процессе дизайна, проектирования, инжиниринга и строительства схема может быть изменена и адаптирована. Подводя итог, роль параметрической схемы:

- предоставление поискового механизма;
- обеспечение среды для генерации вариаций;
- обеспечение среды для трансформационных процессов.

ВИЗУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ (ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ)

Традиционные представления в дизайне ориентированы на визуальное и геометрическое представление объекта дизайна. Визуальные представления обычно не являются явными в отношении представления структурной логики, лежащей в основе создания форм и развития проектируемого объекта.

В визуальной параметрической схеме конструктор взаимодействует с параметрическим моделированием с использованием символов визуального кода. Образ дизайна генерируется компонентом трехмерного моделирования *Rhino* системы. Параметрические возможности системы *Grasshopper* позволяют создавать и модифицировать дизайн, изменяя параметры, а не переписывая код (или 3D-моделирование *Rhino*). Это представляет типичный процесс визуального обоснования, в котором процесс параметрической модификации сценария поддерживает параметрические отношения, которые были определены и сгенерированы.

ИНСТРУМЕНТЫ, СЦЕНАРИИ И КОДИРОВАНИЕ

Понимание и разработка методов программирования, таких как параметрическое написание сценариев и кодирование для различных про-

цесных моделей цифрового дизайна, обеспечивают основу для характеристики и концептуального определения параметрического проектного мышления.

Чтобы представлять процессы параметрического дизайна, необходимо объяснить поток информации и логику, которая встроена в модели процессов дизайна, сосредоточив внимание на экспликации структур знаний и порядке потока информации; конструктивная логика должна стать явной. В параметрическом моделировании цифровых моделей дизайна (например, Grasshopper) существует два типа визуального отображения. Интерактивное отображение визуального изображения генерируется параллельно с интерактивным программированием с помощью кода визуального написания сценариев. «Параметрические вариации изображения могут обновляться и генерироваться одновременно на визуальном дисплее параллельно модификации кода» [15, с. 389]. На следующем рисунке (Прил. 3, рис. 4, 5, 6) показано связанное двойное предоставление визуального интерфейса для интерактивного ввода кода и результирующее трехмерное графическое представление.

Понимание того, как параметрическая схема поддерживает логику цифровой модели процесса в проектировании, требует навыков и знаний, которые включают параметрический дизайн, теории топологических структур и их отношений, математику и ассоциативную геометрию.

Мы ввели и изучили ряд вопросов исследования в области определения характеристик и определения ПДМ. Некоторые основные термины и концепции были обсуждены, чтобы обеспечить теоретическую основу для определения ПДМ. Было дано разъяснение таксономических, эпистемологических и теоретических вопросов в ПДМ. Дальнейшее развитие всеобъемлющей теории ПДМ в параметрическом дизайне в архитектуре является всеобъемлющим и важным делом. Такая всеобъемлющая теория будет основана на отличительных концепциях и моделях параметрического дизайн-мышления и их влиянии на формализацию отличительных форм информационного потока в параметрических моделях дизайна. Это будет включать в себя комплексную формулировку общих моделей когнитивного и вычислительного мышления, которые применяются в процессах параметрического дизайна.

Похоже, теперь стало важно понять роль параметрических инструментов в дизайнном мышлении. Здесь мы предприняли первую попытку внести вклад в определение ПДМ, его доминирующих концепций, теорий, моделей и его новой исследовательской программы. Учитывая

быстрое развитие и широкое признание инструментов параметрического проектирования, дальнейшее расширение этой исследовательской программы, а также определение ее интеллектуальных ресурсов, как представляется, является приоритетной задачей для исследований в области дизайна и сообщества цифрового дизайна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Holzer D.* Parametric Design and Structural Optimisation for Early Design Exploration. // *Int. J. Archit. Comput.* 2007. Vol. 5. P. 625–643.
2. *Woodbury R.* Elements of Parametric Design. New York : Routledge, 2010.
3. *Hanna S.* Teaching Parametric Design in Code and Construction. In Proceedings of the SiGraDi2006. // *Educacion y Desarrollo Academico*, Santiago, Chile. 2006. 23 Nov. P. 158–161.
4. *Cardenas C. A.* Modeling Strategies: Parametric Design for Fabrication in Architectural Practice. Harvard University; Cambridge, 2008.
5. *Oxman, R.* Theory and Design in the First Digital Age, *Design Studies* // Special issue on Digital Design. – 2006. – Vol. 27 – P. 229–265.
6. *Hernandez C. R. B.* Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi, *Design Studies* // Special issue on Digital Design. 2006. Vol. 27 – P. 309–324.
7. *Karle D.* Parametric thinking. // *ACADIA Regional*. 2011. P. 109–113.
8. Yu R. Architects' cognitive behavior in parametric design. // *International Journal of Architectural Computing*. 2014. Vol. 13. P. 83–101.
9. *Lee J. H.* Creativity and parametric design? Comparing designer's cognitive approaches with assessed levels of creativity. // *Int. J. Des. Creat. Innov.* 2015. Vol. 3. P. 78–94.
10. *Kolarevic B.* Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing. New York : Spon Press-Taylor & Francis Group. 2003.
11. *Jacoby L.* Typological Formations: Renewable Building Types and the City, in Steele. *Serial Sensibilities*, AA publications, 2007.
12. *Oxman R.* Design by Re-Representation – A Model of Visual Reasoning in Design. // *Design Studies*. 1997. Vol. 18. P. 329–347.
13. *Lee J. H.* Understanding Cognitive Activities in Parametric Design. In *Global Design and Local Materialization*. // Springer : Berlin/Heidelberg, Germany. 2013. P. 38–49.
14. *Oxman R.* Theories of the Digital in Architecture. U.K.; Routledge, 2014.
15. *Salim F.* Software Openness: Evaluating Parameters of Parametric Modeling Tools to Support Creativity and Multidisciplinary Design Integration // In *Computational Science and Its Applications–ICCSA 2010*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2010. P. 483–497.