

**ПАРАМЕТРИЗМ В ДИЗАЙНЕ.  
СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

Вергунова Наталья Сергеевна

*Кандидат искусствоведения, доцент,**ORCID: 0000-0002-8470-7956,**e-mail: n.vergunova@gmail.com,**Харьковский национальный университет**городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,**ул. Маршала Бажанова 17, Харьков, Украина, 61002*

Цель исследования состоит в рассмотрении понятия «параметризм» в дизайне, выявлении его способов моделирования и возможных направлений развития. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения теоретической базы параметрического проектирования и совершенствования соответствующих алгоритмов проектного процесса. Методы исследования заключаются в применении историко-сравнительного и хронологического методов, а также метода терминологического анализа, что способствовало выявлению терминологических трактовок относительно параметрического конструирования, ассоциативной геометрии и объектно-ориентированного моделирования как способов создания параметризованной геометрической модели, а также рассмотрению других смежных понятий в контексте параметрического проектирования. Научная новизна работы заключается в комплексном исследовании цифровых преобразований дизайна на современном этапе в контексте теоретико-методологических концепций, в частности относительно параметрического проектирования. Выводы. Рассмотренный в статье термин «параметризм» имеет достаточную теоретическую проработку. Его практическое воплощение посредством параметрического моделирования основывается на трех основных способах создания геометрической модели: параметрическом конструировании (Parametric design), предполагающем использование различных видов взаимосвязей между элементами модели; ассоциативной геометрии (Associative geometry), направленной на обеспечение единой информационной взаимосвязи между геометрической моделью и другими компонентами базы данных проекта и объектно-ориентированного моделирования (Feature-based modeling), с помощью которого определяется поведение геометрической формы при дальнейших изменениях. Возможные направления развития параметризма охватывают ежегодные международные выставки и конкурсы, где демонстрируются объекты дизайна, выполненные посредством параметрического моделирования. Все чаще появляются образовательные программы, ориентированные на параметрическое проектирование, но наиболее актуальным представляется усовершенствование специализированного программного обеспечения.

*Ключевые слова:* параметризм; дизайн; формообразование; параметрическое конструирование; ассоциативная геометрия; объектно-ориентированное моделирование

**Введение**

В конце прошлого века были сформированы новые принципы практической деятельности дизайнера. Они базируются на использовании компьютерных технологий и западными исследователями определяются как компьютерные инструменты промышленного дизайна (CAID).

Использование этих инструментов привнесло в дизайнерскую деятельность несомненные преимущества и оказало значительное влияние на самих дизайнеров. С помощью этих инструментов сегодняшний дизайнер может проходить все этапы проектирования более эффективно, а параметрическое моделирование, лежащее в основе этого инструментария, является удобным и интуитивным методом создания концептуальной модели изделия и позволяет избавиться от необходимости рутинного создания различных видов изделия посредством 2D-элементов – эскизов и чертежей в традиционном понимании. Выбирая нужные виды и применяя разрезы и сечения, линии чертежей будут созданы автоматически точно, независимо от сложности геометрии, можно постоянно сверяться с внутренней схемой объекта, проверяя себя в процессе работы.

Безусловно, трехмерная модель является гораздо более наглядным представлением изделия, нежели двухмерные эскизы и чертежи. Для САД-систем не представляет никакой проблемы получение

изометрических видов разного характера, в том числе и для сборок. И дизайнеры, и заказчики могут по трехмерной модели точно оценить изделие, проверить расположение деталей в сборочной конструкции.

Вместе с тем понятие «параметризм» в последнее время ассоциируется не только с процессом моделирования как таковым, но и приобретает все более широкое значение в качестве полноценной дизайнерской и архитектурной деятельности. В общетеоретическом осмыслении выбранной тематики использованы работы таких исследователей: С. А. Борисова, В. В. Смолянинова и М. Н. Терентьева (1998), П. Шумахера (Schumacher, 2016), М. Бьюри (Burry, 1999), Б. Колаверица (Kolarevic, 2013). В большинстве информационных источников рассмотрены отдельные аспекты параметрического проектирования, при этом его комплексное рассмотрение и возможные направления развития все еще недостаточно представлены.

Научная новизна работы заключается в комплексном исследовании цифровых преобразований дизайна на современном этапе в контексте теоретико-методологических концепций, в частности относительно параметрического проектирования.

### Цель исследования

Цель исследования состоит в рассмотрении понятия «параметризм» в дизайне, выявлении его способов моделирования и возможных направлений развития. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения теоретической базы параметрического проектирования и совершенствования соответствующих алгоритмов проектного процесса.

В процессе исследования был применен комплекс общенаучных методов (историко-сопоставительный, хронологический, метод терминологического анализа), который способствовал выявлению терминологических трактовок относительно параметрического конструирования, ассоциативной геометрии и объектно-ориентированного моделирования, как способов моделирования, а также рассмотрению других смежных понятий в контексте параметрического проектирования.

### Изложение основного материала

Алгоритм трехмерных построений в параметрическом моделировании (Parametric modeling) основан на применении параметров модели и их соотношений. При этом любое изменение параметров подобной математической модели влечет за собой изменение конфигурации ее деталей, их взаимных перемещений в сборке и, как следствие, видоизменение всей модели в целом. Параметрическое моделирование позволяет быстро вносить те или иные изменения в модель, демонстрируя различные конструктивные схемы, вместе с распознаванием и предотвращением возможных ошибок, возникающих в процессе этих изменений. В данном случае можно рассуждать об определенных «сценариях» развития модели, а также проигрывании этих сценариев с помощью алгоритмов параметрического моделирования с целью выбора наиболее целесообразного из них.

Параметрическое моделирование легло в основу развития CAD/CAM/CAE-систем еще на ранних этапах, но первое время не могло быть осуществлено по причине недостаточной компьютерной производительности. В обиходе стран СНГ эти системы имеют аббревиатуру САПР – системы автоматизированного проектирования и АСУП – автоматизированные системы управления (Будя и др., 1988, с. 10). Появление первых САПР с возможностью параметризации датируется 1989 годом, среди них Pro/Engineer от международной компании «Parametric Technology Corporation» и T-FLEX CAD российского разработчика «Топ Системы».

Несмотря на то, что параметризм, как алгоритм трехмерного моделирования, был известен еще в начале 1990-х годов и впоследствии применялся в дизайнерской деятельности, в первую очередь, в промышленном дизайне, в виде CAD разных классов, его нарицательная трактовка и последующее выделение как самостоятельного стиля в дизайне и архитектуре произошло спустя два десятилетия.

Основоположником этих событий является немецкий архитектор Патрик Шумахер (Patrik Schumacher), который выступил с докладом на 11-м архитектурном биеннале в Венеции в 2008 г. П. Шумахер предложил считать периоды деконструктивизма и постмодернизма переходными, а параметризм трактовать как волну систематических инноваций в архитектуре и дизайне. Опубликованная в этом же году статья «Parametricism – A New Global Style for Architecture and Urban Design» до сих пор считается манифестом параметризма.

Согласно этому манифесту «...параметризм подразумевает, что все архитектурные элементы должны быть параметрически связаны, обеспечивая тем самым гибкость всей системы. Параметры, в совокупности с алгоритмическими методами формообразования, предопределяют фундаментальное онтологическое изменение внутри основных, ключевых элементов, определяющих архитектурный стиль» (Schumacher, 2009, p. 15).

В дополнение к этому утверждению П. Шумахер делает акцент на применении сложноорганизованных геометрических объектов в качестве формообразующих элементов архитектурного сооружения и их построению посредством параметрического моделирования. Концептуальное определение П. Шумахера охватывает, в первую очередь, архитектурную деятельность, но, в сущности, сводится и к принципу построения на основе параметров, заложенному еще несколько десятилетий назад и использовавшегося все эти годы как в инженерно-конструкторских разработках, так и в проектной деятельности промышленных дизайнеров.

Одним из способов создания параметризованной геометрической модели является параметрическое конструирование (Parametric Design), ориентированное на определение параметров объектов, а не их формы как таковой, а, соответственно, и использование различных видов взаимосвязей между элементами модели объекта. Эти взаимосвязи служат основой «...для параллельного ведения проектно-конструкторских работ и позволяют уточнить конечную цель конструирования уже на ранних стадиях реализации проекта» (Борисов и др., 1998).

Присвоение разных значений тем или иным параметрам способствует созданию объектов и их пространственных конфигураций. Как отмечает Марк Бьюри (Mark Burry) в работе «Paramorph: Anti-accident methodologies», «возможность определять, устанавливать и реконфигурировать взаимосвязи является ключевой» (Burry, 1999, p. 80), при этом для описания взаимоотношений между объектами используются математические уравнения, определяющие ассоциативную геометрию (Associative geometry) – еще один способ создания параметризованной геометрической модели изделия, который относится к ассоциативному конструированию (Associative Design). Подобная обобщающая технология параметрического конструирования обеспечивает единую, в том числе и двустороннюю, информационную взаимосвязь на всех этапах создания и реализации объекта. Имеется в виду эскизирование; построение геометрической модели; выполнение расчетных моделей; написание программ для изготовления изделия на станках с ЧПУ (числовым программным управлением); разработка конструкторской документацией и получение доступа к базе данных проекта.

С. Борисов, В. Смолянинов и М. Терентьев в публикации «Способы создания параметризованной геометрической модели» (1998) наряду с параметрическим конструированием и ассоциативной геометрией выделяют объектно-ориентированное моделирование (Feature-based modeling), с помощью которого определяется поведение геометрической формы при дальнейших изменениях. Объектно-ориентированное моделирование реализовано на основе определенного набора правил, задаваемых при выполнении базовых операций, в дополнение к уже заданным связям в ассоциативной геометрии (Борисов и др., 1998). Приведенные выше способы ассоциативной геометрии и объектно-ориентированного моделирования, основой которых является ассоциативное конструирование, направлены на обеспечение автоматизированной разработки с параллельным ведением проектно-конструкторских работ в параметрическом проектировании.

Одним из немаловажных аспектов параметризации является возможность создания геометрической модели с использованием связей и правил, которые могут переопределяться и дополняться на любом этапе ее создания (Kolarevic, 2013, pp. 50–59). Связи представляются в виде размерных, геометрических и алгебраических соотношений. Правила же определяются как условия выполнения той или иной базовой операции – высокоэффективного инструмента для создания геометрической модели. Так одним из первых Маркос Новак (Marcos Novak), американский дизайнер венесуэльского происхождения, в проекте «Algorithmic spectaculars» создал математическую, абстрактную модель (Рис. 1), генерирующие процедуры которой ограничены многочисленными переменными. Каждая переменная или процесс является определенной ячейкой, в которую можно поместить внешнее воздействие – статичное или динамичное. Эти и другие процессы определяют в итоге криволинейность этой концептуальной модели.

Среди наиболее ранних и реализованных объектов, спроектированных посредством параметрического конструирования, следует отметить международный терминал Ватерлоо в Лондоне (Waterloo International Terminal, London) (Рис. 2) британского архитектора Николаса Гримшоу (Nicholas Grimshaw).



**Рисунок 1.** Новак М. Проект «Algorithmic spectaculars». 1990-е

**Figure 1.** M. Novak “Algorithmic spectaculars”. 1990s



**Рисунок 2.** Гримшоу Н. Международный терминал Ватерлоо. Лондон. 1991–1993

**Figure 2.** N.Grimshaw. Waterloo International Terminal. London. 1991–1993

Навес терминала скоростных поездов выполнен из различных по форме и размеру конструктивных элементов, что стало возможным благодаря применению САD-систем. Конструктивное решение навеса разработано по образу и подобию гибкой структуры панголионов – ящеров отряда плацентарных млекопитающих, обладающих способностью сворачиваться в клубок в случае опасности. Подобное проектное решение позволяет минимизировать нагрузки на конструкцию терминала, вызванные давлением воздуха постоянно прибывающих и отправляющихся скоростных поездов.

С учетом потребностей современного общества, отражаемых в представлениях о назначении параметризма, можно выделить несколько направлений его развития:

– в профессиональных кругах дизайнеров в рамках ежегодных международных выставок и конкурсов демонстрируются объекты дизайна, выполненные посредством параметрического моделирования. В частности, одна из ведущих в мире ежегодных премий в области дизайна «A' Design Award & Competition» выделила специальную секцию «Generative, algorithmic and parametric design», где в 2017 г. были представлены ювелирные украшения (браслет «Phenotype», Рис. 3), промышленная скульптура «Photoptosis» (Рис. 4) и другие объекты;



**Рисунок 3.** Ништук М. Браслет «Phenotype». 2017

**Figure 3.** M. Nisztuk. *Phenotype* Bracelet. 2017

– в совершенствовании специализированного программного обеспечения, в частности путем внедрения технологии «Параметрическое моделирование 2.0» (Schumacher, 2016, р. 8). Наглядной демонстрацией этой технологии является первая облачная полнофункциональная

CAD-система «Onshape», розроблена Джоном Хирштиком (Jon Hirschtick), бывшим основателем SolidWorks Corporation, выпускающей и по сегодняшний день CAD-систему SolidWorks. Первая презентация этой системы состоялась в 2015 г., а полноценный запуск был осуществлен в 2018 г.



Рисунок 4. Клемент К., Содхи Р. Промышленная скульптура «Photoptosis». 2017

Figure 4. Ch.Klemmt, R.Sodhi. Photoptosis Industrial Sculpture. 2017

Радикальное отличие архитектуры системы «Onshape» от других CAD обусловлено распространенной проблемой слаженного управления многочисленными CAD-файлами, с разными версиями и разными изменениями, с необходимостью доступа другим специалистам (конструкторам, технологам и т.д.). Для совместной и эффективной работы над тем или иным проектом разработчики «Onshape» отошли от создания файлов как таковых, они представлены в виде составных документов, которые хранятся в облаке в качестве сущностей в базе данных (Хирштик, 2018). Работа в «Onshape» начинается после регистрации стандартного аккаунта с указанием почты и пароля. В дальнейшем пользователь получает доступ к полнофункциональной CAD-системе с усовершенствованными возможностями редактирования трехмерной модели. В случае работы над проектом нескольких пользователей каждый из них получает актуальную информацию о вносимых изменениях в тот или иной компонент проекта;

– в сфере подготовки квалифицированных кадров все чаще появляются специализированные образовательные программы, ориентированные на параметрическое проектирование, например, в странах Европы, США, Азии. Более того, в некоторых университетах функционируют научно-исследовательские лаборатории, ориентированные на поиск проектных и технологических решений с применением соответствующих математических алгоритмов, в том числе MIT Media Lab при Массачусетском технологическом институте (Massachusetts Institute of Technology/MIT). В ведении этой лаборатории проекты по таким дисциплинам, как социальная робототехника, физическое и когнитивное протезирование, новые модели и инструменты для обучения, а также биоинженерия;

– в специализированных объединениях разных организаций, так Международный форум «Parametric design + generative architecture», в работе которого участвуют представители разных творческих профессий, осуществляет просветительскую деятельность в контексте параметрического проектирования, размещая теоретические материалы и полезные ресурсы для работы как начинающих, так и практикующих дизайнеров и архитекторов.

Наиболее актуальным среди перечисленных направлений развития параметризма в области дизайна представляется усовершенствование специализированного программного обеспечения. В частности, CAD-системы с технологией параметрического моделирования 2.0, наподобие «Onshape», позволяют не только оптимизировать проектный процесс для профильных специалистов посредством одновременного моделирования нескольких деталей, их усовершенствованным управлением внутри сборки и другими инструментами параметрического моделирования, но и открывают возможности апробации для любого пользователя. Так, уже в средней школе в рамках соответствующих дисциплин может быть задействовано применение этого ПО с выполнением простейших трехмерных построений, не говоря о высшей школе и подготовке профильных кадров в дизайне и архитектуре. Таким образом, молодые специалисты будут не только ознакомлены с особенностями проектного процесса в части разработки

изделий посредством параметрического моделирования, но и смогут усовершенствовать существующие подходы, выявить наиболее целесообразные решения с последующим применением полученных результатов в проектной деятельности.

### Выводы

В статье рассмотрен термин «параметризм». Выявлено, что этот термин имеет достаточное теоретическое обоснование и в последнее время все больше воспринимается как самостоятельное направление в дизайне и архитектуре. Параметрическое моделирование объектов осуществляется тремя основными способами, а именно: параметрическим конструированием, направленным на определение параметров объектов, а не их формы как таковой; ассоциативной геометрией, которая сфокусирована на обеспечении единой, информационной взаимосвязи на всех этапах создания и реализации объекта; объектно-ориентированным моделированием, с помощью которого определяется поведение геометрической формы при дальнейших изменениях.

Среди приведенных направлений развития параметризма в дизайне наиболее актуальным видится усовершенствование специализированного программного обеспечения и сравнительно недавно внедрение технологии параметрического моделирования 2.0. САД-системы, выполненные на основе этой технологии, предоставляют модифицированные алгоритмы разработки объектов в дизайне, оптимизируя проектный процесс на всех стадиях разработки.

Дальнейшее исследование может быть направлено на более детальное рассмотрение функциональных возможностей усовершенствованных САД-систем, которые представляют определенный интерес в контексте параметрического проектирования.

### Список использованных источников

- Борисов, С. А., Смолянинов, В. В., & Терентьев, М. Н. (1998). Способы создания параметризованной геометрической модели. <http://www.cosmos-plm.nichost.ru/articles/param.html>.
- Будя, А. П., Кононюк, А. Е., Куценко, Г. П., Лященко, А. А., Маньковский, В. И., & Печурин, Н. К. (1988). *Справочник по САПР*. Техника.
- Хирштик, Д. (2018, 19 января). Представляем параметрическое моделирование 2.0. (С. Козлов, пер.). Isicad. Ваше окно в мир САПР. [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=19650](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19650).
- Burry, M. (1999). Paramorph: Anti-accident methodologies. *Architectural Design*, 69(9), 78-83.
- Kolarevic, B. (2013). Parametric Evolution. In B. Peters & T. Peters (Eds.), *Inside Smartgeometry: Expanding the Architectural Possibilities of Computational Design* (pp. 50-59). Wiley.
- Schumacher, P. (2009). Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design. *Architectural Design*, 79(4), 14-23.
- Schumacher, P. (2016). Parametricism 2.0: Gearing Up to Impact the Global Built Environment. *Architectural Design*, 86(2), 8-17. <https://doi.org/10.1002/ad.2018>.

### References

- Borisov, S. A., Smolianinov, V. V., & Terentev, M. N. (1998). Sposoby sozdaniia parametrizovannoi geometricheskoi modeli [Ways to create a parameterized geometric model]. <http://www.cosmos-plm.nichost.ru/articles/param.html> [in Russian].
- Budia, A. P., Kononiuk, A. E., Kutcenko, G. P., Liashchenko, A. A., Mankovskii, V. I., & Pechurin, N. K. (1988). *Spravochnik po SAPR [Guide to CAD]*. Tekhnika [in Russian].
- Burry, M. (1999). Paramorph: Anti-accident methodologies. *Architectural Design*, 69(9), 78-83 [in English].
- Hirschtick, J. (2018, January 19). *Predstavliaem parametriceskoe modelirovanie 2.0 [Introducing parametric modelling 2.0]*. (S. Kozlov, Trans.). Isicad. [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=19650](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19650) [in Russian].
- Kolarevic, B. (2013). Parametric Evolution. In B. Peters & T. Peters (Eds.), *Inside Smartgeometry: Expanding the Architectural Possibilities of Computational Design* (pp. 50-59). Wiley [in English].
- Schumacher, P. (2009). Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design. *Architectural Design*, 79(4), 14-23 [in English].

Schumacher, P. (2016). Parametricism 2.0: Gearing Up to Impact the Global Built Environment. *Architectural Design*, 86(2), 8-17. <https://doi.org/10.1002/ad.2018> [in English].

Стаття надійшла до редакції: 13.03.2020

## ПАРАМЕТРИЗМ В ДИЗАЙНІ. СПОСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

Вергунова Наталія Сергіївна  
Кандидат мистецтвознавства, доцент,  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О. М. Бекетова,  
Харків, Україна

Мета дослідження полягає у розгляді поняття «параметризм» в дизайні, виявленні його способів моделювання та можливих напрямків розвитку. Отримані результати можуть бути використані для уточнення теоретичної бази параметричного проектування і вдосконалення відповідних алгоритмів проектного процесу. Методи дослідження. В процесі дослідження були застосовані історико-порівняльний та хронологічний методи, а також метод термінологічного аналізу, що сприяло виявленню термінологічних трактувань щодо параметричного конструювання, асоціативної геометрії і об'єктно-орієнтованого моделювання, як способів створення параметризованої геометричної моделі, а також розгляду інших суміжних понять в контексті параметричного проектування. Наукова новизна роботи полягає в комплексному дослідженні цифрових перетворень дизайну на сучасному етапі в контексті теоретико-методологічних концепцій, зокрема щодо параметричного проектування. Висновки. Розглянутий у статті термін «параметризм» має достатнє теоретичне опрацювання. Його практичне втілення за допомогою параметричного моделювання ґрунтується на трьох основних способах створення геометричної моделі: параметричному конструюванні (Parametric design), що передбачає використання різних видів взаємозв'язків між елементами моделі; асоціативної геометрії (Associative geometry), спрямованої на забезпечення єдиного інформаційного взаємозв'язку між геометричною моделлю та іншими компонентами бази даних проекту і об'єктно-орієнтованого моделювання (Feature-based modeling), за допомогою якого визначається поведінка геометричної форми при подальших змінах. Можливі напрямки розвитку параметризму охоплюють щорічні міжнародні виставки і конкурси, де демонструються об'єкти дизайну, виконані за допомогою параметричного моделювання. Все частіше з'являються освітні програми, орієнтовані на параметричне проектування, але найбільш актуальним є удосконалення спеціалізованого програмного забезпечення.

*Ключові слова:* параметризм; дизайн; формоутворення; параметричне конструювання; асоціативна геометрія; об'єктно-орієнтоване моделювання

## PARAMETRICISM IN DESIGN. MODELLING PRACTICES AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

Natalia Vergunova  
PhD in Art Studies, Associate Professor,  
O. M. Beketov National University  
of Urban Economy in Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine

The purpose of the research is to study a concept of “parametricism”, its modelling practices and possible directions of development. The findings can be used to update the theoretical foundations for parametric design and the corresponding patterns in the design process. The research methodology is to apply the historical-comparative and chronological methods, as well as the method of terminological analysis, which has helped to identify and consider terminological interpretations of parametric design, associative geometry and object-oriented modelling, as ways to create a parametric, geometric model, and other terms related to the concept of parametric design. The scientific novelty of the article involves multi-method research of digital design transformations at the present stage in the context of theoretical and methodological concepts, in particular of parametric design. Conclusions. The concept of “parametricism”, covered in this article has a sufficient theoretical elaboration. Its practical implementation through the parametric modelling is built on three main ways of geometric model construction: parametric design, which involves the use of various types of cross-link between model elements; associative geometry, aimed at ensuring a unified informational link between the geometric model and other database components of the design and feature-based modelling, which determines the behaviour of the

geometric shape within further changes. Growth options of parametricism cover annual international exhibitions and competitions, which demonstrate design objects made by parametric modelling. Curricula focused on parametric design are increasingly appearing, but the most relevant is aimed at dedicated software updating.

*Keywords:* parametricism; design; shaping; parametric design; associative geometry; object-oriented modelling