

## УДК 72.03

### **Хван Елена Николаевна**

кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура» Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан

e-mail. khvan-72@mail.ru

### **Иманғали Лунара Нұрқатқызы**

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан

e-mail. luna\_iman@mail.ru

### **Тойшиева Алмагул Алмаганбетова**

старший преподаватель, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан

e-mail. almagul7@inbox.ru

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Мақалада сызықты емес сәулетінің қалыптасу қағидаларын зерттеу негізінде оның тәсілдері мен сипатты ерекшеліктері анықталды. Геометриялық және параметрикалық тәсілдерге талдау жасалды. Сонымен, айтылған тәсілдерге тәжірибелік мысқалдар келтірілді.*

***Түйін сөздер:** геометриялық тәсіл, параметриялық тәсіл, компьютерлік модельдеу, геометриялық пішін, паттерн, эллипсоид, катеноид.*

*В статье на основе исследования принципов формообразования нелинейной архитектуры выявлены методы и их характерные особенности. Проанализированы геометрический и параметрический методы. Также, приведены практические примеры к перечисленным методам формообразования нелинейной архитектуры.*

***Ключевые слова:** геометрический метод, параметрический метод, компьютерное моделирование, геометрические формы, паттерн, эллипсоид, катеноид.*

*In the article the methods and their characteristic features were identified on the base of the principles of shaping a non-linear architecture. There are developed geometric and parametric methods. Also practical cases were given to the methods which are described above.*

***Keywords:** geometric method, parametric method, computer modeling, geometric shapes, pattern, ellipsoid, catenoid.*

Формообразование нелинейной архитектуры основывается на использовании нового инструмента формотворчества - компьютерного моделирования. Прослеживаются такие методические подходы в проектировании на основе использования компьютерного моделирования, как: геометрический, параметрический, топоаналитический, алгоритмический и метод морфинга.

Геометрический метод компьютерного моделирования заключается в манипуляции простыми геометрическими формами, то есть геометрический язык испытывает трансформацию с помощью компьютерных программ семейства САД. Приемами такого метода формообразования являются инструменты компьютерных программ проектирования и генерация геометрической формы посредством их манипулирования. В самых первых версиях этих программ инструментами были простые геометрические формы (отрезок, прямая, полилиния, прямоугольник, круг и т.д.) и операции

редактирования (перемещение, копирование, поворот и т.д.). И поэтому не смотря на более усовершенствованные программы, на сегодняшний день, со сложными операциями моделирования формы, эти примитивные инструменты остаются базовыми.

Геометрический метод был использован в проектировании здания «Центральной библиотеки Сизтла» по проекту архитектора Рэма Колхаса (г. Сизтл, 2004 г.). «Центральная библиотека Сизтла» – эта пятиэтажная постройка, в котором каждый этаж несет определенную функцию библиотеки. Особенность данного метода проявилась в формировании пространства, в котором примитивная геометрическая форма является индивидуальной для каждого этажа согласно функциональному назначению. В объемно-композиционном решении библиотеки заложены геометрические формы прямоугольников и треугольников. Эти примитивы вступают в манипуляцию посредством операций компьютерной программы (поворот,

масштабирование и т.д). В результате прослеживается большой набор геометрических форм, которые придали объему здания динамики. Сформировавшиеся плоскости по фасаду решены не в контексте с декартовой системой. Уникальность данного объекта заключается в его форме, которая имеет разные криволинейные поверхности в решении фасадов, и в целом состоит из сочетания этих поверхностей размещенных по отношению друг-другу под разными углами, подчеркивая смещения ярусов. Геометрический метод также отразился в конструктивном решении, в котором несущие опоры совместились со смещенными ярусами, работающими по принципу

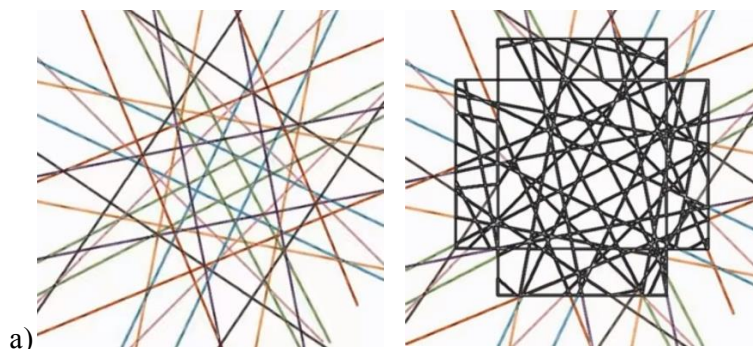
форм, которые придали объему здания динамики. Сформировавшиеся плоскости по фасаду решены не в контексте с декартовой системой. Уникальность данного объекта заключается в его форме, которая имеет разные криволинейные поверхности в решении фасадов, и в целом состоит из сочетания этих поверхностей размещенных по отношению друг-другу под разными углами, подчеркивая смещения ярусов. Геометрический метод также отразился в конструктивном решении, в котором несущие опоры совместились со смещенными ярусами, работающими по принципу



Рисунок 1. «Центральной библиотеки Сиэтла», г. Сиэтл, 2004 г. Арх. Рэм Колхас  
Общий вид [5]

Японский архитектор Тойо Ито в своих работах при проектировании активно использует технические возможности компьютера. Одним из таких построек является летний павильон для Галереи Серпентайн в Лондоне, спроектированный 2002 году. Архитектор для создания данного павильона воспользовался геометрическим методом компьютерного моделирования. В котором формообразование павильона началось с простейшего параллелепипеда, форма которого усложнялась путем операции редактирования – наложении.

То есть, на первичную форму параллелепипеда наложили сетки из квадратов под разными углами. В результате сформировался паттерн в плане, деление которого отразилось на всей поверхности павильона. Полученные треугольные и трапециевидные формы чередуются открытыми и глухими поверхностями, придающие фасаду оригинальный вид. Такие прорезы в стене и крыше задают объекту ощущение оптической иллюзии в духе оп-арта [6] [7].



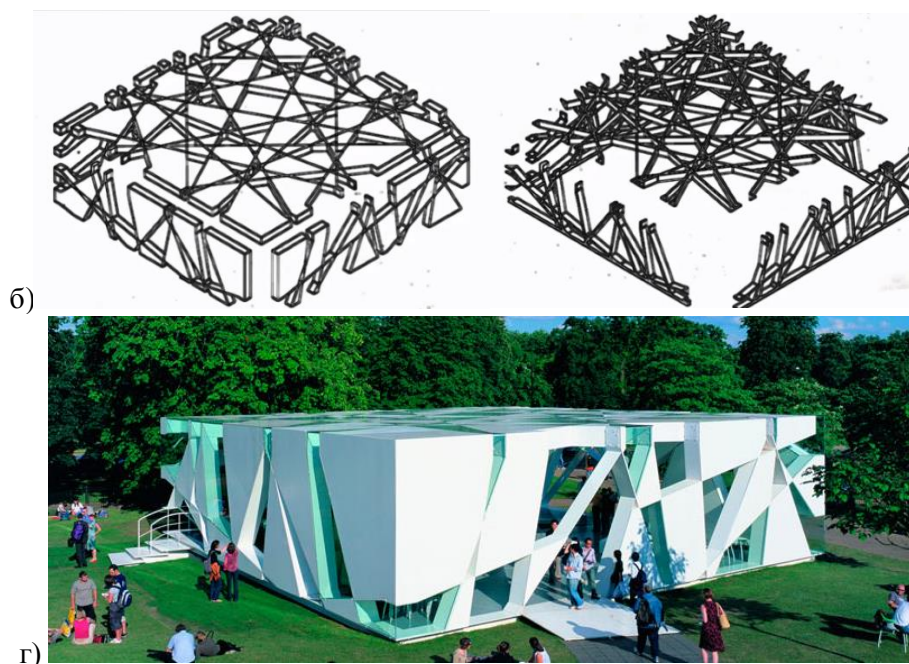


Рисунок 2. Летний павильон для Галереи Серпентайн,  
г. Лондон, 2002 г. Арх. Тойо Ито

а) геометрический метод компьютерного моделирования, путем операции редактирования – наложение [8] б) интерьер [8] г) общий вид [9]

Следующий метод формообразования нелинейной архитектуры, набирающий актуальность в создании сложных поверхностей, является параметрический. Параметрический метод – это компьютерное моделирование архитектурной формы, состоящей из совокупностей точек с параметрами её трансформации. То есть, основным предметом метода является сетка из точек, а инструмент трансформации – это заданные параметров точек.

Интересным примером параметрического метода является мультимедийный павильон ARC, спроектированный архитектурным бюро

Asymptote (Южная Корея, 2012 г.). Павильон представляет собой эллипсоидную форму, которая была параметризирована компьютерной программой. Сооружение имеет перекрестно-стержневую конструкцию, а фасады выполнены из подушек ETFE. Таким образом, по форме и конструкции объекта явно прослеживается параметризованная сетка. Каждой точке заданы соответствующие параметры, чтобы получить вытянутую, несимметричную эллипсоидную оболочку с отсеченной верхней частью.



а)

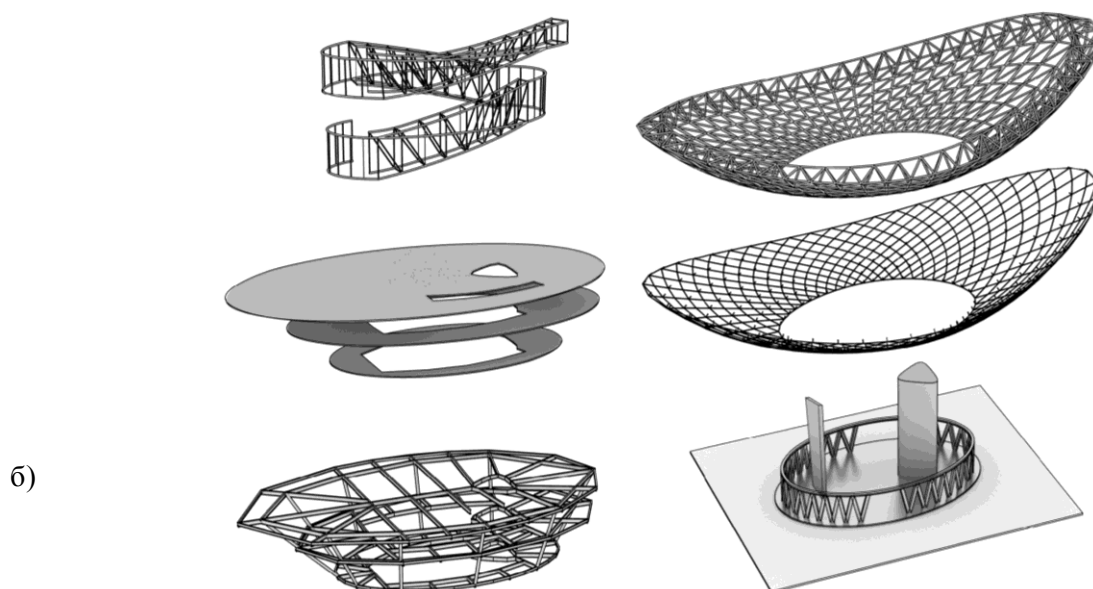


Рисунок 3. Мультимедийный павильон ARC, Южная Корея, 2012 г. Архитектурное бюро Asymptote  
 а) общий вид [10]  
 б) параметрический метод компьютерного моделирования [10]

В проекте «Метрополитен-опера» построенном в 2016 году в городе Тайчжуне, автором Тойо Ито был использован параметрический метод. Основная цель проекта - создать внешне и внутренне непрерывное пространство, достичь максимальную эффективность от конструкций и материалов.

Сооружение имеет пористую, кораллоподобную, шестиуровневую структуру, в которой находятся три зала на 2014, 800 и 200 зрительских мест. Особенностью архитектурно-планировочного решения заключается в организации помещений, которые объединены общей конструкцией. Поток движения в театре организуется по такому же принципу, который объединяет артистов и посетителей, сцену и аудиторию, интерьер и экстерьер. Архитектор объясняет данный принцип идеей, создать

архитектуру подобная человеческому телу, которая связана с природой через органы восприятия.

Несущим остовом вместо широко используемой стоечно-балочной системы применили 58 катеноидных стеновых элементов из бетона по стальному каркасу. Конструкция театра из катеноидов была получена методом параметрического формообразования. А межэтажные поверхности вписаны в математический алгоритм диаграммы Вороного. Диаграмма Вороного - это плоскость, разбитая на мелкие плоскости, которая образует множество точек. Следовательно, межэтажная поверхность является сеткой, соединяющая друг с другом катеноиды и помещения театра «Метрополитен-опера».

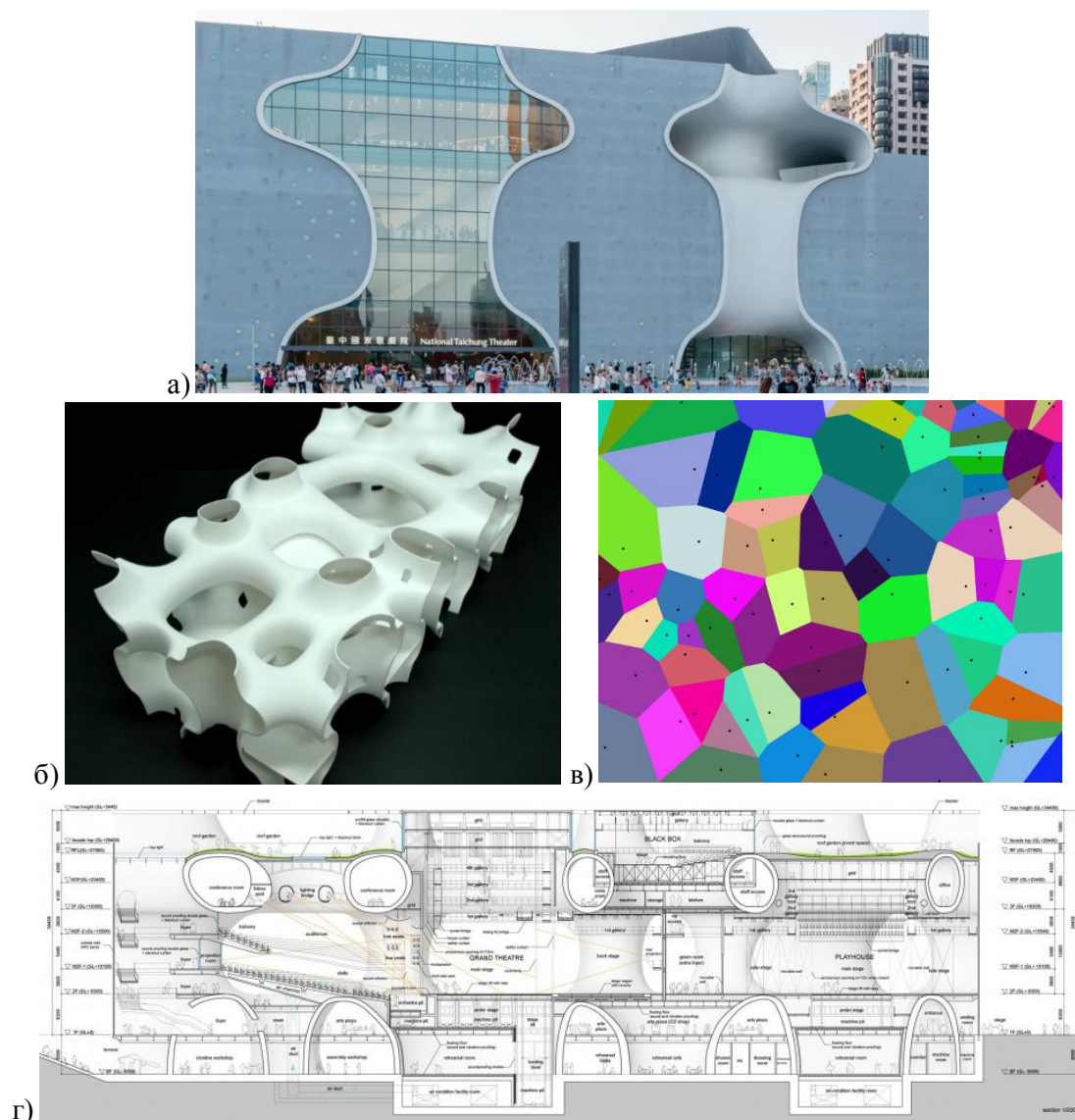


Рисунок 3. «Метрополитен-опера», г. Тайчжун, 2016 г. Арх. Тойо Ито  
 а) общий вид [11] б) макет конструкции [11]  
 в) диаграмма Вороного [12] г)разрез [11]

Развитие нелинейного направления в архитектуре побудило архитекторов на формирование новых методических подходов, которые глобально изменили принципы проектирования. Одним из принципов формообразования нелинейной архитектуры стало обязательное использование информационно-компьютерных технологий. Таким образом, новым инструментом формотворчества стала компьютерное моделирование.

Сегодня на основе компьютерного моделирования выявлены методические подходы в проектировании такие, как: геометрический, параметрический, тапоаналитический,

алгоритмический и метод морфинга. В статье рассмотрены геометрический и параметрический методы формообразования нелинейной архитектуры. Сложность форм генерируется из простейших геометрических форм, и из модификации сетки путем компьютерных операций (перемещение, копирование, поворот, вдавливание, вытягивание и т.д.). Особенности данных двух методов отразились в конструктивных принципах, таких как:

- системам базирующаяся на использовании принципа противовеса;
- по принципу наложений конструктивных сеток;

-по принципу параметризации перекрестно-стержневой конструкции;

-стоечно-балочная система катеноидных стеновых элементов из бетона по стальному каркасу.

Применение перечисленных конструктивных принципов дали возможность реализовать уникальные архитектурно-планировочные решения, целью которого было:

-освободить внутреннее пространство от большего количества вертикальных несущих конструкций, позволившие сформировать

открытый с трансформирующимися элементами интерьера;

-создать перетекаемое пространство, объединившее внешнюю и внутреннюю среду, а также помещения разных назначений.

Рассмотренные методы привнесли разнообразие в формотворчество, ускорив процесс поиска воплощения архитектурного образа, создав условия для реализаций объектов с помощью информационно-компьютерных технологий, что дало значительный толчок для дальнейшего развития оптимальных методологических подходов.

#### Список использованной литературы

1. Дженкс Ч. Новая парадигма в архитектуре / 2005. Ч. Дженкс // [Электронный ресурс]. - URL: <http://cih.ru/ae/ad37.html>
2. Добрицына И.А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре. – М.: Прогресс–Традиция, 2004. – 416 с.
3. Рябушкин А.В., Хайт В.Л. Архитектура рубежа тысячелетий. – М.: Искусство-XXI век, 2005. – 288 с.
3. Рябушкин А.В., Хайт В.Л. Архитектура рубежа тысячелетий. – М.: Искусство-XXI век, 2005. – 288 с.
4. Центральная библиотека Сизтла Рема Колхаса [Электронный ресурс] //Delovoy kvartal. URL: <http://delovoy-kvartal.ru/tsentralnaya-biblioteka-sietla-rema-kolhasa/>
5. Центральная библиотека Сизтла [Электронный ресурс] //HQROOM, 2016. URL: <https://hqroom.ru/tsentralnaya-biblioteka-sietla.html>
6. Архитектор Тойо Ито [Электронный ресурс] //Barlette, 2012. URL: <http://barlette.ru/journal/article/633.html>
7. 15 лет павильонов Серпентайн [Электронный ресурс] //Arch: speech, 2006-2019. URL: <https://archspeech.com/article/15-let-pavil-onov-galerei-serpentine>
8. Tovo Ito Serpentine Gallery Formation Stages [Электронный ресурс] // URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cVq8k6Enrz4&list=WL&index=28&t=0s>
9. Тойо Ито: японский архитектор уникального таланта [Электронный ресурс] //Авторский проект Yumenohikari.ru, 2015. URL: [http://yumenohikari.ru/japan/toyo\\_ito\\_genius\\_architect\\_1](http://yumenohikari.ru/japan/toyo_ito_genius_architect_1)
10. Спираль в кубке [Электронный ресурс] //Архи. ру. URL: <https://archi.ru/world/51867/spiral-v-kubke>
11. Японская параметрика: Тойо Ито использовал диаграмму Вороного для оперы на Тайване [Электронный ресурс] //Arch: speech, 2006-2019. URL: <https://archspeech.com/article/yaponskaya-parametrika-toyo-ito-ispol-zoval-diagrammu-voronova-dlva-onerv-na-tavvane>
12. Диаграмма Вороного [Электронный ресурс] //Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%>

#### Хван Елена Николаевна

**Лауазымы:** сәулет кандидаты, «Сәулет» кафедрасының доценті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

**Пошталық мекен-жайы:** 010000, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ., Р.Қошқарбаев көш. 56

**Ұялы тел:** 87787881723

#### Иманғали Лунара Нұрқатқызы

**Лауазымы:** «Сәулет» мамандығының магистранті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

**Пошталық мекен-жайы:** 010000, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ., Р.Қошқарбаев көш. 56

**Ұялы тел:** 87761069016

#### Тойшиева Алмагул Алмағанбетова

**Лауазымы:** «Сәулет» кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

**Пошталық мекен-жайы:** 010000, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ., Р.Қошқарбаев көш. 56

**Ұялы тел:** 87772571104

**Сызықты емес архитектураны қалыптастырудың геометриялық және параметрлік әдістері.**

#### Хван Елена Николаевна

**Должность:** кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура», Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан

**Почтовый адрес:** 010000, Республика Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Р. Кошқарбаева 56

**сот.тел:** 87787881723

#### Иманғали Лунара Нұрқатқызы

**Должность:** магистрант специальности «Архитектура», Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан

**Почтовый адрес:** 010000, Республика Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Р. Кошқарбаева 56

**сот.тел:** 87761069016

#### Тойшиева Алмагул Алмағанбетова

**Должность:** старший преподаватель кафедры «Архитектура», Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан

**Почтовый адрес:** 010000, Республика Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Р. Кошкарбаева 56

**сот.тел:** 87772571104

**Геометрический и параметрический методы формообразования нелинейной архитектуры.**

**Khvan Yelena**

**Position:** PhD architecture, assistant professor of the Department of Architecture of the ENU by L. N. Gumilyov, Nur-Sultan city

**Mailing address:** 010000, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan city, st. R. Koshkarbayev 56

**Mob. phone:** 87787881723

**Imangali Lunara**

**Position:** master student of the Department of Architecture of the ENU by L. N. Gumilyov, Nur-Sultan city

**Mailing address:** 010000, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan city, st. R. Koshkarbayev 56

**Mob. phone:** 87761069016

**Toyshieva Almagul**

**Position:** senior lecturer of the Department of Architecture of the ENU by L. N. Gumilyov, Nur-Sultan city

**Mailing address:** 010000, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan city, st. R. Koshkarbayev 56

**Mob. phone:** 87772571104

**Geometric and parametric methods of forming a nonlinear architecture.**