

## Визуализация объекта параметрической архитектуры при интегрировании в городскую среду

*Г.М. Кравченко, Е.В. Труфанова, И.В. Быченко, А.К. Кущенко*

*Донской государственный технический университет*

**Аннотация:** Уникальное здание центра науки и искусства смоделировано в качестве варианта комплексного освоения территории старого ипподрома в г. Ростов-на-Дону. Выполнен анализ формообразования вертикальных внешних коммуникационных параметрических структур для сферического объекта. По результатам рассмотрения десяти форм определена рациональная форма «Тюрбан», которая сохраняет постоянный комфортный уклон, а при чрезвычайных ситуациях может перейти в автономный режим с сохранением жёсткости конструкции. Визуализация интегрирования объекта в городскую среду осуществлена в Rhino 3D с помощью программы визуального языка программирования Grasshopper. Путем комбинирования специализированных нодов осуществлено моделирование дорог и объемной геометрии зданий, объекта исследования, зонирование и считывание информации с окружающей территории. Полученная модель позволяет оценить эстетичность и комфортность городской среды в случае строительства нового объекта.

**Ключевые слова:** уникальные здания, моделирование, параметрическая архитектура, городская среда, Grasshopper

Сферическая форма популярна при проектировании уникальных объектов, так как вместе с высокой эстетичностью позволяет минимизировать теплопотери, защищает от образования снеговых мешков. В значительной степени сферические формы применяются при параметрическом проектировании, разработке городской дорожно-пешеходной сети [1-3].

Объектом исследования является уникальное здание центра науки и искусства при комплексном освоении территории старого ипподрома в г. Ростов-на-Дону. Диаметр сферы принят - 100 м. Для моделирования объекта использованы программные комплексы Autodesk Revit, GMSH.

В целях рационализации конструктивных решений предлагается рассмотреть возможность создания вертикальной коммуникации за границами объекта исследования. Используется метод параметрического моделирования [4-6]. Это в должной мере обеспечит эргономичность внутреннего пространства за счет увеличения инсоляции и доступа свежего

---

воздуха. Подобный подход применен для многофункционального комплекса Ericsson Globe Arena в Стокгольме, где вертикальный транспорт вынесен за границы основного сферического остова здания и представляет собой сферические «люльки»,двигающиеся по направляющим рельсам в виде полуарки. Однако, представленная конструкция не позволяет попасть внутрь здания и является в большей степени туристической особенностью.

В рамках исследования произведен анализ формообразования вертикальных внешних коммуникационных параметрических структур для проектируемого сферического объекта. Целью анализа является поиск такой конструкции, которая обеспечит доступ внутрь объекта, допустит свободное перемещение между этажами здания, позволит обеспечить безопасность эксплуатации в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. В перспективе результаты способствуют рациональным конструктивным решениям, что имеет большое значение для уникальных объектов [7-8].

Паттерны позволяют спроектировать решения в рамках возникших задач. Изначальная форма или шаблон не является законченным образцом, это лишь пример решения, этап эволюции формообразования. Рассмотрено десять форм развития структуры. Формообразование осуществлено путем изменения исходных параметров моделирования. Первые формы реализации внешней системы представлены на рисунке 1. Изначально радиус образующей принят 50 м, малый радиус эллипса - 1 м, большой радиус эллипса - 2 м, уклон - 12 градусов, описываемая длина -  $5\pi$ . Такая форма обозначена, как «Змея» и является малоуклонной, предполагает наличие эскалатора, при этом подъём будет занимать значительное время (рис. 1а)).

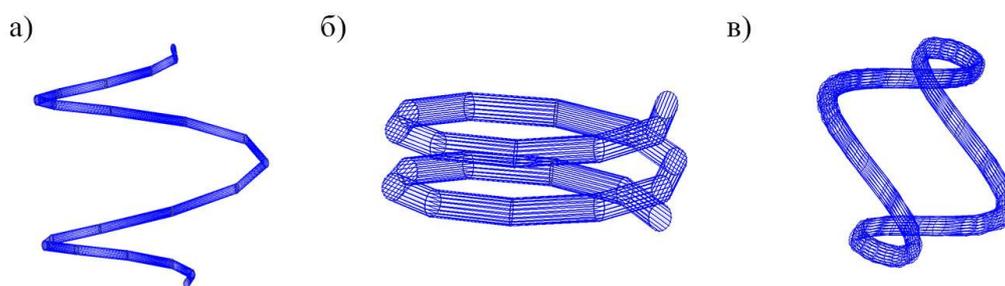


Рис.1. Первые формы реализации внешней системы: а) форма 1 «Змея»; б) форма 2 «Два кольца»; в) форма 3 «Королевская кобра 1» (авторская разработка)

На рисунке 1б) представлена форма «Два кольца», в которой параметры радиуса образующей и описываемой длины оставлены без изменений, малый радиус эллипса 4 м, большой радиус эллипса 5 м, уклон 4 градуса. В данном случае возможно внедрение пассажирского конвейера, который будет перемещать людей по касательной к сфере, выполняя роль обзорной площадки на экваториальной зоне. Более сложной формой является «Королевская кобра 1», которая напоминает ленту Мебиуса или бутылку Клейна (рис. 1в). Радиус образующей 50 м, малый радиус эллипса 4 м, большой радиус эллипса 5 м, уклон 27 градусов, описываемая длина 6л. Однако, такой вариант сложно осуществим в современных условиях ввиду резкого перехода из петли. На рисунке 2 представлены другие варианты параметрического формообразования.

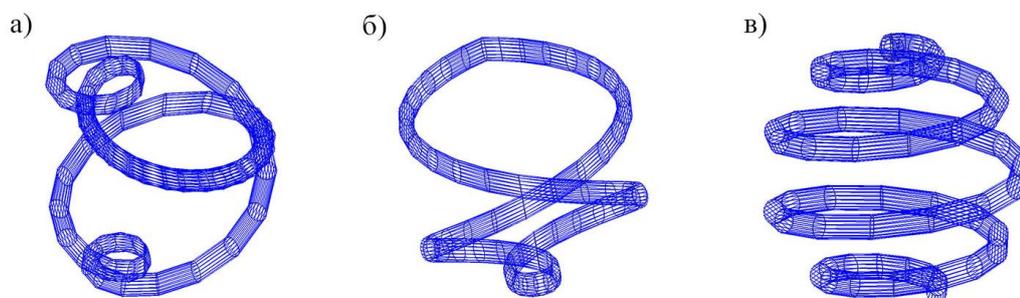


Рис. 2. Формы реализации внешней системы: а) форма 5 «завершенная шестерка»; б) форма 8 «Платок пионера»; в) форма 10 «Тюрбан» (авторская разработка)

В результате анализа параметрического формообразования принята форма «Тюрбан» (рис. 2в). Основные характеристики: радиус образующей - 50 м, малый радиус эллипса - 4 м, большой радиус эллипса - 5 м, уклон - 12 градусов, описываемая длина - 9π. Форма сохраняет постоянный уклон, который оптимален для реализации вертикального транспорта в виде эскалатора, а при чрезвычайных ситуациях может перейти в автономный режим с сохранением жёсткости конструкции ступеней для безопасной эвакуации. Сложность реализации отсутствует, так как узлы пересечения шахты с телом самой шахты не предусмотрены. Плавность формы и соединение всех этажей своим геометрическим и эксплуатационным смыслом в полной мере соответствует выбранной поверхности движения.

В ПК Revit разработана 3D-модель здания центра науки и искусства в виде сферической поверхности, опоясанной трубчатой поверхностью формы «Тюрбан» (рис. 3).



Рис. 3. 3D-модель здания центра науки и искусства в ПК Revit  
(авторская разработка)

Для получения визуального представления возможности интегрирования объекта параметрической архитектуры в существующий городской массив осуществлено моделирование объекта и городской среды в Rhino 3D с помощью программы визуального языка программирования Grasshopper. Принятый метод моделирования обусловлен использованием специализированных узлов.

Местность смоделирована с использованием экспорта данных OpenStreetMap в формате OSM. С помощью нода File Path выбраны исходные данные, которые через выходные данные передаются в скрипт Location для считывания формата OSM. Для визуального представления дорог и объемной геометрии зданий использованы ноды PolyLine и Extrude. Высота этажа условна задана 3 500 мм, а толщина линий дорог - 50 мм, на данном этапе цвета исключаются. Блок-нод, ответственный за визуальное представление участка городского массива, представлен на рисунке 4.

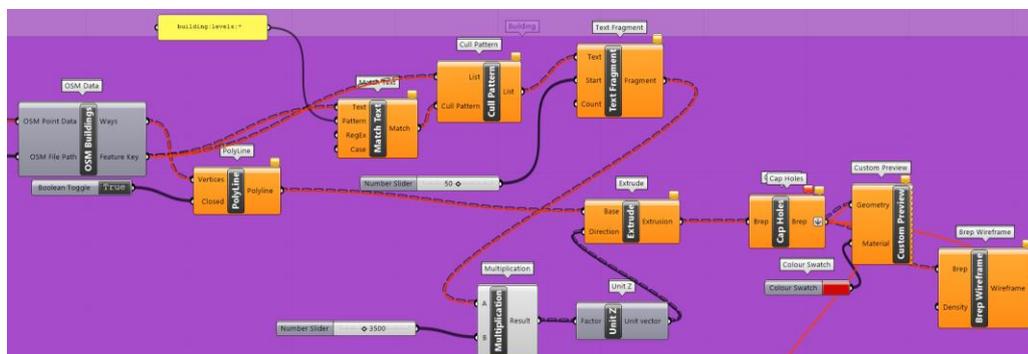


Рис. 4. Блок-нод, ответственный за визуальное представление участка городского массива (авторская разработка)

Нод Point используется для представления места отсчёта анализа, нод Circle используется для зонирования и считывания информации с окружающей территории. Варьируя уже встроенными входными данными скорости и времени, можно получать разные результаты, мгновенно передаваемые в пространство Rhino 3D.

Геометрия объекта реализуется путем экспортирования из ПК Autodesk Revit в формате FBX с последующим импортом в Rhino 3D. Визуальное представление интегрирования объекта параметрической архитектуры в городскую среду г. Ростов-на-Дону представлено на рисунке 5.

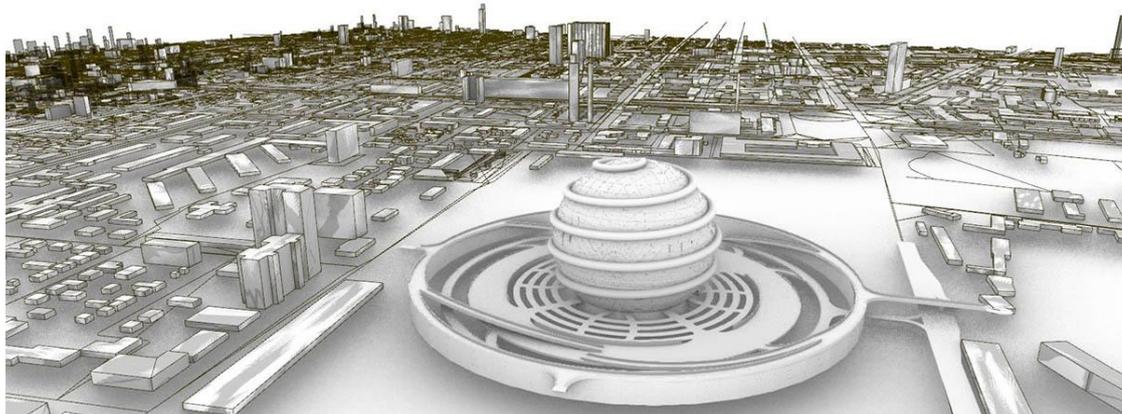


Рис. 5. 3D-визуализация объекта в городской среде г. Ростове-на-Дону  
(авторская разработка)

Выполнен анализ пешеходной доступности существующей инфраструктуры города [9-11]. На рисунке 6 визуальным образом отображены зоны доступа градиентом теплых цветов (5-10 минут) к холодным (более 10 минут).

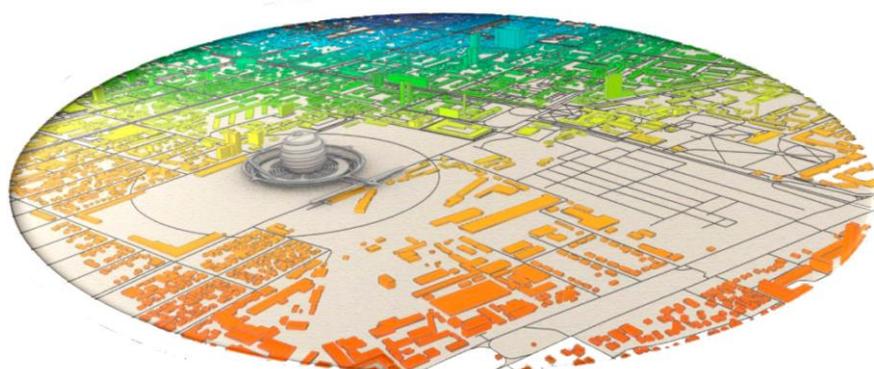


Рис. 6. Зоны доступа инфраструктуры города (авторская разработка)

Как видно, объект параметрической архитектуры гармонично вписывается в городскую среду, является центром внимания. Это обеспечит



комфортность эксплуатации объекта и высокую популярность центра науки и искусства в случае реализации проекта.

### Литература

1. Jencks Ch. The New Paradigm in Architecture (seventh edition of The Language of Post-Modern Architecture). Yale University Press, London, New Haven, 2002. 228 p.
  2. Schumacher P. Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design // AD Architectural Design - Digital Cities. Vol 79, No 4, 2009. Pp. 14-23.
  3. Hadid Z., Schumacher P. Hadid Masterclass: A Laboratory of Design Innovation // Educating Architects/ed. by N. Spiller and N. Clear. - London: Thames and Hudson, 2013 Pp. 295-301.
  4. Frazer J. H. Parametric Computation: History and Future. Architectural Design 86 (2016). Pp.18-23.
  5. Kheyfets, A.L., Galimov D., Shleykov I. Kinematic and analytical surfaces programming for solution of architectural designing // GraphiCon' 2001. - Nizhny Novgorod, September 2001. Pp. 283-286.
  6. Kravchenko G.M., Trufanova E.V. Algorithmic method for modeling a parametric surface. Materials Science and Engineering, International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID 2020). 2020. 7 p.
  7. Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Ладная Е.В. Рациональное проектирование элементов пространственного каркаса здания // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3989](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3989)
  8. Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Данилейко И.Ю., Забейворота В.А. Исследование принципов формообразования объектов параметрической архитектуры // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5513](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5513)
-

9. Колясников В. А. Современная теория и практика градостроительства: территориальное планирование городов. Екатеринбург: Архитектон, 2010. - 505 с.

10. Salingaros N. A. «Connecting the fractal city», Keynote speech, 5th Biennial of Towns and Town Planners in Europe, Barcelona. 2003. 23 p.

11. Кропанева Е. А. Оценка архитектурных качеств среды города на основе фрактальных структур: автореф. дис. магист. архитектуры / Екатеринбург, 2009. – 9 с.

### References

1. Jencks Ch. The New Paradigm in Architecture (seventh edition of The Language of Post-Modern Architecture). Yale University Press, London, New Haven, 2002. 228 p.

2. Schumacher P. AD Architectural Design - Digital Cities. Vol 79, No 4, 2009. Pp. 14-23.

3. Hadid Z., Schumacher P. Hadid Masterclass: A Laboratory of Design Innovation. Educating Architects. Ed. by N. Spiller and N. Clear. London: Thames and Hudson, 2013. Pp. 295-301.

4. Frazer J. H. Parametric Computation: History and Future. Architectural Design 86 (2016). Pp.18-23.

5. Kheyfets, A.L., Galimov D., Shleykov I. Kinematic and analytical surfaces programming for solution of architectural designing. GraphiCon' 2001. Nizhny Novgorod, September, 2001. Pp. 283-286.

6. Kravchenko G.M., Trufanova E.V. Materials Science and Engineering, International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID 2020). 2020. 7 p.

7. Kravchenko G.M., Trufanova E.V., Ladnaya E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3989](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3989)



8. Kravchenko G.M., Trufanova E.V., Danileyko I.Yu., Zabeyvorota V.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5513](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5513)

9. Koljasnikov V.A. Sovremennaja teorija i praktika gradostroitel'stva: territorial'noe planirovanie gorodov [Modern theory and practice of urban planning: territorial planning of cities]. Ekaterinburg: Arhitekton, 2010. 505 p.

10. Salingaros, N A, Connecting the fractal city, Keynote speech, 5th Biennial of Towns and Town Planners in Europe, Barcelona. 2003. 23 p.

11. Kropaneva E. A. Ocenka arxitekturny`x kachestv sredy` goroda na osnove fraktal`ny`x struktur [Assessment of the architectural qualities of the city environment based on fractal structures]: avtoref. dis. magist. arxitektury`.Ekaterinburg, 2009. 9 p.