

Визуализация научной гипотезы как метод ее воплощения в архитектурном образе

И.С. Ли, А.В. Аликеева

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Аннотация: В статье рассматривается метод визуальной интерпретации научной гипотезы с целью ее дальнейшего воплощения в архитектурном объекте. На примере математической модели «Червоточины Морриса –Торна» – туннеля, позволяющий перемещаться во времени и пространстве, лежащей в основе концепции вантового моста, исследуются способы и приемы формирования ассоциативных связей архитектурной формы с современными научными идеями в области астрофизики. Помимо создания художественного образа научного явления, архитектурный объект прорабатывается с функциональной и конструктивной стороны, как полноценное проектное решение. Кроме того, он размещается в реальной среде, что подчеркивает возможность синтеза вантового моста с окружающей природой. Важным фактором архитектурного замысла является эмоционально-психологическое воздействие проектируемого сооружения на человека, которое должно в полной мере раскрывать научную гипотезу.

Ключевые слова: архитектура, дизайн, вантовые конструкции, архитектурная модель, тектоника, образ, концепция, материал, научная гипотеза, червоточина.

Введение

Тектонические системы в архитектуре, обычно разделяемые на стеновую, стоечно-балочную, сводчатую, ствольную и вантовую, имеют в истории своего развития периоды, характеризующиеся высокой степенью художественности. Среди них, безусловно, классическая ордерная система, возникшая в Древней Греции, а также конструкция готического собора, основанная на использовании каркасного свода. Образной выразительности архитектурных памятников, основанной на этих конструктивных системах, посвящены многочисленные исследования [1, 2].

Вантовая система, имеющая глубокие исторические корни, получила развитие в период промышленной революции начала XIX века. Новые технологии и строительные материалы дали толчок широкому использованию в строительстве стали и железобетона. Висячие и вантовые мосты отвечали требованиям времени, большепролетные спортивные и

зрелищные сооружения, появившиеся уже в XX веке, соответствовали современным запросам общества. Вантовая архитектура, таким образом, прочно оказалась связана с духом нового времени, с образом научно-технического прогресса [3, 4, 5].



а



б

Рис. 1. – а – Олимпийский стадион в Токио [3], б – Олимпийский стадион в Мюнхене [4]

Среди ярких примеров, прежде всего, два олимпийских объекта: Олимпийский стадион в Токио, построенный в 1964 году по проекту архитектора Кендзо Танге и, и Олимпийский стадион в Мюнхене на рис. 1,



а



б

построенный в 1972 году по проекту архитектора Отто Фрея.

Рис. 2. – а – Павильон «Квадриччи» [5], б – Мост «Арфа Давида» [5]

Выразительные архитектурные сооружения, построенные по проектам Сантьяго Калатравы – Павильон «Квадриччи» Художественного музея в

Милуоки, построенный в 2001 году, и «Струнный мост» в Иерусалиме, известный как «Арфа Давида», построенный в 2008 году на рис. 2.

Мост «Петля времени»

«Великая книга природы написана математическими символами»

Г. Галилей

На Всероссийском конкурсе «Идеи, преобразующие города» в 2024 году для номинации «Мост в будущее» была создана архитектурная фантазия. Именно тогда стали рождаться первые ассоциации с научными гипотезами из области астрономии и космологии. Они получили окончательно воплощение в нынешнем, 2025 году, когда эта тема вошла в номинацию «Город будущего».

Математика, как наука, позволяет понимать структуру окружающей нас Вселенной. Глубина изученности темы и реализация замысла авторами проекта достигается за счет синтеза аспектов целого ряда наук – физики, астрономии, архитектуры. Описываемые в статье явления, с точки зрения решения уравнения А. Эйнштейна, и визуализации описываемого процесса подчеркивают актуальность данной темы [6].

Один из способов представления проходимой черной дыры – это лист бумаги и нарисованные на нем две отдаленные точки А и Б, где первое – плоскость в пространственно-временном континууме, второе – расстояние, которое нужно преодолеть. При складывании листа, точки соприкасаются между собой, поэтому теоретически они могут быть соединены проходимой «червоточиной». Общая теория относительности допускает существование таких объектов во Вселенной, дающее гипотетическую возможность путешествия во времени, преодоления расстояний, исчисляемых в световых годах. Решения типа «червоточины» проявляются в различных вариантах квантовой гравитации, хотя данный вопрос до сих пор остается открытым.



Теории метрик «червоточины» объясняют геометрию пространства-времени и служат математическими моделями, которые позволяют путешествовать во времени. Метрика проходимой «червоточины» и ее нумерация:

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dl^2 + (k^2 + l^2) \times (d\theta^2 + \sin^2 \theta \times d\varphi^2), \quad (1)$$

где ds^2 – квадрат элемента интервала пространства-времени, m^2 ; c – скорость света в вакууме, c ; t – время, s ; dt – бесконечно малое приращение времени; l – радиально-подобная координата вдоль горловины кротовой норы, m ; dl – бесконечно малое приращение координаты; k – константа, радиус горловины «червоточины», m ; φ, θ – сферическая угловая координата, rad ; $d\theta, d\varphi$ – приращение сферической угловой координаты.

Метод визуализации важен для понимания человеком явлений, происходящих во Вселенной [7]. Так, в 1979 году французский астрофизик Жан-Пьер Люмине стал первым, кто сумел получить поточечное изображение черной дыры [8], используя математические расчеты каждой точки и компьютер IBM 7040 на рис.3.

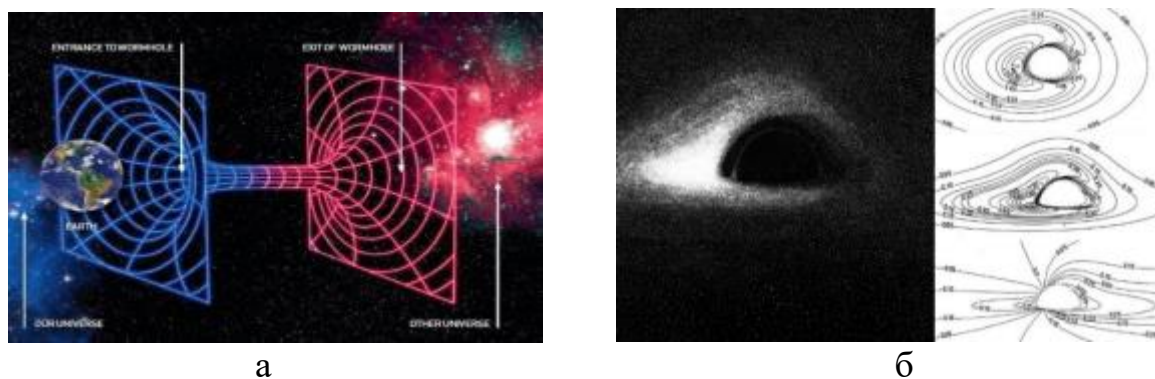


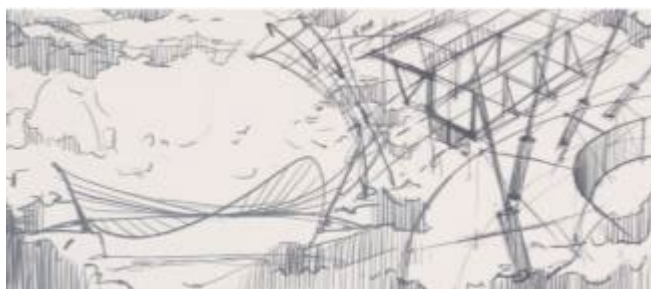
Рис. 3. – а – «Червоточина» [7], б – Графическая схема [8]

Описанные выше процессы – это одна из возможностей представить объект в архитектурном контексте. По замыслу авторов проекта, мост – явление, доступное для человеческого глаза, что не скажешь о сущности

«червоточины». Поэтому метод визуализации помогает воплотить гипотезу в материальный объект.

Возникла мысль выразить графические изображения не только в реальное, функционально полезное и конструктивно продуманное архитектурное сооружение, но и разместить его в таком месте, где оно будет одновременно гармонично вписываться в окружающую среду и контрастировать с ней. Это придает проекту не только научный подтекст, но и образность архитектурного решения.

Подобное противоречивое, на первый взгляд, взаимодействие с окружением способен обеспечить стиль, в котором синтезированы черты хай-тека и био-тека [9, 10], что характерно для приведенных выше примеров вантовой архитектуры. Единый образ современной науки, техники и искусства, по убеждению авторов, могут быть воплощены их пластическим языком на рис.4.



а



б

Рис. 4. – а – Концептуальный набросок, б – 3-d модель

Кроме того, сам материал, используемый в ограждающих конструкциях и пилонах – полированная сталь, обладающая высокой отражающей способностью, способствует, в зависимости от характера освещения, эффекту «растворения» объекта в среде.

Заключение

Таким образом, опираясь на визуальные ассоциации с научной гипотезой пространственно-временного тоннеля и названием моста «Петля времени», в процессе трехмерного моделирования были достигнуты поставленные цели. Кроме того, архитектурный объект на рис. 5 был максимально убедителен с точки зрения конструкции. Система функционального использования моста подразумевает следующее – он имеет две односторонние пешеходные полосы и одну двухстороннюю для движения на велосипедах и электросамокатах, расположенную между ними на нижнем уровне, что обосновано разной скоростью перемещения людей по выделенным полосам. Подъем на них осуществляется по «трапам»,



подвешенным на вантах к оттяжкам пилонов.

Рис. 5. – Визуализация общего вида моста

Таким образом, перейдя по мосту с одного берега Каменного карьера на другой, человек невольно испытает, по замыслу авторов, широкий спектр эмоциональных впечатлений, позволяющих ему ощутить перемещение в пространстве и времени во Вселенной.

Литература

1. Rosenfield Karissa: How Santiago Calatrava blurred the lines between architecture and engineering to make buildings move // ArchDaily. – 2013. – 20 January. – URL: [archdaily.com/321403/how-santiago-calatrava-blurred-the-lines-between-architecture-and-engineering-to-make-buildings-move](https://www.archdaily.com/321403/how-santiago-calatrava-blurred-the-lines-between-architecture-and-engineering-to-make-buildings-move) (date of access 12.10.2025)
2. Schielke Thomas: Why Norman Foster Scoops Daylight into his Buildings // ArchDaily. – 2019. – 4 February. – URL: [archdaily.com/910699/why-norman-foster-scoops-daylight-into-his-buildings](https://www.archdaily.com/910699/why-norman-foster-scoops-daylight-into-his-buildings) (date of access 2.11.2025)
3. Иевлева О.Т., Кравченко И.В. Эволюция технологий архитектурного проектирования // Инженерный вестник Дона, 2025, №3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/992
4. Иконников А. В. Зарубежная архитектура: От «новой архитектуры» до постмодернизма. – М.: Стройиздат, 1982. – С. 65-177.
5. Кажарова З. В. Хай-тек в архитектуре и дизайне // Материалы IX Международной научной конференции «Студенческий научный форум». – 2017. – URL: scienceforum.ru/2017/article/2017039830 (дата обращения 7.10.2025)
6. Лебедев Ю. С. Архитектура и бионика; Центр. научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры. – М.: Стройиздат, 1977. – С. 146-211.

7. Маяцкая И.А. Совершенствование конструкций на основе изучения структуры биологических объектов // Инженерный вестник Дона, 2025, №5. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2025/10068.

8. Рагон М. Города будущего – М.: Издательство «Мир», 1969. – С. 23-88.

9. Шубенков М. В. Структурные закономерности архитектурного формообразования: учебное пособие для вузов по направлению «Архитектура». – М.: Архитектура-С, 2006. – С. 109-136

10. Юркевич К. Био-тек. Большой разбор стиля // Авторский блог – 2022. – URL: seo.belstu.by/Yurkevich/biotech.html (дата обращения 19.10.2025)

References

1. Rosenfield Karissa ArchDaily. 2013. 20 January. URL: archdaily.com/321403/how-santiago-calatrava-blurred-the-lines-between-architecture-and-engineering-to-make-buildings-move (date of access 10/12/2025)

2. Schielke Thomas ArchDaily. 2019. 4 February. URL: archdaily.com/910699/why-norman-foster-scoops-daylight-into-his-buildings (date of access 2.11.2025)

3. Ievleva O.T., Kravchenko I.V. O.T. Ievleva, I.V. Kravchenko Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, No. 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/992

4. Ikonnikov A. V. Zarubezhnaja arhitektura: Ot «novoj arhitektury» do postmodernizma [Foreign Architecture: From "New Architecture" to Postmodernism]. M.: Stroyizdat, 1982. pp. 65-177.

5. Kazharova Z. V. Haj-tek v arhitekture i dizajne [High-tech in architecture and design] Proceedings of the IX International Scientific Conference "Student Scientific Forum". 2017. URL: scienceforum.ru/2017/article/2017039830 (date of access 7.10.2025)
6. Lebedev Ju. S. Arhitektura i bionika [Architecture and bionics]. Centr. nauchno-issledovatel'skiy institut teorii i istorii arhitektury. M.: Stroyizdat, 1977. pp. 146-211.
7. Majackaja I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, No. 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2025/10068.
8. Ragon M. Goroda budushhego [Cities of the Future]. M.: Izdatel'stvo «Mir», 1969. pp. 23-88.
9. Shubenkov M. V. Strukturnye zakonomernosti arhitekturnogo formoobrazovaniya: uchebnoe posobie dlja vuzov po napravleniju «Arhitektura» [Structural Laws of Architectural Formation: A Textbook for Universities in the Field of Architecture]. M: Arkhitektura S, 2006. pp. 109-136
10. Jurkevich K. Bio-tek. Bol'shoj razbor stilja [Bio-tech. A comprehensive style analysis] Author's blog 2022. URL: seo.belstu.by/Yurkevich/biotech.html (date of access 10/19/2025)

Авторы согласны на обработку и хранение персональных данных.

Дата поступления: 21.11.2025

Дата публикации: 26.12.2025