

ЭСТЕТИКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ

УДК 004.9:72.01

DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15120

Т.А. Геворкян, Б.Л. Валкин*Московский государственный строительный университет, Москва, Россия*

Аннотация

В статье рассмотрены актуальные тенденции развития цифровой эстетики в виртуальной архитектуре, дается обзор истории развития термина «виртуальность», а также проведена граница и найдены отличия между понятиями «цифровая архитектура», «виртуальная архитектура», «дигитальная архитектура». В этом контексте рассматривается история формирования цифровой эстетики, выполнен анализ основ цифровой графики в архитектурном проектировании. В статье также рассмотрена логическая взаимосвязь между методами архитектурного формообразования в цифровом пространстве и эстетическими качествами спроектированных с помощью этих методов объектов.¹

Ключевые слова: архитектурная визуализация, цифровая архитектура, цифровая эстетика, виртуальная архитектура

AESTHETICS OF VIRTUAL DIGITAL ARCHITECTURE

T. Gevorkyan, B. Valkin*Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia*

Abstract

The article considers current trends in the development of digital aesthetics in virtual architecture, provides an overview of the development of the term «virtuality», and also draws a boundary and finds differences between the concepts of «digital architecture», «virtual architecture», and «digital architecture». In this context, the history of the formation of digital aesthetics is considered, and the analysis of the basics of digital graphics in architectural design is performed. The article also considers the logical relationship between the methods of architectural shaping in digital space and the aesthetic qualities of objects designed using these methods.²

Keywords: architectural visualization, digital architecture, digital aesthetics, virtual architecture

За последние тридцать лет в сфере компьютерно-цифровых технологий произошли глобальные изменения: они прошли путь от «цифровой революции» до социальных медиа. Архитектура как искусство и технология вбирает в себя все открытия из социокультурного и научно-технического слоёв. Она, как сложная реагирующая система, не может существовать вне актуальных парадигм своего времени. Цифровизация, роботизация и виртуализация многих процессов в архитектурном проектировании требует

¹ **Для цитирования:** Геворкян Т.А. Эстетика виртуальной цифровой архитектуры / Т.А. Геворкян, Б.Л. Валкин // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2020. – №2(51). – С. 362–372. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2020/2kvart20/PDF/20_gevorkyan.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15120

² **For citation:** Gevorkyan T., Valkin B. Aesthetics of Virtual Digital Architecture. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2020, no. 2(51), pp. 362–372. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2020/2kvart20/PDF/20_gevorkyan.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15120

от архитекторов высокого уровня вовлечённости в новые тенденции, направленные на использование передовых технологий и методов проектирования.

Если считать архитектуру искусством, то цифровая архитектура тоже должна быть признана искусством. Некоторые формы архитектуры, которые находятся в цифровом пространстве и там же функционируют, например, в компьютерных играх, полностью подчинены только цифровым законам и эстетическим критериям. «Компьютерная визуализация стала новой сферой архитектурной деятельности на основе новых методов архитектурного проектирования» [3]. Визуализация – это не только способ «продать» архитектурный проект, это уже самостоятельная, устремленная в будущее дисциплина.

За последние двадцать лет молодые архитекторы по всему миру и производители инструментов (компьютерных программ) исследовали возможности компьютерных технологий в работе с формой. «Арсенал молодых архитекторов со временем пополнился такими программами, как Grasshopper, Dynamo, Blueprints и возможностями текстового программирования на VBScript, C#, Python и Processing»³. Многие из этих инструментов уже вошли в образовательные программы некоторых архитектурных школ.

Архитектурная визуализация – это проекция архитектурного мышления. Она всегда отражает состояние архитектуры как парадигмы своего времени, творческое и техническое состояние архитектора в нём. Именно в визуализации архитектор может позволить себе не ограничивать свою фантазию, так как он сам задаёт себе рамки, такие как материальность, масштаб, ракурс и т.д.

Актуальность темы исследования обусловлена несоответствием между доступными компьютерно-цифровыми технологиями и их использованием в архитектурном академическом образовании и проектировании. Тема компьютерной визуализации не рассматривается с эстетической точки зрения, а также отсутствует понимание обособленности искусства визуализации в целом. Компьютерная визуализация и виртуальная архитектура воспринимаются архитектурным сообществом в качестве инструмента и технологии, хотя эти сферы архитектурной деятельности уже вышли на собственный обособленный уровень.

Диапазон научных исследований, касающихся виртуальной архитектуры, достаточно широк. За последние 20 лет профессионалы различных сфер исследовали виртуальное пространство, технологии визуализации, программирование в архитектуре, новые компьютерные методы формообразования и проектирования. Однако комплексных исследований, особенно в русскоязычном пространстве, не так много. Большой труд за авторством Добрицыной И.А. «От постмодернизма – к нелинейной архитектуре. Архитектура в контексте современной философии и науки» [3], посвященный виртуальной и нелинейной архитектуре, поднимает проблемы движения архитектурной теоретической мысли новейшего времени, широкий спектр взаимодействия архитектурного мышления с различными областями знания, способы сохранения автономии и специфики архитектурного мышления в ситуации радикальных перемен культуры, социума, экономики, науки, технологии.

Значительных результатов достигли западные коллеги Мишель Ансмейер и Марьян Коллетти, изучающие цифровой мир архитектуры и на практике применяющие компьютерно-цифровые приёмы в собственном профессиональном творчестве. Факультет искусственной среды школы Bartlett, возглавляемый профессором архитектуры Марьяном Коллетти, занимается исследованиями цифровой архитектуры. Профессор Коллетти является одним из ведущих исследователей цифрового проектирования в мире. Он занимается вопросами теории алгоритмов, компьютерного проектирования и эстетики.

³ Афонин А. Вычисляя архитектуру. Цифровые методы в практике российских бюро // Октябрь 2018. – URL: <https://softculture.cc/blog/special-projects/sc-labs/tsifrovye-metody-v-praktike-rossiyskih-byuro>

Исследования Коллетти связывают современный и прошлый опыты проектирования. Они касаются внедрения новых практик в существующую архитектурную образовательную среду. Марьян Коллетти также является профессором кафедры архитектурного проектирования Инсбрукского университета в Австрии. Его исследовательская работа «Digital Poetics» описывает новые методы моделирования и технологии возведения объектов.

Другой ведущий исследователь и практик виртуальной архитектуры – французский архитектор Мишель Ансмейер. Будучи архитектором и одновременно программистом, он изучает возможности алгоритмов в архитектурном проектировании. Его работы, такие как «Digital Grottesque» или «Subdivided Columns», демонстрируют возможности новых методов формообразования. Его исследования лежат в области взаимодействия новейших программ и дизайнера, авторов и роботов. Мишель Ансмейер публикуется в таких изданиях как «Thames and Hudson», «Black Dog Publishing», «University of Greenwich» и т.д. Находясь у истоков виртуального проектирования, он теоретизировал некоторые подходы и описал их принципы. В данный момент Мишель Ансмейер преподаёт проектирование в Академии Изыщных Искусств в Вене и в Университете Нанджунга.

Однако, учитывая текущую разработанность темы, очевидно недостаточность внимания к эстетике цифровой архитектуры. Уже сейчас становится понятно, что цифровая эстетика проникает во все сферы искусства и технологий, и архитектура, как никакая другая сфера, впитывает её в себя. Более того, это связано также с повышением ценности процессов визуализации. Именно поэтому так важно уделить внимание конкретно изучению эстетики виртуальной архитектуры и исследовать вектор развития цифровизации как нового стилистического языка в архитектуре.

Виртуальная и цифровая архитектура

В связи с тем, что за последние десять лет появилось большое количество архитектурных проектов, которые так или иначе связывают с виртуальностью и нередко называют «виртуальной архитектурой», появился запрос на устоявшуюся терминологию. Что мы называем «виртуальной», «дигитальной» и «цифровой» архитектурой? Какие основные характеристики виртуальности мы можем сформулировать и как отличить виртуальную архитектуру от цифровой?

Термин «виртуальный, виртуальность» (от лат. *virtualis* – потенциальный, возможный) – понятие философское [1]. Многие исследователи связывают понятие виртуальности исключительно с компьютерными технологиями. Существует миф, что словосочетание «виртуальная реальность» (*virtual reality*) ввёл в обиход американский разработчик Жирон Ланье в 80-х годах XX века, когда создал фирму «VPL Research», которая выпускает программное обеспечение и оборудование для компьютерной виртуальной реальности. Но идея «виртуальности» имеет намного более богатую историю. Например, Антонен Арто ещё в 1938 году в своей книге «Театр и его двойник» (*Le Théâtre et son Double*) [6] использует фразу «*la réalité virtuelle*» для описания идеи театра как предположительного и иллюзорного мира.

Категория «виртуальности» впервые сформировалась в античной философии. Её активно развивал Аристотель, используя термины «*dynamis*» и «*энтелехия*». Термин «*dynamis*» обозначает у Аристотеля возможность, потенцию, способность, противопоставляя себя «*энтелехии*» – действительности, осуществлённости [1].

«В средневековье категория виртуальности разрабатывалась в трудах Николая Кузанского, Фомы Аквинского, Дунс Скотта»⁴. Но эти философы используют понятие виртуальности в качестве определения «идеального», противопоставленного реальному,

⁴ Хилькевич Е. Виртуальная архитектура. Попытка систематизации. – URL: <https://cih.ru/asp/a4.html>

некоторой «благодетельной» потенции человека. Такая интерпретация не отвечает современному запросу на определение понятия виртуальности.

Другое значение виртуальности активно разрабатывалось в физике в 90-е годы XX века. Так называемые «виртуальные частицы» в современной квантовой физике воспроизводят идею виртуальности исходя из своих физических свойств. Эти частицы не наблюдаются в физическом пространстве, а только лишь регистрируются благодаря косвенным признакам, подтверждающим их присутствие. Именно эти свойства «виртуальных частиц» легли в основу современного определения виртуальности. Согласно Вебстеровскому словарю, виртуальность трактуется как «действительная сущность или эффект, не являющийся фактом, однако фактически существующий или эквивалентный ему»⁵. Это определение закрепилось за виртуальностью как основное.

Идея виртуальной реальности изначально сформировалась на основе культуры «киберпанка», имевшей огромное значение в среде маргинальной контркультуры в 1970–1980-е в США. Книга американского журналиста Ф. Хеммита «Виртуальная реальность» стала одной из первых теоретических работ, посвященной разработке идеи виртуальной реальности, как киберпространства. Роман Уильяма Гибсона «Нейромант» (1984) является эстетическим манифестом, посвященным культуре киберпанка. Эстетизация специфической компьютерной виртуальной среды прослеживается в различных культурных слоях. Ф. Хеммит определяет предтечи виртуальной реальности в следующем:

- «зависимость функций компьютера от совершенства программного обеспечения;
- виртуальная реальность – это удобная, «естественная» среда для работы с информацией для человека;
- операции с объектами виртуальной реальности аналогичны операциям в физической реальности;
- создается ощущение единства компьютера и пользователя»⁶.

Учитывая всё вышесказанное, можно утверждать, что виртуальная архитектура – это скорее архитектура умозрительная, концептуальная и не всегда материально выраженная (реализованная в физическом пространстве). Однако существует также понятие «цифровой архитектуры». К цифровой (digital) архитектуре мы относим те архитектурные проекты, которые были созданы при помощи компьютерных технологий в виртуальной компьютерной среде и которые в этой среде и функционируют. Таким образом, цифровая архитектура является частью виртуальной архитектуры и имеет свои признаки и атрибуты, такие как, например, интерактивность. Именно интерактивность, как отмечает Ф. Хеммит, делает виртуальную цифровую среду столь функционально значимой. Это позволяет пользователю ощущать целостность физической и виртуальной реальностей. Их же диссонанс может вызвать у пользователя дисбаланс восприятия и даже психические нарушения.

Понятие «цифровой» идёт бок о бок с понятием «компьютерный» и отсылает к компьютерной виртуальной среде. Тем не менее, нередко можно встретить термин «дигитальная» архитектура. Термин «цифровой» является полным эквивалентом английскому термину «digital» (Cambridge Dictionary), поэтому использование кальки «дигитальный» является не всегда корректным. Скорее, слово «дигитальный» имеет стилистическую окраску, то есть отсылку к эстетическим свойствам архитектурного проекта.

⁵ Webster dictionary. – URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual>

⁶ Хилькевич Е. Виртуальная архитектура. Попытка систематизации. – URL: <https://cih.ru/asp/a4.html>

Становление цифровой эстетики в архитектуре

Цифровая архитектура берет своё начало с момента появления графических редакторов на первых электронно-вычислительных машинах в середине 60–70-х годов XX века. Тем не менее, зачатки компьютерной графики, как основы цифровой архитектуры, можно отследить ещё до появления специальных программ для ЭВМ. Для этого нам потребуется рассмотреть ретроспективу графических инструментов и приёмов, которые считались прогрессивными перед самым появлением ЭВМ.

Сегодня принято разделять архитектурную графику на классическую и цифровую. Сдвиг в сторону новых возможностей графического оформления архитектурных проектов произошёл до появления привычных нам графических редакторов и «движков» для моделирования, черчения и рендеринга. До 1928 года для создания чертежей архитекторы пользовались рейсфедером. Но это был далеко не совершенный инструмент. Он не позволял добиться разной толщины линий и при черчении часто возникали графические неточности. И только с появлением рапидографов, которые были созданы на основе первой чернильной ручки «Tiku», созданной специалистами компании Rotring, архитектурные чертежи вышли на новый качественный уровень технического исполнения.

Благодаря принципиально иному устройству чертёжного инструмента, архитекторы теперь могли регулировать толщину чертежных линий, улучшать качество чертежа, при этом увеличивая скорость работы. Именно в этот момент формируются новые чертежные стандарты и ГОСТы с унификацией линий и условных обозначений. Появляются нормографы, регулирующие исполнение этих требований. И, хотя эти чертёжные приёмы не являются цифровой компьютерной архитектурной графикой, они всё же оказали большое влияние на её развитие в том русле, в котором цифровая графика продолжила развиваться весь оставшийся двадцатый век.

Первые вычислительные машины 1940-х годов, такие как «ENIAC», 1946 года, «МЭСМ», 1950 года, «АВС», 1942 года, не имели встроенных графических редакторов. Однако уже тогда лампы накаливания, подключённые к ЭВМ, использовались как метод выведения изображения. В 1952 году британский инженер Александр Дуглас (Alexander Douglas) написал программу «ОХО», которая стала первой компьютерной игрой. Изображение строилось по средствам работы трубки Вильямса и отображалась на соседнем электронном табло.

Первые компьютеры не обладали достаточной вычислительной мощностью и возможностями графических редакторов, чтобы выводить изображения высокого качества. В середине 1950-х годов для вывода изображений использовалась символьная графика, которая получила название ASCII-графика и ASCII-Art [2]. Благодаря разной плотности алфавитно-цифровых знаков на бумаге воспроизводилось изображение (рис. 1). Такую технику использовали машинистки ещё в конце XIX века.

И, хотя такая техника не являлась цифровой в полном смысле слова, она использовала преимущественно новые компьютерные технологии для создания изображения. Желание находить всё новые и новые способы использовать компьютер в творческих и псевдотворческих целях стало определяющим в развитии цифровой эстетики.

Только в 1959 году в Массачусетском технологическом институте был создан компьютер TX-2, впервые использующий графическую консоль. Создание дисплея можно считать началом развития компьютерной графики. В 1961 году студент МТИ Айвен Сазерленд создал компьютерную программу «Скетчпад» (Sketchpad) [7], которая позволяла рисовать простейшие геометрические фигуры.

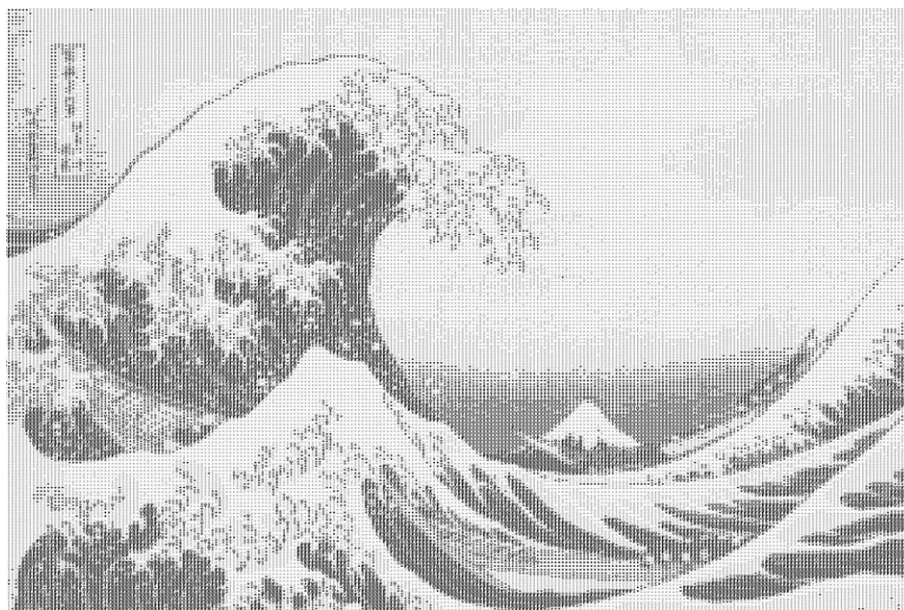


Рис. 1. Изображение, сделанное в технике ASCII-Art

В 70-е годы XX века французский учёный, математик и инженер Пьер Безье изобретает кривую, которая позволяет описывать любые сложные фигуры и делать это простейшими манипуляциями. Создание сложной редактируемой кривой стало настоящим прорывом в цифровой графике, так как это позволяло перейти на качественно новый уровень создания изображений.

В то время как в 1970-е появляются цветные дисплеи нового поколения, французский математик Бенуа Мандельброт в своём научном труде «Теория фрактальных множеств» математически описывает природные формы, что позволяет совершенно иначе взглянуть на цифровую графику, не так, как предлагала до этого евклидова геометрия. В это же время американский программист и учёный Джеймса Блинн изобретает метод реалистичной визуализации 3D объектов на основе разработок наложения сложных текстур на объекты и создаёт первые карты окружения.

В 80-е и 90-е годы XX века произошёл настоящий прорыв в компьютерной графике благодаря киноиндустрии, активно использовавшей цифровую графику и, вследствие этого, её развивавшей. С появлением персональных компьютеров Apple II (1977 г.), позже Apple Macintosh (1984 г.), начала активно развиваться индустрия компьютерных игр. Именно эти два мощных течения оказали огромное влияние на цифровую эстетику в целом. Бурно развивающийся стиль «киберпанка» также диктовал свои эстетические законы (рис. 2).

Всё вышеперечисленное не могло не отразиться на эстетике цифровой архитектуры. Более того, новые методы графического моделирования, такие как фрактальная геометрия, алгоритмическое и агентное моделирование, оказали большое влияние на архитектурное проектирование в целом. «Архитектура последнего десятилетия XX века, обращённая в сторону новых, мощных компьютерных технологий, продемонстрировала огромный прорыв в формообразовании и стремлении к новой эстетике» [3]. Для формирования новой цифровой эстетики оказались важными три основных теории, набравшие обороты в 60-е годы XX столетия: теория сложности (Илья Пригожин), теория катастроф (Рене Том) и теория хаоса (Эдвард Лоренц) [3]. Мир представляется как множество систем. И только теперь, обретя компьютер в качестве мощного инструмента, способного оперировать этими сложными системами, архитектор может развивать систему новой эстетики.

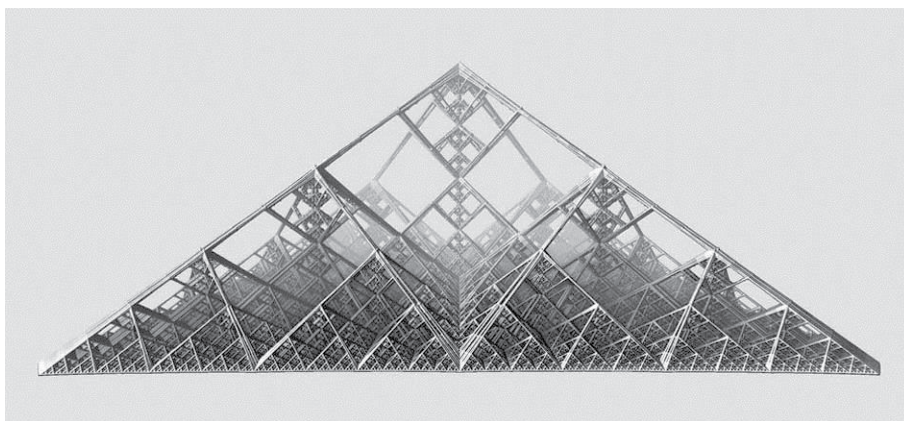


Рис. 2. Фрактальная структура, визуализированная на компьютере

Отследить корни новой эстетики в реализованных постройках можно на примере таких архитектурных проектов, как Аронофф-центр Питера Айзенмана, Музей Гуггенхайма Френка Герри и Еврейский музей Дэниела Либескинда. Все три проекта, как пишет Чарльз Дженкс, «являются попыткой отыскать новый архитектурный язык на основе новых компьютерных методов проектирования»⁷.

Техно-утопическая эстетика 1990-х заявила вектор дематериализации, в направлении которого движется цифровая архитектура. Это отчетливо прослеживается в работах архитектурного экспериментатора, профессора Университета Калифорнии в Лос Анджелесе Маркоса Новака (рис. 3).

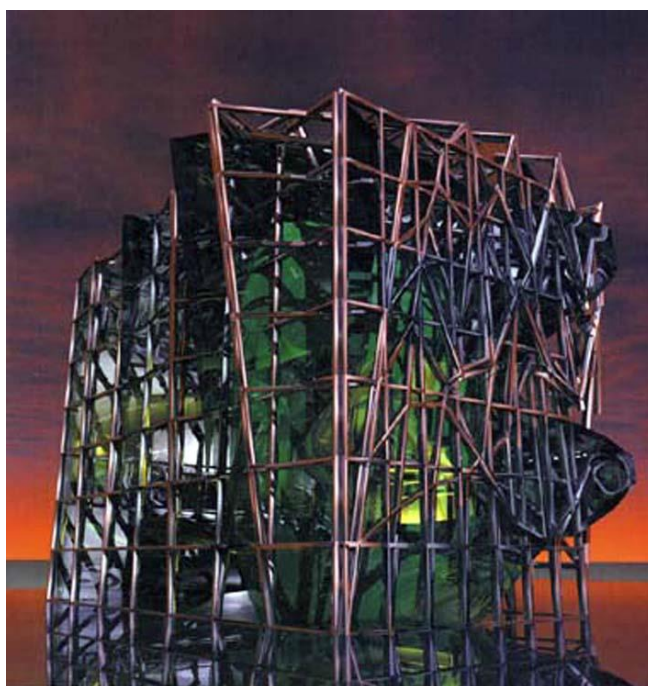


Рис. 3. Цифровая визуализация. Маркос Новак

В виртуальной цифровой среде создаются экспериментальные проекты, которые так или иначе влияют на эстетическое мировоззрение архитекторов и на сам процесс проектирования в целом. Одним из главных сдвигов в цифровой эстетике является также смещение фокуса с конечного результата архитектурной формы на сам процесс

⁷ Чарльз Дженкс. Новая парадигма в архитектуре. – URL: <http://pda.cih.ru/772.html>

генерации этой формы (рис. 5). Так как методы алгоритмирования и параметрики в архитектурном формообразовании являются основными в генерации формы, то именно они являются факторами появления новых эстетических свойств. Важна теперь не только форма, а ещё и пути достижения этой формы, «красота кода» [4].

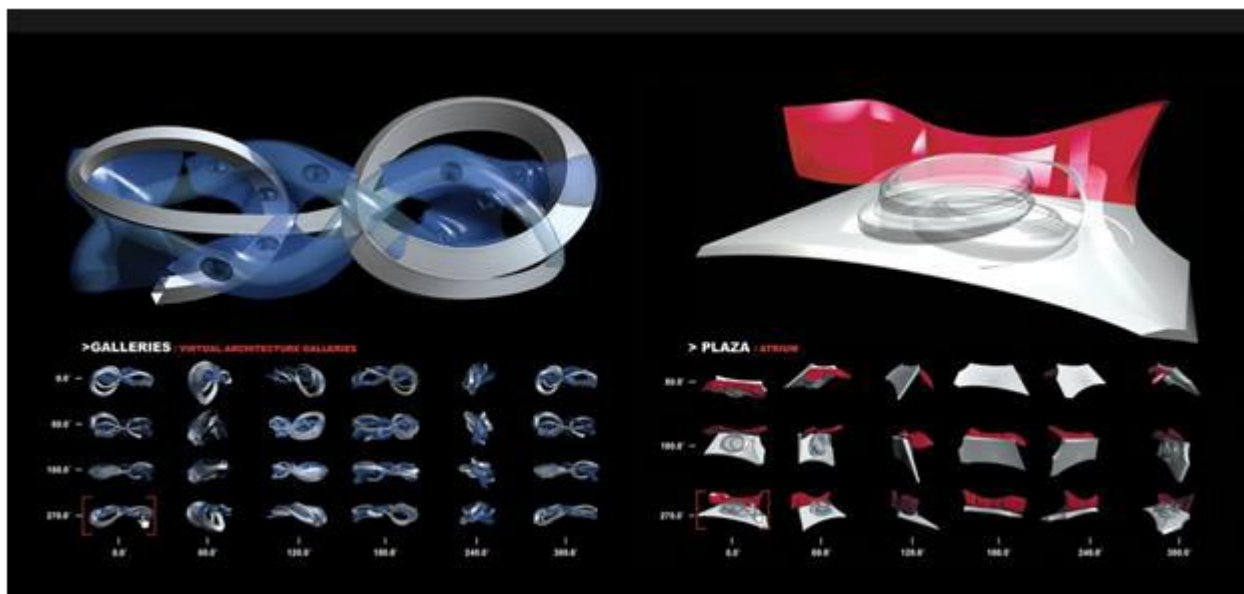


Рис. 5. Виртуальный музей Гуггенхайма. Архитектурная мастерская «Asymptote», архитекторы Хани Рашид и Лиз-Анн Кутюр

Красота архитектурной формы, достигаемая благодаря новейшим технологиям, становится самостоятельным эстетически индивидуальным объектом. Сложность и многоуровневость систем, используемых в генерации целых серий форм, их способность к саморазвитию и самоорганизации – всё это является методологической основой, на которой строится новая эстетика.

Исходя их совокупности всех вышеперечисленных факторов, можно сделать вывод, что существует прямая связь между цифровыми методами формообразования и новыми эстетическими свойствами цифровой архитектуры. Это значит, что на основе этих методов можно структурировать и описать новый эстетический язык цифровой архитектуры. Для доказательства разберем несколько логических связей.

1. Использование методов *алгоритмического параметрирования* характеризуется сложностью данных, интерактивностью и разрастающимися кодовыми структурами. Вследствие чего в проектах, выполненных на основе этих методов, можно обнаружить весьма закономерные, вытекающие из этих методов эстетические особенности, такие как:

- *разнообразие* – вследствие сложности данных;
- *распространённость, открытость системы, бесконечность структуры* – вследствие использования алгоритмов, фрактальных кодов;
- *динамизм* – вследствие интерактивности.

2. Использование *методов отстранённости от физических законов, построение на основе неевклидовой геометрии, игнорирование материальности, а также принципов рандомного или системного деформирования* (рис. 5) также влекут за собой связанные с этими методами эстетические качества:

- *эстетика визуального нервного напряжения* – вследствие неевклидовой геометрии и нематериальности;
- *поляризация, разрозненность, атектоничность* – вследствие деформирования.

3. Использование методов *био-, зоо-, геоморфологического моделирования* напрямую связано с такими эстетическими качествами, как:

- *криволинейность, обтекаемость, текучесть* – вследствие киберморфного проектирования;
- *размытость, градиентность* – вследствие тех же методов.

В нынешней ситуации ни один архитектурный проект не обходится без архитектурной визуализации. Особенно это касается тех проектов, которые требуют больших финансовых вложений. 3D-моделирование позволяет архитектору и заказчику иметь полное представление о проекте. Высококачественные фотореалистичные визуализации уже являются обязательной составляющей архитектурного проекта или концепции. Удивляться возможностям реалистичного рендеринга таких компьютерных программ, как 3ds Max, AutoCAD, SketchUp, Maya, Cinema 4D, SolidWorks, V-Ray, Blender уже не приходится. Более того, удивляться фотореализму в архитектурных визуализациях – это всё равно, что удивляться электричеству. Мы живём в постцифровую эпоху и важность исследования современного эстетического языка цифровой архитектуры стоит очень остро (рис. 4).



Рис. 4. Цифровая визуализация. Константин Худяков⁸

Выводы

Проанализировав историю возникновения и развития цифровой эстетики, можно сделать следующие выводы:

1. Составными частями прогрессивного движения цифровой проектной графики явились появление новых, более совершенных ручных чертёжных инструментов, унификация чертёжной графики, разработка графических консолей для первых компьютеров, а также развитие новых математических теорий, таких как теория сложности, теория хаоса, теория фракталов и катастроф. Все эти течения оказали большое влияние на эстетику виртуальной цифровой архитектуры.

⁸. – URL: <http://zavtra.ru/blogs/hudyakov>

2. Компьютерные возможности и совершенство программного обеспечения напрямую влияет на развитие цифровой архитектуры. Новые методы моделирования, визуализации и презентации архитектурных объектов позволили расширить угол зрения архитекторов.
3. Экспериментальная архитектура, основанная на новейших разработках в сфере виртуальной цифровой архитектуры, занимает серьезное положение в архитектурном образовании по всему миру.
4. Различие между виртуальной и цифровой архитектурой заключается в наличии компьютерной цифровой среды. Цифровая архитектура является частью виртуальной архитектуры, находящаяся в киберсреде.

На основании сделанных выводов можно предположить, что наряду с дальнейшим развитием компьютерных технологий и программного обеспечения будут происходить очередные «прорывы» в эстетике виртуальной архитектуры.

Источники иллюстраций

- Рис. 1. – URL: <https://www.twilio.com/blog/2015/12/ascii-art-via-text.html>
 Рис. 2. – URL: <https://www.iheartmyart.com/post/79468356044/tom-beddard-constructed-this-pyramid-and>
 Рис. 3. – URL: <http://www.nomads.usp.br/documentos/textos/arquitetura/Novak/open.htm>
 Рис. 4. – URL: <http://zavtra.ru/blogs/hudyakov>

Литература

1. Немыкина О.И. Понятие виртуальности в философском контексте // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2011. – № 1(17). – С. 53–62.
2. Шпаков П. Основы компьютерной графики / П. Шпаков, Ю. Юнаков, М. Шпакова. – Москва: Литрес, 2019. – 616 с.
3. Добрицына И.А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. – Москва: Прогресс-Традиция, 2004. – 416 с.
4. Сапрыкина Н.А. Тезаурус параметрической парадигмы формирования архитектурного пространства // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №3(40). – С. 281–303. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/PDF/21_saprykina.pdf (дата обращения: 11.02.2020).
5. Сапрыкина Н.А. «Безбумажная» архитектура в контексте виртуальной реальности / Н.А. Сапрыкина, И.А. Сапрыкин // Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). – 2012. – специальный выпуск. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2012/special_12/saprykina/saprykina1.pdf (дата обращения: 15.02.2020).
6. Арто А. Театр и его двойник. – Москва: Abcdesign, 2019. – 408 с.

References

1. Nemykina O. *Ponyatie virtualnosti v filisofskom kontekste* [The concept of virtuality in a philosophical context. Higher Education News. Volga region. Humanitarian sciences]. 2011, no. 1(17), pp. 53–62.

2. Shpakov P., Yunakov YU., Shpakova M. *Osnovy kompyuternoj grafiki* [Basics of computer graphics]. Moscow, 2019, 616 p.
3. Dobricyna I.A. *Ot postmodernizma – k nelinejnoj arhitekture: Arhitektura v kontekste sovremennoj filosofii i nauki* [From postmodernism to non-linear architecture: Architecture in the context of modern philosophy]. Moscow, 2004, 416 p.
4. Saprykina N. Thesaurus of Parametric Paradigm for Architectural Space Forming. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2017, no. 3(40), pp. 281–303. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/PDF/21_saprykina.pdf
5. Saprykina N., Saprykin I. Paperless architecture in the context of virtual reality. *Architecture and Modern Information Technologies (AMIT)*, 2012, Special Edition. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2012/special_12/saprykina/saprykina1.pdf
6. Artaud A. *Teatr i ego dvojniki* [The theatre and its double]. Moscow, 2019, 408 p.

ОБ АВТОРАХ

Геворкян Тигран Арменович

Магистрант кафедры «Архитектура», Московский государственный строительный университет, Москва, Россия
e-mail: gevorkyantigran@yandex.ru

Валкин Борис Лазаревич

Кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура», Московский государственный строительный университет, Москва, Россия
e-mail: bvalkin@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

Gevorkyan Tigran

Master Student, Chair «Architecture», Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
e-mail: gevorkyantigran@yandex.ru

Valkin Boris

PhD in Architecture, Chair «Architecture», Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
e-mail: bvalkin@yandex.ru