

используя световые и акустические хитрости, чтобы помочь нивелировать тошноту и металлический привкус – побочные действия химеотерапии [7].

Подытожив вышесказанное, можно сказать, что составляющие мультисенсорного дизайна являются важной темой для дальнейшего изучения дизайнерами и архитекторами. Их применение не только позволит повысить качество окружающей среды, но и улучшит самочувствие человека в этой среде.

Дальнейшие исследования предполагается направить на более детальное изучение каждого из аспектов мультисенсорного дизайна и их применения в украинском дизайне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломієць Л. Зародження та розвиток мультисенсорного дизайну у ХХ–ХХІ ст. ISSN 1028-5091. Народознавчі зошити. 2012. № 4(106).
2. Вергунов С.В. Новые понятия в дизайне. Часть 2. Мультисенсорный дизайн // Вісник ХДАДМ. 2009.
3. Гропиус В. Границы архитектуры: Пер. с англ. Москва: Искусство, 1971.
4. Archdaily. [Электронный ресурс]. <https://www.archdaily.com/332912/google-tel-aviv-office-camenzind-evolution>
5. Designboom [Электронный ресурс]. <https://www.designboom.com/architecture/case-design-transsolar-avasara-academy-lavale-india-04-28-2017/>
6. Decorkuznetsov [Электронный ресурс]. <http://decorkuznetsov.com/main/instalations/Cuba-Buba-2.html>
7. New retail [Электронный ресурс]. Режим доступа https://newretail.ru/marketing/kak_multisensornyy_marketing_vliyaet_na_prodazhi8635/

УДК 72+681.32

doi: 10.31650/2519-4208-2019-19-286-295

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ КАК ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРЫ БУДУЩЕГО

Товстик Т. Н., доцент каф. архитектурного проектирования и дизайна,
научный руководитель

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры».

Терно Ю. В., студентка, магистр

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. В статье рассматриваются технологии виртуальной реальности в области архитектуры. Описываются этапы появления иммерсивных технологий, их разновидности и различия, современные разработки по внедрению их в архитектурные проекты. Анализируются возможности применения VR в различных сферах человеческой деятельности: образовании, искусстве, туризме, медицине, недвижимости. Исследуются варианты использования VR в архитектурной практике на разных этапах проектирования: в обмерах, фотофиксации, эскизах, проектировании, макетировании, обсуждении проекта. Приводится выборка компьютерных программ, позволяющих работать с 3D и 4D измерениями для архитекторов. Рассматривается то, как и какие архитектурные студии мира и Украины применяют VR в своей работе. Выявляются перспективы развития современных технологий для обучения студентов, работы архитектора, реализации и презентации проектов.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность, современные технологии, VR в архитектуре, архитектурное проектирование.

ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ ЯК ПРОГНОСТИЧНА МОДЕЛЬ АРХІТЕКТУРИ МАЙБУТНЬОГО

Товстик Т. М., доцент каф. архітектурного проектування та дизайну, науковий керівник
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Терно Ю. В., студентка, магістр
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Анотація. У статті розглядаються технології віртуальної реальності в галузі архітектури. Описуються етапи появи імерсійних технологій, їх різновиди та відмінності, сучасні розробки з впровадження їх в архітектурні проекти. Аналізуються можливості застосування VR в різних сферах людської діяльності: освіті, мистецтві, туризмі, медицині, нерухомості. Досліджуються варіанти використання VR в архітектурній практиці, а саме на різних етапах проектування: в обмірюванні, фотофіксації, ескізах, проектуванні, макетуванні, обговоренні проекту. Наводиться вибірка комп'ютерних програм, що дозволяють працювати з 3D і 4D вимірами для архітекторів. Розглядається те, як і які архітектурні студії світу і України застосовують VR в своїй роботі. Виявляються перспективи розвитку сучасних технологій для навчання студентів, роботи архітектора, реалізації та презентації проектів.

Ключові слова: віртуальна реальності, доповнена реальність, змішана реальність, сучасні технології, VR в архітектурі, архітектурне проектування.

VIRTUAL REALITY AS THE PROGNOSTIC MODEL OF THE FUTURE ARCHITECTURE

Tovstik T. docent, associate professor
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture
Terno Y., student, master
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. In recent years, the interest in the use of new technologies in the work of architects is growing. One of these new technologies is a virtual reality system. However, not many architects are familiar with the possibilities and prospects of it. The theoretical foundations of the profession will receive a new development if the emerging possibilities of computerization and informatics would be engaged in the process. Thereby, the learning process will become more interactive and functional for architecture students.

Previously, when the only way of presenting the ideas was papyrus, clay tablets, or wooden rulers with drawing panels, architects were limited to 2D images. The emergence of electronic gadgets has removed many restrictions: using a computer allowed us to create architectural projects in volume. However, interaction with them is still happening on a flat screen or a piece of paper. This stage is actively developing now. The next stage is the opportunity to get inside the process of design of the object and test it in the volumetric space, in virtual reality.

The purpose of this article is to collect information about the technologies of virtual reality, its systematization and adaptation for further use in the profession. The development path of the virtual architecture is necessary for studying, predicting and identifying the algorithms of forming the boundaries of reality. In this study, the modern possibilities in the field of VR and potential of their use in architecture are analyzed. The stages of the emergence of immersion technologies, their types and differences, the modern development of the implementation of architectural projects with their application are considered. It is revealed that the term “virtual” appeared in

philosophy in the times of medieval scholasticism. It means “permissible, potential, imaginary, apparent”. In its current meaning, it is borrowed from physics to the field of computer technology. The article also considers virtuality of architecture from a philosophical point of view, in the perspective of virtual psychology.

Studies have shown that the first VR gadgets appeared in the middle of the 20th century. They were firstly involved architectural activity in the beginning of the 21st century after the launch of VR glasses in a mass market sale. Thus, this is a new and not yet fully explored opportunity for designers. Delving into the specifics and terminology of the industry, 3 main principles of immersion systems are distinguished: virtual, augmented, and mixed reality. In addition to glasses, various technologies help immerse into them: 3D displays, acoustic systems, gloves, suits, a pedal wheel, control handles and even electronic skin and contact lenses. Gadgets maximize the interaction with the artificial environment, using all human sensory systems, which is not possible in flat drawings and pictures.

The article discusses the scope of application of VR in various areas of human activity: education, art, tourism, medicine, real estate. Since the space is physically reduced and is expanding virtually, it can drastically change the organization of the environment in the design of buildings. Thus, in the field of education, the student will be able to observe chemical experiments, historical events, the construction of architectural objects and other information blocks, being located in the same audience. At the same time, the variety of studying rooms disappears - the thematic interior corresponding to the lesson is displayed in glasses. In museums, visitors are given the opportunity to familiarize themselves with collections that are at a considerable distance. With the help of holography, it is possible to digitize the art objects. In real estate, the buyer has the opportunity to consider all his options and to move through the rooms without leaving the realtor’s office.

One of the main stages of research was the selection of methods for using VR gadgets in architecture. Using the method of research using literature and Internet sources, the main stages of architectural design were identified and the variable basis of their relationship with VR programs was created. The possibilities of their use in architectural practice at such design stages as: measurements, photo fixation, sketching, designing, prototyping, discussion of the project are described. During the photo fixation and measurements, photogrammetry allows you to create a digital copy of an object using a photo (program: ContextCapture, Reality Capture, PhotoScan). In sketching, it is not necessary to be limited to 2D graphics, Goolge Tilt Brush allows you to draw in a 3D dimension. Augmented reality can stage real situations from life. Designing an elevator in a building in AR, you can check how many people will fit in it or check the routes to emergency exits. Therefore, VR allows real people to respond to real-world scenarios, helping architects better understand how safe their design is and what improvements are needed. Virtual reality also allows you to experiment with how certain elements of the architectural ensemble will look at different times of the day, work through issues of ergonomics, evaluate the intermediate stages of construction.

The article compiles and presents a classification of computer programs that allow working with 3D and 4D measurements for architects.

This study determines the prospects for the development of modern technologies and provides options for tools for their practical use. Virtual reality is not fully understood and represents a huge field for research, creation of methodologies and programs of interactions.

Keywords: virtual reality, augmented reality, mixed reality, modern technology, VR in architecture, architectural design.

Постановка проблемы: в наше время технологии стремительно развиваются во всех видах человеческой деятельности. Не является исключением это развитие и в архитектуре. Последние достижения науки и техники позволяют использовать виртуальную реальность (VR) в различных отраслях архитектуры и строительства. Тем не менее, VR до сих пор

остается не полностью изученной нишей и имеет большой потенциал для исследований в этих отраслях. Путь развития виртуальной архитектуры необходим для изучения, прогнозирования и выявления алгоритмов формообразования совместно с меняющимися свойствами материалов и расширяющимися границами реальности.

Цель работы: изучить современные возможности в сфере виртуальной реальности и проанализировать потенциал их применения в архитектуре.

Задачи: рассмотреть этапы появления VR, виды гаджетов и устройств для ее использования, современные разработки и стартапы по созданию VR-программ, чтобы выявить их возможности и потенциал использования в области архитектуры.

Мы живём в мире, где с каждым днем происходят новые открытия. Наука и техника развиваются с огромной скоростью, что связано с развитием всех отраслей деятельности человека, включая архитектуру.

Современные архитекторы имеют больше технологических возможностей, нежели архитекторы прошлого. Они уже не ограничены углем, мелом и землей для подачи архитектурных проектов. Времена чертежей, выполненных на камне, папирусе, глиняных дощечках, пергаменте или при помощи циркулей и деревянных линеек как единственных средств подачи давно закончились. Эпоха кульманов и рейсшин также осталась в прошлом. На смену пришла вычислительная техника как облегчающая модель созидания. Технологии повлияли на процесс проектирования так же, как и на конечный результат – архитектурные объекты имеют более разнообразное и усложненное формообразование, структуру, параметризацию. Современные системы позволяют не ограничиваться двухмерными чертежами и картинками, а предоставляют возможности полного погружения в проектируемый объект в 3D и 4D измерениях, при этом имея возможность управлять пространством и изменять его.

История появления виртуальной реальности (VR)

Термин «виртуальный» в философии появился во времена средневековой схоластики. Он происходит от латинского слова *virtus*, что означает: допустимый, потенциальный, воображаемый, кажущийся. Это понятие в своём нынешнем значении заимствовано из физики в область компьютерных технологий.

1957 – год создания первого рабочего прототипа для погружения в VR под названием «Сенсорам» (рис.1). В 1993 году одним из первых был выпущен шлем SEGA VR и через два десятилетия, стартапом Oculus был создан VR шлем Oculus Rift CV1, который послужил отправной точкой прорыва в VR индустрии. В 2016 году гаджеты для воспроизведения VR запустили в массовую продажу такие компании как Oculus, Google, Sony, Samsung, HTC.

Виды расширенной реальности

Иммерсивные технологии – вид онлайн-технологий, обеспечивающий полный эффект присутствия за счет определенного набора технологий.

Виртуальная реальность (VR) – это совместный термин для элементов, воспроизводимых при помощи шлемов виртуальной реальности, планшетов и других цифровых устройств, которые имитируют реальный мир техническими средствами.

Дополненная реальность (AR) – позволяет накладывать в поле восприятия виртуальные объекты, частично заменяя реальный мир.



Рис.1. Прототип для погружения в VR «Сенсорам», 1957 г.

Голограмма — представляет собой трехмерное изображение, созданное фотографической проекцией.

Смешанная реальность (MR) – следствие объединения реального и виртуальных миров, позволяющее видеть их взаимодействие в реальном времени (рис.2).



Рис.2. Виды расширенной реальности

Гаджеты погружения в VR

В настоящее время существуют разнообразные типы гаджетов, которые обеспечивают полное или частичное погружение в VR: *шлемы* виртуальной реальности (рис.3), *очки, перчатки, костюмы, рукояти управления, компьютерный руль с педалями, 3D-дисплеи, акустические приспособления, комнаты* виртуальной реальности и т. д.

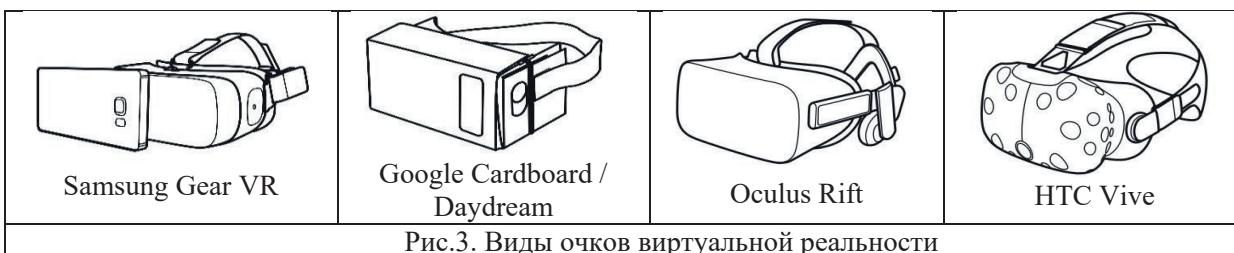


Рис.3. Виды очков виртуальной реальности

Комната виртуальной реальности «CAVE» представляет собой замкнутое с пяти сторон (кроме входа) рабочее пространство, экраны внутри которого монтируются встык, что формирует единое 3D-пространство.

В научно-исследовательских институтах Австрии и Германии группа специалистов создала своеобразную «электронную кожу» (рис.4), при помощи которой возможно управлять объектами в дополненной и виртуальной реальностях обычными движениями запястий или пальцев. Австралийские ученые разработали электропроводную *контактную линзу* с возможностью размещения миниатюрных компьютерных дисплеев и датчиков (рис.5).

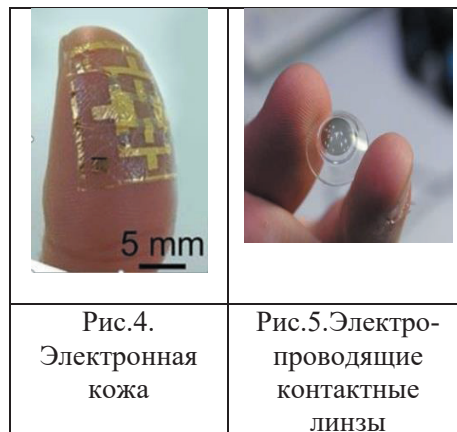


Рис.4. Электронная кожа

Рис.5. Электропроводящие контактные линзы

Все эти устройства взаимодействуют с сенсорной системой человека, проводя импульсы через нервные окончания к головному мозгу при помощи органов чувств.

Применение VR в различных отраслях

Образование. Технологии виртуальной реальности – эффективная мотивация студента к обучению. Это возможность совершать туры по Древнему Египту, изучая историю архитектуры, присутствовать при строительстве домов, находясь в аудитории, видеть воочию известные архитектурные объекты лучших мастеров мира.

Искусство. Виртуальная реальность предоставляет возможность посетить различные музеи мира, не покидая дом (проект Woofbert), ознакомиться с музейными коллекциями, которые находятся на значительном расстоянии от человека, увидеть утраченные артефакты, рассмотреть микроскопические предметы и материалы, переместиться в разные исторические эпохи. С помощью голографии можно оцифровывать предметы искусства, воссоздавать отсутствующие или разрушенные части скульптуры, здания.

Туризм. Дополненную реальность можно использовать для демонстрации туристам ушедших памятников прошлого. Также VR позволяет до покупки тура «побродить» по номеру гостиницы, набережной, улицам города, «полетать» на вертолете, воздушном шаре или «выйти в море» на яхте.

Медицина. Погружение в ВР способно помочь пациентам снять стресс, практиковать поднятие рук и движения пальцами при реабилитации, лечить фобии, производить виртуальную хирургию.

Недвижимость. Рынок продаж с использованием VR технологии уже превышает отметку в 100 млрд. долларов. Потенциальному покупателю нет необходимости лично ехать на объект, чтобы осмотреть его. Достаточно только надеть VR гарнитуру и, не выходя из офиса риелтора, ознакомиться со всеми интересующими его вариантами.

VR в области архитектуры

Чтобы не оставаться позади требований современников, для архитекторов разрабатываются новые методы творчества и поиска идей. Одно из первых применений виртуальной реальности в архитектуре было в конце 1980-х годов в Университете Северной Каролины при моделировании зала Sitterman (отдела компьютерных наук) в виртуальной среде. Разработки и стартапы в области VR способны коренным образом изменить архитектурное проектирование на различных его этапах: от первых эскизов до демонстрации проекта и до его строительства. Для этого уже существует различное программное обеспечение и гаджеты.

Обмеры, фотофиксация. На этапе технического задания при обмере, фотофиксации помещения или местности фотограмметрия позволяет по фотоснимкам создать цифровую копию объекта. Эта технология является базовой в программном обеспечении Context Capture (рис.6), с помощью которого можно создавать масштабные и сложные 3D модели, включая модели городов. Фотограмметрическая обработка цифровых изображений и создание трехмерных пространств также лежат в основе таких программ как Reality Capture, PhotoScan, Rescap 360 и т.д.

Эскизирование. Создание эскизов архитектурного проекта уже не ограничивается плоскими рисунками на бумаге. В программе Google Tilt Brush (рис.7) можно создавать объемные векторные рисунки с точностью до 1 мм, свободно перемещаясь в пространстве.

Проектирование. Новые пути приложения компьютерных технологий применительно к архитектуре позволяют заниматься проектированием, будучи погруженным в виртуальную реальность. Например, в программе VRtisan, передвигаясь по объекту, проектировщик может создавать стены, менять их параметры, цвет, подбирать и расставлять мебель.

В дополненной реальности можно симулировать ситуации, которые, вероятно, произойдут в реальной жизни. Это поможет принять то или иное решение в строительстве. Например, проверить при проектировании, сколько человек поместятся в лифт, или протестировать маршруты к аварийным выходам. VR позволяет реальным людям реагировать на реальные сценарии, помогая архитекторам лучше понять, насколько безопасен их дизайн на самом деле и какие улучшения, возможно, необходимы.

Виртуальная реальность также позволяет экспериментировать с тем, как те или иные элементы архитектурного ансамбля будут смотреться в разное время суток и при разном освещении. Таким образом, VR способствует нахождению недостатков в проекте, проработке вопросов эргономики, оценке промежуточных этапов строительства.

Макетирование. Заменить реальные макеты на выставках и презентациях возможно виртуальными голографическими макетами (рис.8). Специалисты могут обойти и проанализировать проектируемый объект, оставаясь в пределах одной комнаты. Время, потраченное для работы над физическим макетом, сокращается, а заказчики могут проверить соответствие проекта, представленного в виртуальной реальности, всем требованиям.

Презентация. Для организации совещаний, презентаций и обсуждений проекта может применяться комната виртуальной реальности «CAVE» с пространством в масштабе 1:1. Любые специалисты смежных профессий не технического профиля и те, кто не обладает пространственным мышлением — юристы, экологи, экономисты, — могут ознакомиться с моделью и выразить квалифицированную оценку проектному решению в режиме VR на любых предварительных этапах (рис.9). Этот формат позволяет ускорить процесс проектирования, заблаговременно предотвратить ошибки и коллизии, снизить затраты на создание проекта и сократить время на его согласование.

Продажа. Потенциальный покупатель недвижимости может в полном объеме погрузиться в интерьеры помещений, интересующих его. Технологии позволят тщательно исследовать даже самые мелкие детали помещения. В результате заказчикам не придется посещать объекты лично — виртуальные туры сохраняют время и средства клиентов.

Реставрация. Дополненная реальность имеет преимущества и в реставрации архитектурных объектов. В настоящее время разрабатываются различные программы AR для проектирования первоначального вида фасадов зданий и их интерьеров, чтобы в дальнейшем проводить реставрационные работы.

Программное обеспечение VR для архитекторов

Одним из главных этапов исследований стал подбор методики использования гаджетов VR в архитектуре. После анализа существующих программных обеспечений, приложений и расширений в рассматриваемой области была создана вариативная база программ VR и AR, наиболее практичных для архитектора (табл.1).



Рис. 6. Фотограмметрический фотоснимок в ПО ContextCapture

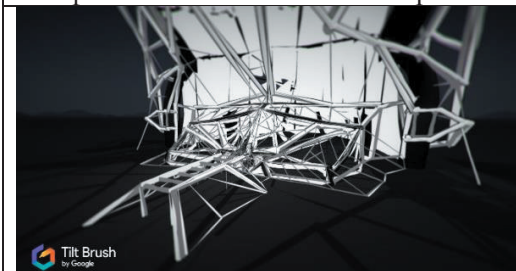


Рис.7. Футуристическая архитектура в Google Tilt Brush

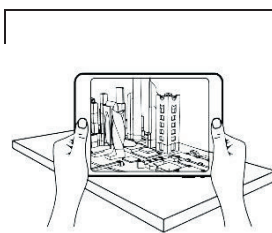


Рис.8. Макет в дополненной реальности

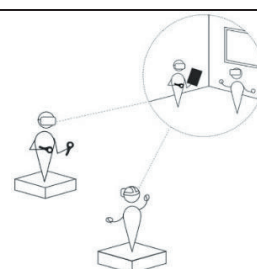


Рис.9. Совместный экспертный анализ здания в VR

Таблица 1. Программы VR и AR и возможности их применения

| Название | Возможности использования |
|--------------------------------|--|
| <i>Виртуальная реальность:</i> | |
| <i>Revit live</i> | передвижение по сцене, созданной с помощью виртуальной реальности, физически перемещаясь в пространстве |
| <i>Storyboard VR</i> | создание прототипов и визуализации для архитекторов; передвижение, масштабирование и анимирование простых двухмерных объектов |
| <i>BIMx</i> | демонстрация архитектурных проектов при помощи технологии Google Cardboard VR; создание разреза по зданию в любом месте в онлайн-режиме при помощи функции «секущая плоскость» |
| <i>Fuzor</i> | интеграция с Revit для рендеринга в режиме реального времени |
| <i>Unreal Engine, Unity</i> | создания реалистичных моделей; обширный набор инструментов для редактирования |
| <i>Enscape, Stingray</i> | плагины для Revit; создание виртуальных моделей на основе существующего программного обеспечения BIM |
| <i>Matterport</i> | создание 3D-моделей квартир, домов и офисов, виртуальный тур в них |
| <i>Shapspark</i> | моделирование физического освещения в моделях |
| <i>Дополненная реальность:</i> | |
| <i>ARki</i> | визуализация архитектурных моделей на основе технологий дополненной реальности (AR); наложение трехмерных моделей на существующие в режиме реального времени |
| <i>SmartReality</i> | наложение интерактивной модели BIM на планы печатной конструкции, создание трехмерной визуализации проектов |
| <i>Magic Leap</i> | создание перемешано-дополненной реальности, изображения которой проецируются не на стекла очков, а непосредственно на сетчатку глаза |
| <i>Pair</i> | физическое перемещение по виртуальному 3-D продукту; перетаскивание трёхмерной модели мебели и приборов в проекты с использованием iPhones или iPads |
| <i>Junaio</i> | просмотр настольных виртуальных макетов |
| <i>Urbasee Future</i> | загрузка макетов зданий на сервер и привязка их к конкретной геолокации; отображение на той же локации проекта в масштабе 1:1 вместо котлована или поля |
| <i>VisiDraft</i> | визуализация 3D-чертежей САПР в 3D-среде реального времени, дополненной реальностью, используя iPad |
| <i>Augment</i> | плагин в SketchUp, Revit, 3D Max и SolidWorks, с возможностью загружать свои объекты из наработанных библиотек и встраивать их в интерьер |

Философия и психология VR в архитектуре

Архитектура виртуальна в философском аспекте: она всегда объединяет виртуальность воображения с реальностью. Рациональность реальности, которая была основой современной архитектуры, в настоящее время переходит к сложным динамическим виртуальным информационным матрицам реальности. Виртуальность в архитектуре открывает новые измерения архитектурных пространств, задействует сложную сеть информационного потока между видимым и невидимым. Виртуальная и смешанная реальность в архитектуре, как взаимодействие физического и виртуального миров, включает в себя архитектуру нового вида – объемы без бетона, пространственных элементов, границ и ориентиров.

Психологические проблемы виртуальной реальности изучает *виртуальная психология*. Ведутся исследования по излечению психологических расстройств при погружении в виртуальность.

Применение VR в архитектурных и дизайнерских бюро в мире

Мировые архитектурные студии все больше внедряют VR в свою работу. Так, цифровая модель Serpentine Gallery Pavilion от бюро BIG (рис.10) предоставляет возможность

совершить экскурсию по зданию с использованием виртуальной реальности для тех, кто не может посетить павильон. Архитектурное бюро Zaha Hadid организовало VR-выставку произведений живописи и графики, выполненных З.Хадид в 80-е годы. Архитекторы из Foster+Partners применяют дополненную и виртуальную реальность, чтобы тестировать небоскребы, проверять системы жалюзи, затеняющие устройства, световые эффекты, показывать клиенту виды с определенного этажа здания. Компания IKEA использует очки для презентации шоу-румов, демонстрации интерьеров, тестирования материала и цвета. Также технологии VR в своих проектах применяют такие мировые архитектурные лидеры, как Gehry Partners, Chaos Group, UNStudio и т.д.

VR в архитектуре Украины

В Украине основным направлением VR в архитектуре на данный момент является *дизайн интерьера*. Предоставляются возможности перемещаться по объекту, изменять материалы, цвета, освещение и другие элементы, полностью погрузившись в воображаемый мир. Архитектурные студии (Urban Experts, eVReye, VRfor, 3dreams, MadGroup, Indium Lab, shatava и др.) применяют эти технологии для презентации интерьеров еще до начала строительства, что позволяет увидеть будущие объекты недвижимости в максимально реалистичных условиях.

Перспективы развития VR в архитектуре

Большие возможности открываются для архитекторов с развитием виртуальной реальности. За последние пять лет технологии VR вступили в активную стадию разработки. Тем не менее, на данный момент устройства VR дорогостоящи для широкой аудитории.

По оценкам специалистов, через 10-15 лет эти технологии способны произвести нечто вроде революции. В настоящее время эта область еще не до конца изучена и представляет огромное поле для исследований, создания методологий и программ взаимодействий.

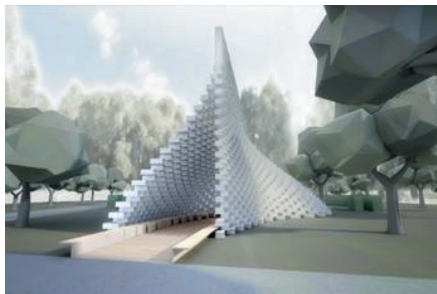


Рис. 10. Цифровая модель Serpentine Gallery Pavilion, бюро BIG

Вывод. Пройдя определенные этапы развития, технологии виртуальной реальности стали применяться и в архитектуре. Они помогают погрузиться в виртуальный проектируемый объект, увидеть голограмму, наложенную на реальность. Это открывает возможности побывать в еще не построенном объекте, передвинуть предметы интерьера, изменить цвет, проверить эргономику, эвакуационные пути. Профессионалы смежных профессий имеют возможность обследовать объект, делать свое заключение до начала строительства. Виртуальная архитектура способствует безграничному расширению пространства. Многочисленные программы VR, созданные для архитекторов, выводят различные этапы проектирования на новый качественный уровень. Современные технологии для архитектурных бюро уже доступны, и сейчас наступает время расширения границ их пользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глусберг Х. От киберкультуры к изображению архитектуры / Х. Глусберг // Архитектура и строительство Москвы. – 2002. – № 2–3. – С. 44–46.
2. Добрицына И.А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – 416 с.
3. Дополненная реальность: мобильные архитектурные приложения будущего. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://archspeech.com/article/dopolnennaya-real-nost-mobil-nye-arhitekturnye-prilozheniya-budushhego>
4. 5 технологичных решений для архитекторов: от виртуальной реальности до рабочего места в облаке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://archspeech.com/article/5-tehnologichnyh-resheniy-dlya-arhitektorov>
5. 50 Virtual Reality Technologies in Architecture and Engineering [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.viatechnik.com/resources/50-virtual-reality-technologies-in-architecture-engineering-and-construction/>(дата обращения: 21.10.2018)
6. Freitas M. R. Ruschel R. C. What Is Happening To Virtual And Augmented Reality Applied To Architecture//In Proceedings Of The 18th International Conference On Computer-Aided Architectural Design Research In Asia. – Singapore, 2013.
7. Schmitt G. Virtual Reality in Architecture in // Thalman (editor). Virtual Worlds and Multimedia. – John Wiley & Sons, 1993.