

ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

Научная статья



УДК/UDC 74:72.017.2:004.9

DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-217-228

EDN: UIDUZM



CC BY-NC-SA 4.0

Виртуальный образ световых форм при VR-моделировании**Владимир Евгеньевич Карпенко¹**

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

karpenkove@mail.ru

Аннотация. Статья исследует связь цифровых технологий и создания виртуального светового образа в VR с нейровизуальными эффектами иммерсивности и присутствия. Прослеживается развитие технологий виртуальности от выставочного пространства и ранних компьютерных технологий до VR-шлемов. Виртуальное игровое пространство рассматривается как прототип иммерсивной городской среды. Уточняется понятие световой формы, раскрываются и формулируются критерии и принципы виртуального образа световых форм. Подтверждается, что ключевым свойством виртуального светового образа является эффект иммерсивности и пространственного присутствия. Выполнено виртуальное моделирование элементов светового образа в специальной программе.

Ключевые слова: компьютерные игры, виртуальные миры, VR, игровое пространство, световые формы, иммерсивность, пространственное присутствие

Для цитирования: Карпенко В.Е. Виртуальный образ световых форм при VR-моделировании // Architecture and Modern Information Technologies. 2026. № 1(74). С. 217-228. URL: https://marhi.ru/AMIT/2026/1kvart26/PDF/14_karpenko.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-217-228 EDN: UIDUZM

ARCHITECTURAL ENVIRONMENT DESIGN

Original article

Virtual image of light forms in VR-modeling**Vladimir E. Karpenko¹**

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

karpenkove@mail.ru

Abstract. This article explores the relationship between digital technologies and the creation of virtual light images in VR with the neurovisual effects of immersion and presence. It traces the development of virtual technologies from exhibition spaces and early computer technologies to VR headsets. The virtual gaming space is considered as a prototype of an immersive urban environment. The concept of light form is clarified, and the criteria and principles of the virtual image of light forms are revealed and formulated. It is confirmed that the key property of a virtual light image is the effect of immersion and spatial presence. Virtual modeling of light image elements is performed using a specialized program.

Keywords: computer games, virtual worlds, VR, gaming space, light forms, immersiveness, spatial presence

For citation: Karpenko V.E. Virtual image of light forms in VR-modeling. Architecture and Modern Information Technologies, 2026, no. 1(74), pp. 217-228. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2026/1kvart26/PDF/14_karpenko.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-217-228 EDN: UIDUZM

¹ © Карпенко В.Е., 2026

Введение: компьютерные и экспозиционные технологии в достижении виртуальности

Анализ современных исследований в области виртуальности показывает тесную связь VR с определением Метавселенной как неосязаемого параллельного мира, где пользователи существуют в виде цифровых аватаров и при этом могут имитировать все социальные процессы реальности. Раскрывается вопрос о возможности использования архитекторами VR как инструмента безграничных проектных и уникальных решений. Более того, дизайнеры могут успешно проектировать как архитектурные объекты для Метавселенной, так и её внутреннее цифровое насыщение в виде различных предметов для компьютерных игр в игровой индустрии. С помощью Метавселенной можно также сохранить в виртуальности утраченный архитектурный объект, предварительно отсканировав его дронами и лазерами [1]. В другой работе приводятся примеры практического использования градостроительных симуляторов при создании информационных моделей городов в градостроительстве и урбанистике с целью оптимизации и прогнозирования развития, предупреждения проблем различных систем, экспериментирования с объемно-пространственными и архитектурно-планировочными решениями городов. Приводятся технологии проектирования, заимствованные из индустрии видеоигр [2].

Световой образ формы как композиционный набор световых модулей и приёмов в архитектурном объекте может быть визуализирован в панорамных городских видах с высоты человеческого взгляда. При этом могут использоваться несложные оптические устройства приближения или удаления изображения, позволяющие визуально интерпретировать и наблюдать городской ландшафт. Экспозиционные технологии архитектурной среды могут дополняться понятием *мультимедийного города*, которые тесно связаны с его презентацией и выражением через новые технологии коммуникаций, виртуальной и дополненной реальности [3]. При изучении истории виртуальных технологий в 1939 году в Нью-Йорке американский теоретик и дизайнер Норман Геддес создал «Футураму» – футурологический проект павильона компании «Дженерал Моторс» на Всемирной выставке, в который он поместил макет города будущего, содержащий многочисленные здания, деревья, автомобили, многие из которых двигались (рис. 1а-в). Посетители выставки были впечатлены масштабом и визуальной вовлеченностью в макет города.

В СССР также применялся метод кругового обзора для музейной экспозиции и презентации. В здании «Круговая кинопанорама» на территории ВДНХ была помещена кругорамная кинематографическая система, использующая 11 (в ранней версии 22) 35-мм киноплёнки для создания изображения с горизонтальным углом обзора 360° (рис. 1г). В зале не было сидячих мест, и зрители стоя смотрели фильм, который проецировался на двухъярусный экран. *Первый шлем виртуальной реальности* разработал в 1968 году американский ученый А. Сазерленд, когда создал прибор, названный им «наголовным дисплеем», в котором можно было видеть трехмерную сцену, наложенную на реальное пространство. Дисплеи в оптической части отслеживали положение головы и корректировали перспективу в виртуальной картине [4] (рис. 1д). В дальнейшем, в 1980-е годы, была предложена *первая цифровая модель города Сиэтла*, которая представляла его виртуальную версию, созданную жителями. Город выглядел абстрактным, из «пластилиновых блоков» с «мешаниной цветов» и нереалистичной передачей тумана. Однако был получен эффект полета над городом и заливом, контроль процесса осуществлялся виртуальной рукой [5] (рис. 1е).

Сегодня с развитием цифровых и компьютерных технологий стало возможно ощущать городское пространство в трёх измерениях в VR-очках, с учётом иммерсивности и погружения, что дает более яркий сенсорный опыт переживания городской среды.

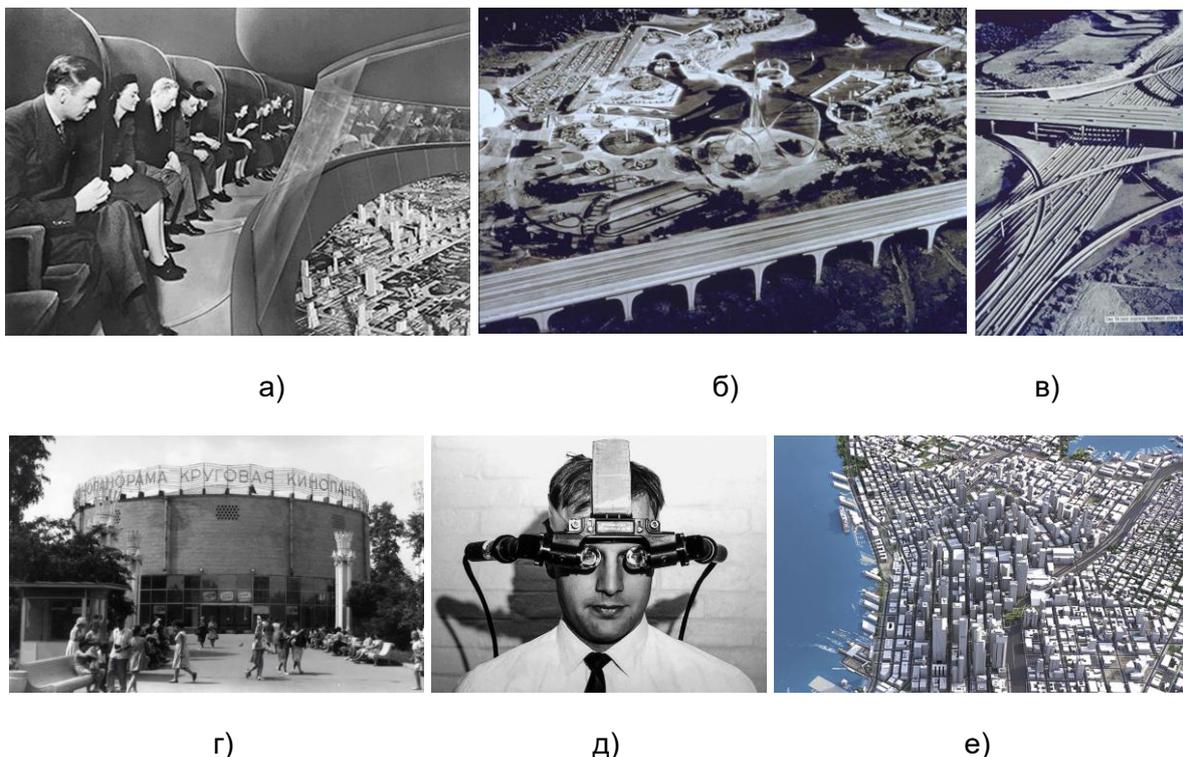


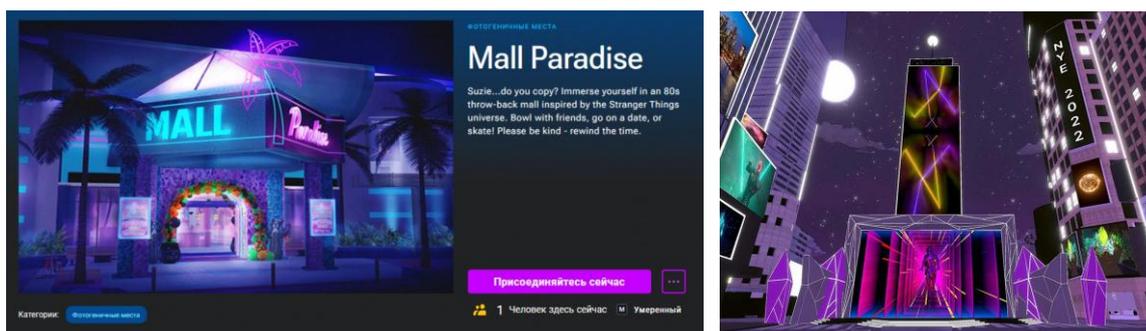
Рис. 1. Первые опыты иммерсивности и виртуальности: а-в) макет города будущего Нормана Геддеса на Всемирной выставке в Нью-Йорке в 1939 году; г) здание «Круговая кинопанорама», ВДНХ, г. Москва, 1959 г. Арх. Н. Стригалёв, инж. Г. Муратов; д) американский ученый А. Сазерленд с авторской разработкой VR-шлема; е) виртуальное пространство и цифровая модель города Сиэтла. 1980-е годы

Виртуальное игровое пространство как прототип реальной ночной городской среды

Создание геймсреды и проектирование виртуальных миров с учетом иммерсивности предполагает активное взаимодействие с объектами виртуальной среды. Именно эта особенность объясняет эффект погружения и присутствия: «это сделает игровой мир более реалистичным и аутентичным» [6, с.160]. В психологии известно, как игроки вливаются в воображаемые миры и взаимодействуют с различными объектами. Изучался эффект «пространственного присутствия», когда утрачивается психологическое ощущение связи с окружающим миром, кажется, что мир создан с помощью технологий. Также жители и пешеходы могли бы взаимодействовать в ночной городской среде с ночными доминантами и акцентами, световыми формами. Иммерсивность также выражается через пристальное внимание к игре. Изучалось потоковое психологическое состояние, когда действия и опыт соответствовали задачам игры. Таким образом, иммерсивность связана со способностью понимать, представлять, ориентироваться в виртуальных средах, где образ играет важную роль [6]. Игроки сначала формируют ментальную пространственную модель виртуального пространства (они ощущают изображение, звуки, движения), и далее начинают предпочитать этот виртуальный мир. Таким образом, образ виртуального мира и его объектов складывается из эффекта погружения и яркости сенсорного восприятия визуальных, звуковых, двигательных сигналов и информации, исходящих из виртуальной среды, зависящих от качества графики, звука и силы тактильности [6]. Для правополушарных и левополушарных людей характерно определенное и лучшее восприятие информации и образа объекта тактильно, визуально или в виде звуковых сигналов [7]. Мозг создает мысленные модели окружающего мира, далее обработка информации находится в области семантики и представлений, и поэтому в образах необходимо избегать неоднозначности [7, с.46].

Детальность разработанного окружения необходима в каждой игре. Ранее повторное использование элементов геймплея игровой среды помогало создавать виртуальное игровое пространство с помощью разнообразия и многократного повторения элементов виртуальной среды. Мир должен быть спроектирован увлекательным и впечатляющим, как реальная городская среда вечером, обладающая своей образностью. Она может быть интерактивной, увлекать пользователя, игрока или пешехода, движущегося в вечернем городе. Игрок должен изучать, осваиваться и переходить из одного задания в другое, из одного городского светового пространства в другое [8, с.126]. Геймдизайн достоверно импортирует реальный мир, например, погодные условия, смену дня и ночи, пространство, по которому игрок, как и пешеход в городе, будут перемещаться, ходить и получать впечатления. Но все эти элементы должны быть согласованы друг с другом. При этом все перемещения для игрока могут происходить естественно не только по горизонтали, но и вверх [8, с.124-125].

В виртуальных мирах пользователи сами создают параллельные дневной и ночной миры. Задачи обеспечения VR при неограниченном числе аватаров-пользователей заключаются в достижении мгновенного рендеринга, интероперабельности сети (перенос виртуального контента из одного мира в другой), персистентности (единый пользовательский опыт во всех виртуальных мирах), синхронности (разделенный опыт каждого пользователя) [9] (рис. 2). Эффект погружения зрителя в виртуальную среду при помощи VR-очков, активизация его зрительного восприятия и общего эмоционального отклика практически аналогичны ощущениям пользователя в искусственной вечерней световой среде. При этом человек с высоты взгляда пешехода иммерсивно может видеть, как в реальности, различные световые приёмы освещения архитектурных элементов зданий и среды.



а)

б)

Рис. 2. Световые эффекты в виртуальных пространствах Метавселенной: а) торговый центр Paradise; б) Второй ежегодный музыкальный фестиваль Metaverse (DCLMVMF22)

В нашей статье формулируется *первая гипотеза*: виртуальная игровая среда является аналогом реального города, а нейропсихологический эффект иммерсивности у человека, возникающий при восприятии игровой среды в VR-гарнитуре, есть фактор виртуального образа световой формы и городской среды, который можно реализовать в физическом городском вечернем пространстве. *Вторая гипотеза* состоит в том, что светокомпозиционные эффекты, присутствующие в световых формах и модулях в VR-гарнитуре и VR-пространстве, могут быть аналогичны палитре светокомпозиционных приёмов реальной световой формы, возбуждающих определённую психологическую реакцию реального пешехода и аналогично типу поведения человека в компьютерной игре.

Иммерсивность и присутствие как факторы светового виртуального образа

Решение выдвинутых гипотез предлагается через *воссоздание иммерсивности в реальной городской среде следующими методами игрового виртуального пространства*:

- необходимость направлять и мотивировать игроков и пешеходов с помощью эмоций, что побуждает размещать световые доминанты по ходу виртуального и реального пути движения;
- максимально избегать ощущения несправедливости (для игры), то есть размещать эффектные световые доминанты с оригинальными световыми эффектами (для реального ночного города);
- создавать сильное впечатление и запоминающийся трек по ходу развития сценария игры и системы световых доминант и акцентов в реальности;
- необходимо избегать раздражающих проблем в использовании игрового трека: виртуальное ночное пространство должно быть равномерно и качественно светлым;
- в виртуальном ночном пространстве игры необходимо воссоздание положительной зрительной индукции.

Эмоции и чувства игрока подобны эмоциям и чувствам пешехода, передвигающегося в ночной городской среде. Аналогично формулируются *принципы проектирования компьютерной игровой среды, которые заключаются в:*

- проектировании ночной городской среды как игрового пространства с формированием ощущения реалистичности и аутентичности;
- создании иммерсивности в световой форме как факторе светового образа;
- необходимости направлять, радовать и впечатлять *игроков как пешеходов* с помощью зрительных воздействий и внезапным появлением световых доминант, акцентов и фона (рис. 3).



Рис. 3. Световые эффекты, доминанты, акценты и фон в компьютерной игре Need for Speed Underground 2

Результатом высказанных гипотез может также являться создание *прототипа иммерсивной ночной городской среды*, при котором решаются практические задачи в моделировании световой среды города средствами VR и игрового движка в проектировании искусственного освещения архитектурных деталей исторических объектов и их элементов-модулей. При моделировании архитектурных световых модулей и элементов в виртуальной реальности используется математическая комбинаторика как выработка множества световых приёмов и создание своеобразной математической формулы художественного решения освещения городского пространства и определённых световых ритмов (рис. 4). Эффект погружения зрителя в виртуальную среду при помощи VR-очков, активизация его зрительного восприятия и общего эмоционального отклика практически аналогичны ощущениям пользователя в вечернем городе. При этом человек с высоты взгляда пешехода иммерсивно может видеть, как в реальности, различные световые приёмы освещения архитектурных элементов зданий и среды. На рисунке 5 представлено проектирование ночной городской среды и архитектурных элементов исторических объектов в игровом движке.

В учебных работах с VR-гарнитурой световой образ арт-объектов содержит такие же символические значения, как и дневная форма. Предварительно, с целью выявления семантического поля, проводился культурологический анализ используемых художественных символов и средств для создания арт-объекта. При этом образ, форма и

цветность его света могут нести положительное психологическое и визуальное воздействие на пешехода в городе. Световые арт-объекты могут располагаться в темных пространствах арок и подземных переходов. В арт-объекте виртуальный световой образ содержит аналогичные визуально-символические и культурологические знаки и средства, которые могут быть заложены в его световые приёмы (рис. 6а). В другой работе световой образ инсталляции основан на сценах художественного фильма, который воспроизводит сказочную среду и атмосферу. Светящиеся формы объектов, основанные на образах кинофильма, виртуально воспринимаемые при помощи VR-гарнитуры, воссозданы и размещены в подземном переходе или улицах ночного города и могут программировать движение пешеходов с определенными эмоционально-атмосферными параметрами [10] (рис. 6б).

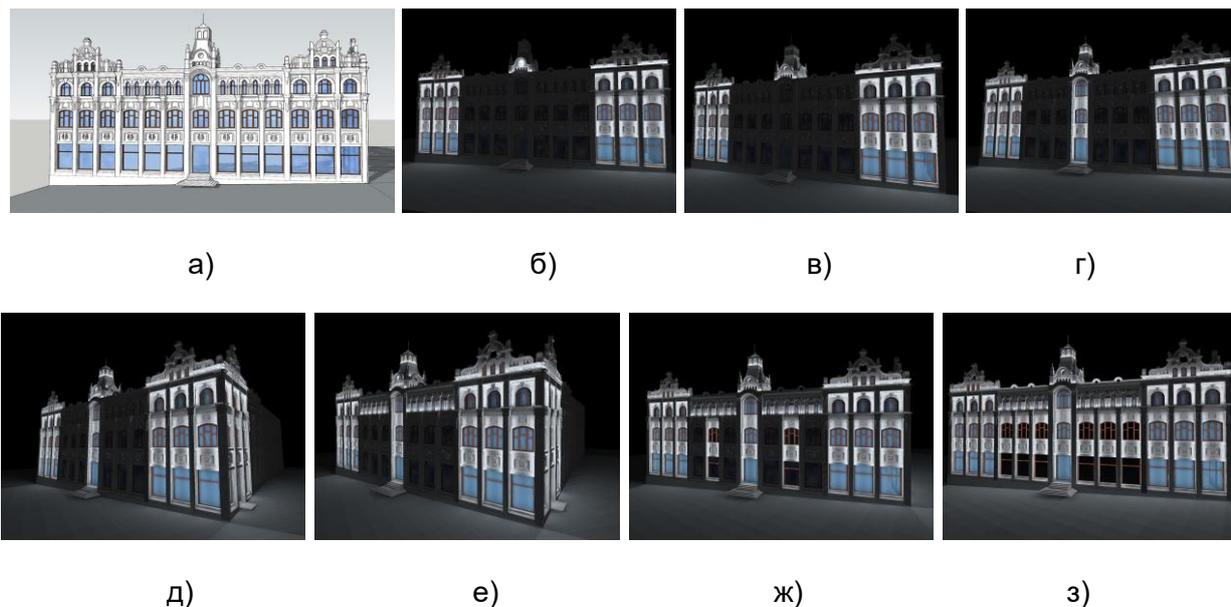
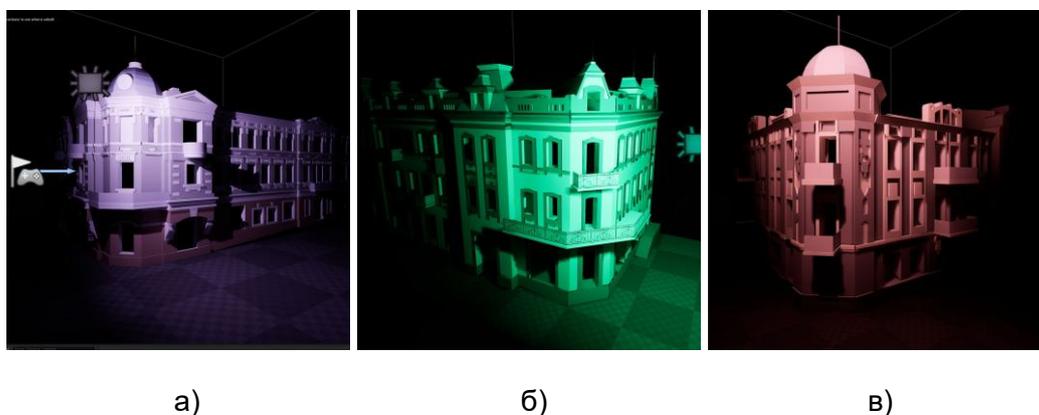


Рис. 4. Световые модули и формы исторического здания: а) фасад исторического здания в стиле модерн (здание универсального магазина Торгового дома «Кунст и Альберс» во Владивостоке, арх. Г.Р. Юнгхендель, инж. А.К. Иогансон, 1907 г.); б-з) увеличение количества световых форм при различном комбинировании освещенных архитектурных элементов – боковые и центральный ризалиты, башня, шатёр и фронтон башни, верхний ряд арочных окон и центральные элементы окон между ризалитами выполненные в светотехнической программе



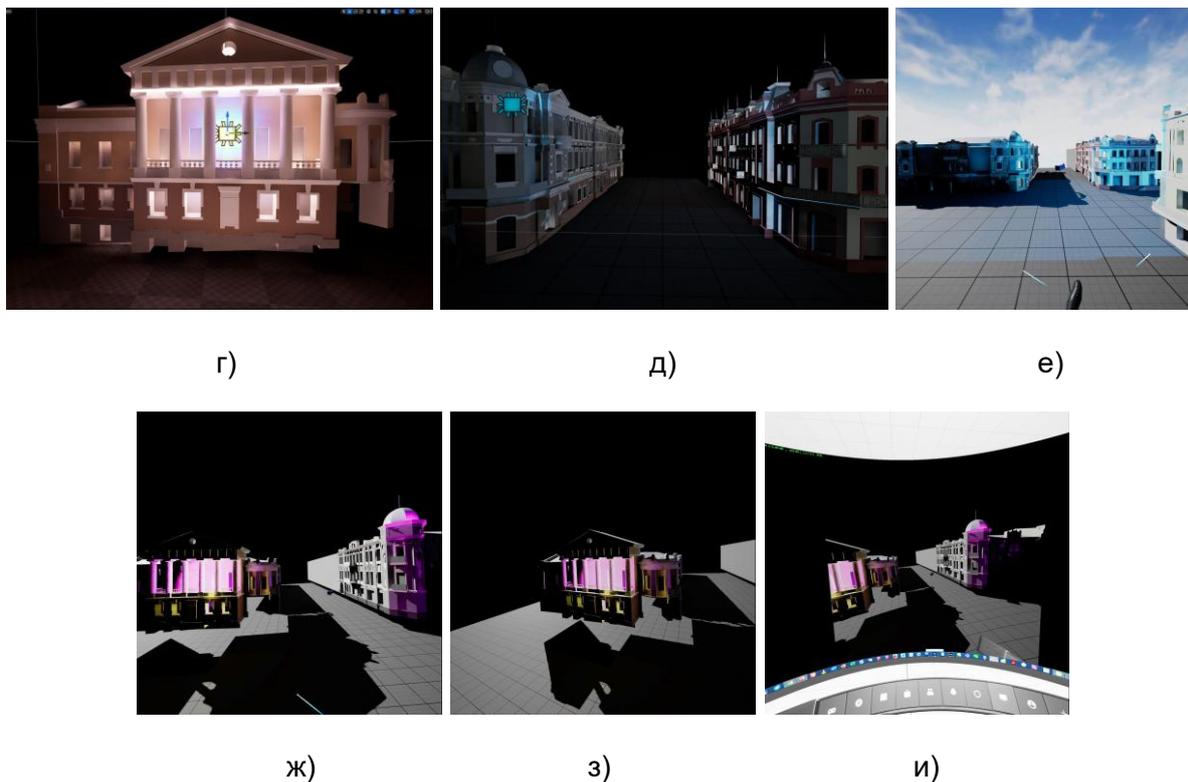


Рис. 5. VR-моделирование искусственного освещения в виртуальном пространстве с помощью VR-очков в игровом движении: а-д) виртуальное освещение зданий в исторической среде города; е) виртуальное дневное пространство в исторической среде города; ж-и) визуальное представление виртуального пространства в VR-гарнитуре



Рис. 6. VR-моделирование световых форм с помощью VR-очков: а) виртуальное моделирование световой формы с культурологическими и символическими визуальными образами; б) виртуальное моделирование световой формы инсталляции в подземном пространстве в исторической среде города с элементами образов киноискусства

Критерии виртуального образа световой формы в VR-пространстве

Моделирование виртуальных световых форм в VR-пространстве заключается в создании светокомпозиционных элементов-модулей для их последующего применения в реальных световых инсталляциях, медиафасадах, скульптурах и т.д. Практика последних лет светодизайна, смена художественных стилей и моды, достижения в области программирования и цифровых технологий позволили выделить существенные признаки и типы световых форм: светопроекционные (видеомэппинг), светографические, светоживописные и инсталляционные, скульптурные, медиаповерхности и медиафасады,

структурные и вертикальные, энергосберегающие и *виртуальные*. Основными признаками реальных световых форм являются характер их освещения (освещенные или самосветящиеся), приёмы освещения в виде световой графики, живописи, локального, динамичного или статичного, белого или хроматического, интерактивного освещения, в виде автономного объекта или фрагмента архитектуры или ландшафта, с плоской, криволинейной или объемной геометрией, с определенной функцией (информация, инсталляция, временная, постоянная или малая архитектурная форма), управлением и базовыми светотехническими изделиями в её конструкции (вид источника света – ИС) [11]. Особенности *виртуальных световых форм* объясняются тем, что они формируют иллюзорные ощущения. Например, такие чувства вызывают искусственные лучи-формы над площадями или улицами, или предполагаемые световые варианты освещения при наложении экрана смартфона на фасад реального объекта.

Сегодня в науке светового дизайна и архитектуры найдены основные компоненты искусственной световой среды в селитебной части города, в частности определены функциональные светотехнические параметры в транспортных и пешеходных зонах. Светотехнические параметры в транспортных зонах стабильны и определяются требованиями необходимой видимости для водителей, имеют чёткие планировочные границы, ориентация и эстетика окружающего пространства для пешеходов решаются в них косвенно. Пешеходные пространства разделены на типы: движения, общения и отдыха, в каждом из которых освещаются и выявляются вечером эстетические достоинства вертикальных поверхностей архитектурных форм (пластика, фактура и цвет) и горизонтальной плоскости ландшафта [12]. *Функциональные критерии виртуального светового образа* заключаются в достижении необходимых эстетических и светотехнических показателей в виртуальных и сопоставимых реальных пешеходных и транспортных светопространствах путем измерения освещенности и яркости методами психологического шкалирования в графических или специальных компьютерных программах (рис. 7). *Критерии реалистичности* световой формы и ее элементов состоят в достижении максимальной идентичности цветоцветовых композиционных параметров формы и ее элементов в виртуальной и реальной архитектурно-световой среде города. *Эстетические критерии* выражения световой формы и ее элементов-модулей содержатся в моделировании световых куполов, башен, арок, ризалитов, ниш, аттиков и световых ритмов в объемно-пространственной композиции архитектурного объекта в VR.

Выводы: принципы использования виртуального светового образа в реальной вечерней городской среде

Одним из практических выводов исследования является формулирование *общего принципа переноса виртуального образа световой формы, выраженного через психологическое ощущение иммерсивности и пространственного присутствия, в условия реального ночного города, который дополняется несколькими тезисами:*

- пространственное присутствие – это психологическое состояние, возникающее, когда забывается, что окружающий мир создан с помощью технологий;
- удовольствие от игры и пространственное присутствие в световой среде города тесно связаны;
- достижение пространственного присутствия можно создать и протестировать средствами устройств для виртуальной реальности и VR-гарнитуры;
- пространственное присутствие облегчает формирование ментальной модели человека в виртуальном мире либо помогает забыть о технологической связи между VR-средой и реальностью, а доминанты световых форм принимаются в качестве основного ориентира в ночном виртуальном и реальном световом пространстве города;
- технология, эффективно формирующая пространственное присутствие, аналогичным образом влияет на системы восприятия человека. Она взаимодействует на глубоком уровне сознания человека как сама реальность;
- чем богаче и реалистичнее создается иммерсивная виртуальная и поведенческая (ментальная) модель человека, тем больше вероятность того, что пешеходы забудут о

реальности и начнут принимать виртуальный мир за основную точку отсчета в пространстве при моделировании виртуальной ночной световой среды;

- пространственное присутствие формируется более отчетливо, когда в игре, как городской среде, нет пауз для подгрузки новых визуальных стимулов и необходима непрерывность эмоциональной атмосферы и светового поля;
- технология, эффективно формирующая пространственное присутствие в VR-среде, аналогичным образом воздействует на системы сенсорного восприятия пешехода в реальности.

В результате виртуального моделирования освещения элементов-модулей исторического здания, включающих шатер башни и два боковых ризалита с аттиками, можно сделать вывод о реалистичности и полном ощущении присутствия рядом с виртуальным архитектурным зданием. Это позволяет производить натурное виртуальное моделирование освещения объекта (рис. 7). В VR-среде были применены компьютерные программные ИС, и получены параметры светового потока (Φ) каждого источника: Area light ($\Phi \sim 4000/4500/10000$ лм) для общей заливки фасада и IES20 ($\Phi = 200/475/4000$ лм) для локального освещения шатра центральной башни и аттиков боковых ризалитов.



а)

б)

в)

Рис. 7. Виртуальное моделирование световых элементов-модулей фасадов исторического здания в VR-шлеме, получение компьютерных данных светового потока ИС: а-б) виртуальное моделирование освещения элементов-модулей исторического здания (шатер башни + боковые ризалиты + аттики), выполненное в VR-среде в VR-очках

Отсюда формулируем принципы достижения *виртуального светового образа* в VR-среде и реальном городе:

1. *Экспериментальный принцип.* Посредством пространственного мышления и зрительного восприятия внутри VR-среды появляется возможность корректировать световой ритм или выявлять детали здания или пространства, которые следует акцентировать искусственным светом с целью формирования увлекательной игровой среды и игрового трека с последующим размещением световых доминант и акцентов в пространстве реального города.

2. *Принцип психологического и светокомпозиционного переноса* виртуальных световых форм и модулей в реальное освещение городских объектов. Передвижение человека в виртуальном ночном пространстве сопровождается зрительным опытом восприятия различных световых форм. Подобный иллюзорный навык может быть перенесен в реальное городское пространство с целью его насыщения ориентирами, повышения эстетической выразительности, достижения выразительности пространства и логики формирования световых ансамблей.

3. *Принцип доминанты*, направляющей движение и создающей дополнительное освещение. В психологии известны перцептивные феномены, когда игроки вливаются в воображаемые пространства, и им кажется, что мир создан с помощью технологий. Это аналогично ощущениям пешеходов в ночной городской среде, содержащей новые световые доминанты и акценты, отличные от дневных.

4. *Принцип реалистичности и эстетики* виртуальных световых форм. Ясность виртуального светового образа будет зависеть от необходимого уровня порогового воздействия эффектов иммерсивности, цветоцвета, светового потока (Φ), яркости (L) и освещенности (E) на сознание и зрение человека. Это практически можно наблюдать в экспериментальных работах и в дальнейшем предлагать проектные решения световой архитектуры и среды.

Источники иллюстраций

Рис. 1 а) URL: <https://ru.pinterest.com/pin/63824519690987235/> (дата обращения: 05.12.2025); б,в) URL: <https://www.fabiofeminofantascience.org/RETROFUTURE/RETROFUTURE1.html> (дата обращения: 05.12.2025); г) URL: <https://krugorama.narod.ru> (дата обращения: 05.12.2025); д) Смит Э.Р. Пиксель. История одной точки. Москва: Individuum, 2023; е) URL: <https://3dexport.com/3d-model-seattle-3d-city-model-488249> (дата обращения: 05.12.2025).
Рис. 2 а) URL: <https://secondlife.com/destination/mall-paradise> (дата обращения: 05.12.2025); б) URL: <https://secondlife.com/destination/mall-paradise> (дата обращения: 05.12.2025).
Рис. 3 а) URL: <https://www.sector.sk/novinka/21135/nfs-underground-2-dalsie-obrazky.htm> (дата обращения: 05.12.2025).
Рис. 4, 5, 7. Рисунки автора.
Рис. 6 а) Посадова О.А., студентка ДВФУ, виртуальное моделирование световой арт-формы в VR-гарнитуре, 2025 г.; б) Бондарь Д.С., студент ДВФУ, виртуальное моделирование световой инсталляции в VR-гарнитуре «Лес планеты Пандора», 2025 г.

Список источников

1. Шемякин Ф.Я. Дематериализация и виртуализация архитектурной среды: от Медиатеки Сендая к архитектуре Метавселенной // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2024. №2(67). С. 20-30. URL: https://marhi.ru/AMIT/2024/2kvart24/PDF/01_shemyakin.pdf (дата обращения: 25.02.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2024-2-20-30
2. Потапенко А.А. Градостроительные симуляторы как экспериментальный элемент в системе инструментов управления развитием территорий / А.А. Потапенко, Е.И. Фокеева // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2025. № 3(72). С. 350-370. URL: https://marhi.ru/AMIT/2025/3kvart25/PDF/22_potapenko.pdf (дата обращения: 25.02.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2025-3-350-370 EDN: XEOZGV
3. Худолеева Е.О. Мультимедиа и архитектура: эволюция взаимодействия // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2024. №3(68). С. 339-349. URL: https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/22_khudoleeva.pdf (дата обращения: 25.02.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-339-349
4. Смит Э.Р. Пиксель. История одной точки. Москва: Individuum, 2023. 688 с.
5. Ланье Д. На заре новой эры: автобиография «отца» виртуальной реальности. Москва: Эксмо, 2019. 496 с.
6. Мэдиган Д. Психология видеоигр. Взгляд психолога на видеоигры, геймеров и игровую индустрию. Москва: Эксмо, 2023. 352 с.
7. Ходент С. Мозг игрока. Как нейронауки и UX влияют на дизайн видеоигр. Москва: Эксмо, 2023. 288 с.
8. Киллик М. Гейм-дизайн: как создаются игры. Санкт-Петербург: Питер, 2024. 256 с.

9. Болл М. Метавселенная: Как она меняет наш мир. Москва: Альпина Паблицер, 2023. 362 с.
10. Бондарь Д.С., Посадова О.А., Карпенко В.Е. Психологическое восприятие, символика и образность при моделировании световых инсталляций и арт-форм в VR // Инновационная светотехника. Журнал РНК МКО. 2025. №1. С. 111-116. URL: https://cie-russia.ru/yis/publ/CIENCRU_Journal_2025_01.pdf (дата обращения: 04.12.2025).
11. Карпенко В.Е., Щепетков Н.И. Световые формы в городской среде // Светотехника. 2022. № 1. С. 4-10.
12. Щепетков Н.И. Световой дизайн города и интерьера / Н.И. Щепетков. Москва, 2021. 456 с.

References

1. Shemyakin F.Ya. Dematerialization and virtualization of the architectural environment: from the Sendai Mediatheque to the architecture of the Metaverse. Architecture and Modern Information Technologies, 2024, no. 2(67), pp. 20-30. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2024/2kvart24/PDF/01_shemyakin.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-2-20-30
2. Potapenko A.A., Fokeeva E.I. City-building simulators as an experimental element in the system of territorial development management tools. Architecture and Modern Information Technologies, 2025, no. 3(72), pp. 350-370. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2025/3kvart25/PDF/22_potapenko.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2025-3-350-370 EDN: XEOZGV
3. Khudoleeva E. Multimedia and architecture: the evolution of interaction. Architecture and Modern Information Technologies, 2024, no. 3(68), pp. 339-349. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/22_khudoleeva.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-339-349
4. Smith Alvy Ray. A Biography of the Pixel. U.S., Cambridge, Massachusetts, The MIT Press. 2021, 560 p.
5. Lanier J. Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality. USA, New York, Macmillan: Picador, 2018, 368 p.
6. Madigan J. Getting Gamers: The Psychology of Video Games and Their Impact on the People who Play Them. U.S., Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, 2019, 320 p.
7. Hodent C. The Gamer's Brain: How Neuroscience and UX Can Impact Video Game Design. United States, Boca Raton, Florida: CRC Press, 2026, 340 p.
8. Killick M. The Way We Play: Theory of Game Design. London: Apress, 2022, 252 p.
9. Ball M. The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything. New York: Liveright Publishing Corporation, 2022, 352 p.
10. Bondar D.S., Posadova O.A., Karpenko V.E. Psychological Perception, Symbolism and Imagery in Modelling Light Installations and Art Forms in VR. Lighting Engineering Innovation, 2025, no. 1, pp. 111-116. Available at: https://cie-russia.ru/yis/publ/CIENCRU_Journal_2025_01.pdf

11. Karpenko V.E., Shchetkov N.I. Light Forms in Urban Environment. Light & Engineering, vol. 29, no. 4, 2021, pp. 6-15.
12. Shchetkov N.I. *Svetodizajn goroda i inter'era: Uchebnoe posobie dlja vysshih uchebnyh zavedenij* [Lighting Design of the City and Interior: Textbook for Higher Educational Institutions]. Moscow, 2021, 456 p.

ОБ АВТОРЕ

Карпенко Владимир Евгеньевич

Кандидат архитектуры, доцент, профессор Департамента архитектуры и дизайна Политехнического института (Школы), Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия; член Союза архитекторов России
karpenkove@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR

Karpenko Vladimir E.

PhD in Architecture, Assistant Professor, Department of Architecture and Design, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;
Member of the Union of Architects of Russia
karpenkove@mail.ru