



DOI: [10.71167/uaceg.2026.590215](https://doi.org/10.71167/uaceg.2026.590215)

Получена: 12.10.2025 г.

Приета: 14.12.2025 г.

РЕНДЕРИРАНЕ В РЕАЛНО ВРЕМЕ И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ – ИДВА ЛИ КРАЯТ НА ЕДНА ЕРА?

М. Евлогиев¹

Ключови думи: архитектура, изкуствен интелект, автоматизация, архитектурна визуализация, реално време, фотореализъм

РЕЗЮМЕ

Статията разглежда промените в архитектурната визуализация, предизвикани от навлизането на реално времевите технологии и изкуствения интелект (ИИ). Анализират се както традиционните методи, свързани с прецизно моделиране и фотореалистичен рендеринг, така и съвременни инструменти, отличаващи се със скорост и автоматизация. Проследяват се последствията за професионалната практика, промяната в изискваните умения и оформянето на нови, хибридни подходи. В заключение се подчертава, че вместо категоричен край на традиционната визуализация, се наблюдава нейното обогатяване и интеграция с новите технологии, при което човешкият творчески контрол остава водещ фактор.

1. Въведение

Визуалното пресъздаване на бъдещото пространство и на настоящата пластика в архитектурата заема особено място в процеса на проектиране и представяне на архитектурните идеи. От първите ръчно създадени скици и акварелни перспективи, през детайлното тримерно моделиране и рендериране, до съвременната интерактивна среда за виртуална реалност, всяко ново технологично средство оказва влияние върху представянето на архитектурните концепции и проекти. Технологичният напредък е движеща сила в архитектурата, не само в ерата на съвременните технологии, но и в

¹ Мартин Евлогиев, арх., кат. „Технология на архитектурата“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: evlogievm_far@uacg.bg

миналото. Например в своя труд „Архитектурна анаморфоза или режисирана реалност“, арх. Даскалова-Иванова разглежда хипотезата, че появата на нови материали променя характерната изразност на ограждащите елементи между 19-и и 20-и век [1]. Днес развитието на технологии, свързани с архитектурната визуализация, е съпътствано от една страна от технологичния напредък и ускоряване на работните процеси, и от друга – от промените в естетическите подходи, „вкуса“ на обществено и очакванията на инвеститора. В допълнение развитието на съвременните интерактивни мултимедийни технологии и разпространението на техните продукти на цифрови носители или през интернет повишават значително възможностите за визуално представяне на обектите, [2].

През последните десетилетия за създаването на фотореалистични архитектурни визуализации са необходими значителни ресурси – екипи от специалисти, мощни компютърни системи и продължително време за обработка. Използването на софтуер като Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya в съчетание с математически алгоритми като V Ray и Corona Renderer е установило висок стандарт на прецизност и контрол по отношение на материали, осветление и композиция [3, 4].

Навлизането на технологии като Lumion (2010 г.), Twinmotion (2018 г.), Unreal Engine (2021 г.) и други води до значително ускоряване на процесите, макар и с известни компромиси по отношение на контрола и детайлите [5]. Паралелно с това, през последните години се наблюдава интегрирането на изкуствения интелект (ИИ) в архитектурната визуализация чрез приложения като Veras (2022 г.), което позволява бързо и автоматизирано създаване на висококачествени изображения.

Тези паралелни процеси поставят основния въпрос, който стои в центъра на настоящото изследване: *идва ли краят на една ера в архитектурната визуализация или наблюдаваме естествена еволюция на визуалното архитектурно търсене и изразяване?*

2. Традиционна архитектурна визуализация

2.1. Класически софтуерни решения

В рамките на традиционната парадигма се използват утвърдени софтуерни разработки, сред които Autodesk 3ds Max и Maya. Към тях са интегрирани математически алгоритми като V Ray (Chaos Group) и Corona Renderer, чрез които се осигурява постигане на архитектурна визуализация и по-често постигане на фотореалистичен изглед. Чрез сложни текстурни дървета (shader – шейдър-алгоритъм, който определя как трябва дадена текстура да изглежда на базата на калкулиране на осветление, цвят и визуални ефекти) и многостепенна карта на материалите се постига високо ниво на автентичност при възпроизвеждането на текстури, отражения и пречупвания. Тази комбинация от работни инструменти отдавна е навлязла в практиката като „индустриален стандарт“.

2.2. Работен процес

Традиционният работен процес е структуриран в последователни фази:

- Моделиране – примерният модел се изгражда ръчно, като са дефинирани геометрията и детайлите на сградата, околната среда и интериора.
- Текстурниране и материали – върху геометрията се прилагат многослойни текстури; параметрите на материалите са калибрирани за физическа коректност.

- Осветление – светлинните източници се позиционират в зависимост от изгледите, а настройките за глобално осветление и трасиране на лъчи са оптимизирани.
- Камера и композиция – виртуалните камери се разполагат спрямо желаната перспектива; параметри като фокусно разстояние и експонация се задават ръчно.
- Рендериране – окончателните изображения се създават чрез изчислителните възможности на конкретната компютърна конфигурация или чрез рендер ферма; времето за рендер варира от няколко минути, през няколко часа, до дни.
- Постпродукция – финални корекции на цветове, контраст и атмосферни ефекти се извършват в софтуер за компютърна графика и ретуш като Adobe Photoshop, Krea, Infinity или еквивалентен софтуер.

2.3. Контрол и прецизност в рендеринга

Чрез традиционните методи се осигурявана висока степен на контрол върху оптичните, фотометричните и композиционните параметри на сцената.

- Материали – съвкупност от физически базирани сложни текстурни карти са конфигурирани чрез ясно дефинирани стойности за: индекс на пречупване ($IOR \approx 1,33 - 1,60$ за прозрачни материали; $\geq 1,50$ за метали), параметър *roughness* (0 – 1) за регулиране на микрорелефа, алbedo, „металност“ и карта на нормалите (неравностите на обектите в зависимост от посоките X, Y, Z). Отражателните свойства се коригират чрез *F₀-reflectance* и *reflection glossiness*, като стойности $< 0,6$ са използвани за дифузни повърхности, а стойности $\geq 0,9$ – за полирани метали.
- Осветление – източниците са дефинирани с физически коректни единици: лумени или лукси за точкови светлини, както и HDR (High Dynamic Range Imaging – изображения с висок динамичен обхват) куполи с калибрирана еквивалентна осветеност ($70\,000 - 100\,000\text{ lx}$ за слънчева дневна среда). Температурата на цвета се задава чрез скалата на Келвин (например 5600 K за неутрална дневна светлина), а експонацията се контролирана чрез комбинация ISO-стойност (светлочувствителността на филма във фотографската практика), скорост на затвора и бленда.
- Глобално осветление – в практиката основно за постигане на фотореалистични резултати се прилага алгоритъм *Brute-Force GI* в комбинация с *Light Cache/Photon Mapping*, като броят на пробите ($samples \geq 1024$) се увеличава при интериорни сцени с множество индиректни отскоци. Тук следва да се отбележи, че през развитието на софтуера комбинирането на алгоритмите е претърпяло промени и вариации, както и самите те се усъвършенстват от първата си поява.
- Камера – параметрите на виртуалната камера се съобразяват с реалните фотографски настройки – отворът на блендата, светлочувствителността на филма, времето за отваряне и затваряне на затвора (примерни стойности – $f/8-f/11$, $ISO\ 100-400$, $1/125\text{ s}$), а динамичният обхват се компресира чрез филмови или *Reinhard* криви.

- Композиция – принципите на златното сечение, правилото на третините, симетрия, асиметрия и други композиционни похвати се прилагат при позициониране на обекта на интерес и основните фокусни точки.

В резултат изображенията са характеризирани с фотометрична коректност и последователна цетова репродукция, което гарантира съпоставимост между рендериранияте изображения и очаквания действителен вид на обекта.

2.4. Примери за висококачествени изображения („High End“ рендери)

Като илюстрация на потенциала на традиционната методика могат да бъдат посочени следните проекти:

Подводният ресторант Under (Snøhetta), визуализиран от MIR – драматична морска атмосфера е пресъздадена чрез фин контрол върху подводното осветление и материалните свойства.



Фиг. 1. Архитектурна визуализация на ресторанта „Under“ направена от MIR за Snøhetta, [6]

Конкурсните изображения на Luxigon за OMA – стилизирана цетова палитра е комбинирана с хиперреалистични детайли.



Фиг. 2. Визуализация на Luxigon за OMA за конкурсното решение за проекта „11th street bridge park“ във Вашингтон, САЩ, [7]

Друг пример за визуализационно студио е RedVertex, което успява да представи разнообразни стилови решения в архитектурната визуализация в зависимост от своя клиент. Визуализациите са създадени така, че да акцентират върху осветлението и архитектурните детайли, като използват внимателна игра на светлина и контраст.



Фиг. 3. Визуализация на RedVertex за Aldar за проекта „Louvre Abu Dhabi residences“ в Абу Даби, Обединени арабски емирства, [8]

2.5. Време и ресурси

За постигането на подобно качество традиционно се изискват време и ресурси, които трябва да се вземат предвид при изпълнението на задачите:

- Време – типичният срок за обемни и/или сложни проекти варира между две и шест седмици. В зависимост от етапността, броя камери, брой специалисти, включени в проекта, и други предпоставки този показател варира.
- Хардуер – основен хардуер и софтуер за изграждане на сцените, рендер ферми или облачни кълстери с CPU/GPU ядра.
- Човешки ресурс – мултидисциплинарен екип от архитекти, визуализатори, 3D артисти – специалисти по създаване, структуриране и прилагане на материали, осветление и екип от 2D артисти за допълнителна постпродукция. Тук от значение за времето на изпълнение е и подготовката и опита на екипа, както и неговата численост.
- Менажиране на задачата – за да може да се сработи екипът, е необходимо всеки от тях да има ясни и точни задачи в предвидения времеви отрязък. На базата на проекта – неговата комплексност и проблематика, да се подбере най-оптималния подход към ефективно решаване на задачата.

3. Поява на реално времевия рендеринг (Real Time Rendering)

3.1. Същност на реално времевия рендеринг

Реално времевият рендеринг (RVP) се дефинира като процес, при който изображението се генерира с кадрова честота, равна или по-висока от 24 кадъра в секунда (fps), така че всяка промяна в сцената се визуализира незабавно. Алгоритмите за създаване на изображение и ускореното трасиране на лъчи се изпълнява чрез графични процесори (GPU), чиято паралелна архитектура осигурява изчислителната ефективност. Трасиране на лъчи (path tracing) е алгоритъм, основаващ се на трасиране на голямо количество лъчи през сцената, започващи от камера и завършващи в осветител. Всеки лъч при всяко пресичане с обект генерира нов случаен лъч навън от пресечната точка за получаване на информация за осветеността на обектите в пространството. При използването на RVP наблюдаваният се намира в динамична, изменяща се среда, която е и анимирана. В нея

съществуват ефекти като вятър, дъжд и други. Има възможност за анимиране на средата чрез повтарящи се движения на обекти, които пресъздават илюзията за наблюдаване на архитектурното решение в пряко наблюдение на средата. В тази среда се създават самостоятелни визуализации – изображения. Сцената се поддържа в постоянно активна памет, а данните за геометрия, материали и осветление се преначертават при всяка интеракция. Поради това текстурите се записват в „сгъстен“ вид, което пести видеопамет, без видимо да се губи качество. Разсеяна светлина между повърхностите се изчислява чрез бързи екранни методи (известни като SSGI и SSAO). Тези алгоритми дават резултат, без да се пресмята всяка отделна светлинна пътека [9]. За статичните части на сцената предварително се създават светлинни карти; така в реално време се показва вече изчисленото осветление. Когато се рендерират огледални или прозрачни материали, броят на лъчите се ограничава, което причинява лек шум. В закрити помещения камерата настройва експонацията спрямо средната яркост.

3.2. Преход от игрални математически алгоритми към архитектура

Игралният алгоритъм за пресъздаване на тримерна геометрия Unreal Engine е разработен първоначално за нуждите на развлекателната индустрия [10]. Впоследствие неговите програмни интерфейси са адаптирани към архитектурно-строителния сектор. Чрез мостови модули (различни допълнителни софтуерни продукти работещи чрез съответната компютърна програма – Add-ons и Plugins), например Datasmith (Epic Games), CAD (Computer-Aided Design – компютърно проектиране) или BIM (Building Information Modeling – Сграден информационен модел СИМ) геометрия се конвертира във формат, съвместим с интерактивната среда. С цел оптимално безпроблемно прехвърляне на информация – геометрия, материали и други – все повече елементи от тези софтуерни добавки се включват в „заводския“ продукт. Пример за това е интеграцията на Twinmotion в Autodesk Revit от версия 2024, което позволява промените да се отразяват в реално време в двата работни прозореца на компютърните програми.

3.3. Специализирани решения с широко практическо приложение

Към момента на разработка на публикацията има три софтуера, които са сред най-разпространените решения за изпълнение на задачи от този тип. Има и някои, които в момента набират популярност, но е неясно до каква степен ще останат на широката сцена. Разглежданите компютърни програми, специализирани за архитектурна визуализация, са установили своето място на пазара. Тези софтуерни решения, макар и насочени към ускоряване на визуализационния процес, разчитат на различна технологична архитектура, дълбочина на потребителски контрол и лицензионна стратегия. Представеният по-долу преглед обобщава ключовите характеристики – предимства и ограничения, на всяка платформа, базирано на информация от официалните сайтове на разработчиците, както и лични експерименти с отделните продукти.

3.3.1. Twinmotion

Платформата работи върху ядро Unreal Engine 5.6 (към юни 2025 г.), където геометрията се оптимизира от системата Nanite, а динамичното глобално осветление и отраженията се решават от Lumen. Благодарение на тази комбинация се осигурява непрекъснато трасиране на лъчи, възможност за преглед и пълен творчески контрол върху атмосферните условия, включително сезони, обемни облаци и мъгли. Отвореният

характер на софтуера се изразява във възможността за осъществяване на директна синхронна връзка между водещи CAD/СИМ платформи и възможност за миграция към пълноценен проект в Unreal Engine.

Като ограничения се открояват липсата на зареждане на собствени материали и опростения анимационен инструментариум. Поради това Twinmotion най-често се използва за бързи архитектурни рендери и за презентирание пред клиенти, при които се търси баланс между качество и минимална подготовка, както на самия тримерен модел, така и на работещия със софтуерния продукт.



Фиг. 4. Авторска архитектурна визуализация с Twinmotion в комбинация с Revit

3.3.2. Lumion

Софтуерното решение разчита на собствен хибриден математически модел, който използва допълнителен прозорец, даващ поглед към бъдещото изображение за интерактивна работа и ограничено трасиране на лъчи, (до 32 отскока), базирано на видеокартата за финален кадър, за да пресъздаде архитектурната реалност. Силната страна на продукта е обширната фабрична библиотека, съдържаща обекти, текстурирани с физически базирани карти, анимирани персонажи и високо детайлна растителност, което намалява времето за първоначални настройки. Отсъствието на двустранна връзка (live-link) обаче изисква повторен импорт при всяка промяна на геометрията, а режимът за трасиране на лъчи удължава времето до получаване на окончателното изображение. По тази причина Lumion се предпочита за маркетингови видеоклипове и статични изображения, когато срокът е критичен, а абсолютният фото реализъм е второстепенен [11].



Фиг. 5. Арх. визуализация с Lumion в комб. с ArchiCaD – автор арх. Л. Станчева

3.3.3. Enscape

Платформата реализира Vulkan-базиран хибриден принцип на трасиране на лъчи, при който шумът се редуцира чрез повторяемост от взимане на проби и премахване на

шум след няколко цветови проби на пиксел. Дълбоката интеграция в СИМ софтуер позволява промени в модела да се отразяват почти мигновено в рендер изгледа, а VR производителността (VR – virtual reality – виртуална реалност) остава стабилна в диапазона 72 – 90 кадъра в секунда (Meta Quest 2). Качеството на глобалното осветление обаче зависи силно от външни HDRI карти, а сложни оптични явления като каустики или подсветени материали се третират с опростени приближения. Ето защо Enscape се използва преимуществено за координационни срещи и вътрешни прегледи, където СИМ-точността е приоритет, а резултатите се споделят като самостоятелен стартов файл (.exe) или чрез уеб прозорец [12].



Фиг. 6. Авторска архитектурна визуализация с Enscape в комбинация с Revit

3.3.4. Сравнителни тенденции

Таблица 1. Сравнителна таблица

| Критерий | Twinmotion | Lumion | Enscape |
|--------------------------------|---|---|--|
| Обучение | Бързо обучение, интуитивен. | Дълго обучение, повече настройки. | Изисква минимално обучение; работи чрез CAD/BIM софтуера. |
| Производителност и качество | Добро качество при висока скорост; отличен баланс между реализъм и бърза работа. | Широки художествени възможности, богат асортимент от материали и атмосфери. | Висока скорост на изобразяване, зависим от настройките на модела; добро качество. |
| Хардуерни изисквания | Изисква специализирани серии графична карта. | Изисква специализирани серии графична карта. | Функционира и при интегрирана карта с достатъчно RAM. |
| Лиценз и цена | Еднократна такса | Абонаментна такса | Абонаментна такса |
| Безплатни версии | Безплатна версия за некомерсиални цели; при абонамент за Revit е включен. | Само пробен период. | Само пробен период. |
| Инструменти и характеристики | Опростено редактиране на материали, атмосфера. Възможна миграция към Unreal Engine. | Богати библиотеки и ефекти. | Автоматична синхронизация с редакциите в модела. |
| Поддръжка на VR / AR | Поддържа VR и AR; генерира изпълними файлове за различни устройства. | Поддържа VR чрез математическия алгоритъм за визуализиране | Поддържа VR, не изисква допълнителни настройки |
| Работа в екип и облачни услуги | Поддържа съвместна работа; Има облачна услуга. | Поддържа облачни услуги за споделяне и преглед. | Поддържа съвместна работа; има облачна услуга. |
| Най-подходящ за | Бързи итерации за архитектурна визия, образователен процес, при интегриран Unreal работен процес. | Архитектурни визуализации, с високо художествени качества. | Бързи итерации за архитектурна визия, образователен процес, не изисква сложни настройки. |

Всяко от представените софтуерни решения има своите положителни и отрицателни страни. Изборът на предпочитания инструмент зависи от знанията и уменията на потребителя, както и икономическите фактори, пред които той е подложен. В таблица 1 е направено сравнение между отделните инструменти.

3.4. Случаи на приложение

- Концептуални презентации – архитектурни бюра като BIG използват Lumion за бързо визуализиране на ранни масови проучвания. Рендерите за конкурса „Seoul Twin Towers“ са синхронизирани директно от Rhino, като осветлението се сменя в реално време при клиентски срещи [13].
- Интерактивни клиентски разходки – в студия като Foster + Partners инвеститорите преминават през VR-разходка, създадена в Twinmotion; отбелязаните коментари се експортират обратно в СИМ модела за координация [14].
- Обучителни симулации – изследване в TU Delft (2024 г.) показва 25 % по-добро разбиране на строителни фази при използване на реалновремени симулации [15]. В университета в Щутгарт е разработен Unreal Engine-базиран курс, който демонстрира дневно осветление в атриумни пространства [16].

4. ИИ в архитектурната визуализация

4.1. Въвеждане на ИИ в процеса на визуализация

ИИ се внедрява в архитектурната визуализация чрез дълбоки невронни мрежи, обучени върху масивни набори от снимки, 3D визуализации и дигитални скици. След фазата на обучение моделът предвижда осветление, материали и атмосферни ефекти на базата на минимална входяща информация – например проста геометрия или дори плоска линия на хоризонта. По този начин класическият цикъл „моделване → текстуриране → осветление → рендер“ се съкращава до няколко секунди, като ръчните стъпки се заменят с автоматична стилова трансферна функция.

4.2. Примери за инструменти

- Veras. Добавка за Revit, Rhino и SketchUp, която използва 2D перспектива на модела като „скелет“ и генерира фотореалистичен изход в рамките на 15 – 30 секунди. Алгоритъмът предлага избор от стилове (сутрешна светлина, златен час, концептуален акварел) и позволява контрол върху нивото на детайлност [17].
- D5 Render AI. Платформа, комбинираща PBR технология с ИИ-ускорено шумопотискане и интелигентно изложение. При импортиране на големи СИМ модели са наблюдавани до 60 % по-кратки времена за финален кадър спрямо стандартно трасиране на лъчи [18].
- Stable Diffusion + ControlNet. Свободен софтуерен продукт, който чрез генеративни модели преобразува текстови задания или контурни

изображения във високо-резолюционни рендери. Чрез ControlNet геометричната структура се „заклучва“, така че изходът следва оригиналния дизайн вместо да го изкривява [19]. Някои разработчици на СИМ модели го внедряват в своите софтуерни продукти заради свободния му код (ArchiCad, Allplan).



Фиг. 7. Авторско изображение, генерирано чрез Stable Diffusion на базата на оригинално текстово задание и използван модел architecturerealmix_v11

4.3. Генериране на изображения на базата на 3D модел или перспективен изглед

Процесът протича в два етапа. В първия етап сцената се проектира в 2D координатно пространство (дълбочинна карта (depth map), нормална карта (normal map), карта с идентификатори на материалите (material ID), за да може да се изгради тримерен модел. Във втория етап на тези канали се подават като „задание“ към генеративния модел, който запълва липсващите текстuri, светлини и контекст. Векторът „шум → изображение“ се оптимизира чрез обратно разпространение, докато изходът визуално съвпадне с геометрията. Потребителят влияе върху стила чрез текст: например *“evening blue hour with wet pavement”* (вечер, момент със синя светлина и мокър паваж) следва да доведе до студена цвятова температура и силни отражения, без нужда от ръчно осветяване като резултат.

4.4. Възможности и ограничения

Визуализациите се генерират в рамките на минути, а тази скорост е решаваща при конкурсни участия, академични задания и всеки случай, в който проектът трябва бързо да бъде предоставен. Същият базов модел може да бъде превърнат в акварелна скица, неонна нощна сцена или фотографски реалистичен кадър, без да се налага трудоемка ръчна настройка. Ограниченията се проявяват най-вече при дребните детайли: ако се изисква прецизен фурнир или специфично отражение, алгоритъмът може да ги пропусне, а правната рамка около авторството на автоматично генерираните текстuri остава неясна.

4.5. Автоматизация срещу художествен контрол

Автоматизацията променя ролята на архитекта и визуализатора. Вместо ръчно да настройва всеки материал, специалистът формулира текстови задания, подбира множества варианти и избира най-подходящия визуален език за проекта. Творческият почерк се запазва: изборът на настроение, композиция и цвятова температура се управлява

от човека, а ИИ служи като ускорител, благодарение на предварително захранените с изображения модели. При мащабни проекти окончателните маркетингови рендери често се довършват ръчно, за да се гарантира фото реалистичност и да се избегнат грешки в изображението (артефакти).

5. Сравнителен анализ: Старата школа срещу Новата школа

5.1. Скорост на работа

При традиционния подход към визуализацията времето за завършване на едно изображение обикновено варира между няколко часа и няколко дни, в зависимост от сложността на сцената и избраните настройки за рендиране. Когато се прилагат реално времеви математически алгоритми или базирани на ИИ инструменти, същият резултат може да бъде постигнат в рамките на минути, а понякога – секунди. Това ускорение позволява по-чести итерации с клиента и улеснява процеса на вземане на проектни решения в реално време. Тук обаче трябва да се обърне внимание, че скоростта може да бъде за сметка на крайното изображение, предвид липсата на ясна представа за предстоящия резултат при ползване на генериране на елементи въз основа на текстово описание.

5.2. Качество на визуализацията

Традиционните рендер методи могат да предложат високо ниво на фото реализъм благодарение на сложни алгоритми за глобално осветление и микродетайлни шейдъри, което изисква определен опит и подготовка в работните процеси. Реално времевите решения към момента отстъпват по отношение на крайното изображение в зоните на отражения и почистване на шума, но се приближават чрез хибридни методи за трасиране на лъчи. Генерираните изображения, чрез модели на ИИ позволяват впечатляващи стилистични варианти, но понякога проявяват аномалии в текстурите при близък план, необходимост от итерации до достигане на желаната визуална идентичност на проекта.

5.3. Контрол над процеса

В класическия работен процес всяка текстура, светлинен параметър и камера се настройват ръчно, което дава пълен творчески контрол, но изисква значително време и познания. Реално времевият софтуер предлага опростени материали и полуавтоматично осветление, като компенсира ограничението с незабавна обратна връзка. При базирания на ИИ метод контролът се осъществява главно чрез текстови описания; макар и по-непряк, той позволява бърза смяна на стилове, без задълбочено техническо познание.

5.4. Изисквани умения

Традиционната визуализация изисква умения в 3D моделирането, създаване и настройка на материали, осветлението и постпродукцията. Реално времевите платформи поставят акцент върху оптимизацията на геометрията и работа с игрови математически алгоритми, докато ориентираните към ИИ инструменти изискват познания по структуриране и описване на задания (prompt-engineering) и подбор на резултатите. Във всички случаи артистичното усещане за композиция и цвят остава фундаментално. Тук

следва да се повдигне въпросът дали ограниченото време и срокове за изпълнение на архитектурно-творческите проблеми не са причината за търсене на бързи резултати във визията на проектите разработки.

5.5. Ценови аспекти и достъпност

Софтуерните лицензи за традиционни рендери и мощният хардуер повишават първоначалната инвестиция, като при подготвен кадрови състав осигуряват крайно качество, необходимо за маркетинг на луксозно ниво проекти. Реално времевите решения се предлагат в по-достъпни планове и функционират на среден клас графични карти, а същевременно услугите, свързани с ИИ, често са облачно базирани и заплащането е на използвано изчислително време на графични карти или има софтуерни приложения с отворен код. Това демократизира визуализацията, като я прави достъпна и за малки студия, както и за специалисти с малък опит и/или незадълбочена подготовка за създаване на визуализации.

6. Последствия за професията и образованието

6.1. Промяна на ролите

Навлизането през годините на PBP, както и на ИИ, променят както ежедневната практика на архитектите и визуализаторите, така и учебния процес в архитектурните факултети. „Традиционният“ архитект и визуализатор, който изготвя прецизни изображения с помощта на специализирани 3D софтуер и допълнителни математически алгоритъм като V-ray и други, все повече се превръща в модератор на технологии – човек, който комбинира автоматизирани инструменти, настройва параметри и подбира най-подходящия стил според контекста на проекта. Същото се наблюдава и в академичната среда, където студентите вече не следват изцяло ръчен процес, а работят с хибридни методи за постигане на резултатите си. От една страна динамичното развитие на технологиите задоволява нуждата от постигане на резултат, но не превръща ли това архитектурната визуализация в своеобразно „бързо хранене“ (fastfood)? В него може ли да има повече стойност, след като изборът на материали е избран „по подразбиране“, а не на базата на светоусещане и артистичност на решението?

6.2. Нови умения

И в професионален, и в учебен контекст се налагат нови умения – оптимизация на сцени за реално времево представяне, работа с VR и AR среди, разбиране на стилово моделиране чрез текстови команди. В университетите се въвеждат курсове по PBP, Unreal Engine и подходи, асистирани от ИИ. Образователните програми включват проекти, в които студентите да използват софтуер, подобен на Veras или D5 Render, а преподавателят оценява не само финалния рендер, но и способността на студента да експериментира с различни визуални подходи. В Университета по архитектура, строителство и геодезия в дисциплината по Компютърни технологии в архитектурата се изучава Revit, като студентите се стимулират да използват различен софтуер за визуализация в своите курсови разработки по различни дисциплини. В самите упражнения се експериментира и се демонстрират различните възможности на PBP разработки. В допълнение, в обучението по софтуерния продукт на Autodesk 3ds Max в комбинация с V-ray се

предоставя обучение и на „класическия“ визуализаторски подход. Това цели подготовка на студентите за реалната работна среда на пазара на труда, като им дава и възможности да търсят разнообразни методи за комбиниране на новите технологии.

6.3. Специализация, нови очаквания и стандарти

Очаква се появата на нови роли в архитектурните студиа, въпреки че към момента те все още не са се разграничили като отделни длъжности – Специалист PBP (Real-Time Visualization Specialist), ИИ визуализатор (AI-Visualization Designer), Визуализатор с познания в ИИ (Visualization Instructor with AI Expertise). Подобни позиции вече се появяват в обяви в LinkedIn. Хибридният профил се превръща в норма: специалист, който работи със СИМ модели (изискването за СИМ се е превърнало вече в стандарт при подбор на кадри) и е запознат с проблематиката, владее инструменти за интерактивна визуализация и същевременно съумява да прилага ИИ по контролиран начин. От друга страна – това не е неочаквано. В практиката винаги са се предпочитали специалисти с широк профил, поради възможността им да задоволяват различни позиции при нужда.

Клиентите, преподавателите и студентите все по-често очакват визуализациите да бъдат интерактивни, бързи за създаване и с възможност за лесна адаптация. Това води до пренареждане на стандартите – от акцент върху едно перфектно изображение се преминава към способност за създаване на множество версии и активно включване на визуализацията в процеса на вземане на решения. ИИ не измества човека, а го позиционира като режисьор на визуалното съдържание, което довежда и до нуждата от постоянно усъвършенстване на кадрите и подготовката им.

7. Идва ли край на една ера или сме свидетели на еволюция?

Анализът показва, че вместо рязък преход от едно поколение технологии към друго, визуализацията в архитектурата навлиза в етап на паралелно съществуване и интегриране на различни методи. Традиционните подходи запазват своята сила при търсене на максимален контрол и качество, докато реално времето и базираните на ИИ решения предлагат нови възможности за бързина, интерактивност и автоматизация. В този контекст „краят на една ера“ не следва да се възприема буквално, а по-скоро като завършване на един етап от еволюцията и начало на нов, по-гъвкав и многопластов подход към визуализацията.

Все по-често се прилагат смесени процеси, при които различните инструменти се използват последователно или паралелно. В ранните етапи на проектиране студенти и архитекти създават сцената, като проектно решение или дигитален модел на реалността, и генерират своите идеи с помощта на ИИ, като бързо изпробват различни варианти на осветление, материали и атмосфера на създадените обеми и сграда. В следствие проектът се развива в среда за PBP, където се настройват сцената, мащабът и композицията. Финалните изображения за портфолио, клиентски презентации, конкурсна или анализна документация често се създават чрез традиционни рендери с постпродукция. По този начин се използват силните страни на всеки метод и се създава нов визуален работен поток, който обединява бързина, контрол и креативност.

С навлизането на ИИ и реално времето инструменти, традиционният рендеринг намира ново значение в области, където се търси по-високо ниво на художественост, контрол и научен анализ. Артистичните визуализации, създавани за международни конкурси, като музеи и изложби, изискват уникален визуален стил, който не може да бъде

генериран автоматично. Маркетингът на луксозни имоти също продължава да разчита на висококачествени фотореалистични изображения (high-end renders), при които детайлът, светлината и атмосферата се настройват внимателно, за да се предаде усещане за престиж.

В академичен контекст фотореалистичните рендери се използват за създаване на обучителни симулации и виртуални разходки, които имат за цел да демонстрират архитектурни концепции по въздействащ начин, запазвайки при това пълен контрол върху всяка визуална характеристика.

В съвременната архитектурна практика „интегрирането на виртуалната реалност стои като трансформираща сила в опазването и представянето на архитектурното културно и историческо наследство“ [21] подчертано и от д-р арх. Стефановска-Цветковска, както и за основа на цялостен „научен анализ на актуалните архитектурно-конструктивни проблеми на недвижимите културни ценности от определените исторически периоди“, с комплексно изследване и „дефиниране на намеси за консервация и реставрация“ [22].

Подчертано е значението на новите технологии за визуализация не само за архитектурното образование, проектиране и реализация, но и за подобряване на обществено-икономическите условия, засилване на обществената ангажираност и активно социално-културно отражение или експониране на архитектурните обекти.

Въпреки напредъка на технологиите и високата степен на автоматизация, човешката роля остава съществена при създаването на архитектурни визуализации. Интуицията, артистичното мислене и критичната преценка при избор на композиция, цвят и атмосфера не могат да бъдат изцяло възпроизведени от алгоритми. Именно човекът определя контекста, културната адекватност и целта на визуализацията. Технологиите в архитектурата следва да се възприемат като разширение на творческия инструментариум, но не и като негов заместител.

8. Заключение

Направеният преглед и анализ показват, че вместо „край“ на традиционната архитектурна визуализация се наблюдава нейната постепенна трансформация и обогатяване чрез интегриране на реално времеви технологии и изкуствен интелект. Този процес не е едностранно изместване на фокуса от един тип визуализиране на архитектурната идея към друг, а по-скоро плавен преход към по-комплексни и гъвкави методи на работа, в които има взаимно допълване на решенията. Хибридните процеси навлизат повсеместно в архитектурната индустрия и позволяват ефективното съчетаване на скорост и интерактивност на новите методи, предоставящи възможности за бързи итерации и директна обратна връзка, с високо художествено качество и контрола, характерни за класическите техники на визуализиране. В този нов модел на работа по архитектурни визуализации традиционният архитект не губи значението си, а следва да се разглежда като ръководител на проекта, който използва широк набор от инструменти и технологии, за да изрази най-пълно и адекватно архитектурната концепция. В центъра на тази еволюция остава човешкият фактор – артистичното усещане, критичната преценка и творческото решение, които технологиите допълват, но не могат напълно да заместят.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Daskalova-Ivanova, Ts.* Architectural anamorphosis or directed reality. XXII International scientific conference on construction and architecture VSU'2022, Sofia, 2022.

2. *Georgiev, B.* Tehnologii za vizualizatsiya na kulturno-istoricheskata sreda za tselite na neynoto popularizirane. Kulturno nasledstvo: obrazovanie – nauka – opazvane, integrirani v turizma, Parvo izdanie, 2009, ISBN 978-954-304-355-2, Liternet.bg, https://liternet.bg/publish25/b_georgiev/tehnologii.htm, poseten na 23.07.2025.
3. Chaos. V Ray: Professional Rendering Software for 3D Artists. <https://www.chaos.com/vray>, poseten na 08.04.2025.
4. Autodesk. 3ds Max Overview. <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>, poseten na 08.04.2025.
5. Twinmotion. Twinmotion – Fast, Easy, Real Time Immersive 3D Architectural Visualization. <https://www.twinmotion.com/>, poseten na 08.04.2025.
6. Snøhetta Unveils Designs for Europe's First Underwater Restaurant. <https://www.archdaily.com/882130/snohetta-unveils-designs-for-europes-first-underwater-restaurant>, poseten na 08.04.2025.
7. Luxigon. Architectural Visualizations. <https://www.luxigon.com/competition/0i47xldmhf5btlnbinst2pu0wuz0p4>, poseten na 08.07.2025.
8. RedVertex. <https://redvertex.com/story/louvre-abu-dhabi-residences>, poseten na 20.07.2025.
9. Epic Games. Screen Space Global Illumination in Unreal Engine. Unreal Engine Documentation, 2025, <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/ssgi>, poseten na 07.06.2025.
10. Unreal Engine. Unreal Engine for Architecture. Epic Games, <https://www.unrealengine.com/en-US/architecture>, poseten na 08.04.2025.
11. Lumion. Beautiful Renders Within Reach. <https://lumion.com/>, poseten na 08.04.2025.
12. Enscape. Real Time Rendering and Virtual Reality. <https://enscape3d.com/>, poseten na 08.04.2025.
13. BIG. Seoul Twin Towers Competition Entry. Press Release, 2023, <https://big.dk/#projects-stt>, poseten na 07.06.2025.
14. Foster + Partners. Virtual Reality at Foster + Partners. Tech Blog, 2024, <https://www.fosterandpartners.com/perspectives/articles/virtual-reality>, poseten na 07.06.2025.
15. *van den Berg, J.* Real Time Rendering as a Pedagogical Tool in Construction Education. Proceedings of the CAA 2024 Conference, Delft, 2024.
16. *Schmidt, M.* Interactive Daylighting Simulations with Unreal Engine for Architecture Students. Journal of Architectural Education, 2025, 79 (2): 145 – 152.
17. Veras AI. Visualize Design Ideas in Seconds. EvolveLAB, <https://veras.evolveLAB.io/>, poseten na 08.04.2025.
18. D5 Render. D5 Render Real Time Raytracing Visualization. <https://www.d5render.com/>, poseten na 08.04.2025.
19. Stable Diffusion – A Latent Text to Image Diffusion Model. <https://stability.ai/>, poseten na 08.04.2025.
20. Stable Diffusion model – Civitai – <https://civitai.com/models/84958/architecturerealmix>.
21. *Stefanovska-Tsvetkovska, I.* Opazvane na arhitekturnoto nasledstvo: Evolyutsiyata na virtualnata realnost. XI Nauchna konferentsiya „Savremenni tehnologii v kulturno-istoricheskoto nasledstvo`2023“, Sofia, Technical university, 2023, ISSN 2367-6525, Str. 198 – 202.
22. *Maznikov, A.* Opazvane na arhitekturnoto nasledstvo – arhitekturni aspekti na sastoianieto na Metoh "Sv. Goergi" v grad Asenovgrad, Bulgaria. International scientific conference on architecture and civil engineering ArCivE 2021, 2021, Varna, Bulgaria, ISSN 2535 0781, VFU "Chernorizets Hrabar" – Varna, C., 2021, pages 273 – 285.

REAL-TIME RENDERING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE – IS THIS THE END OF AN ERA?

M. Evlogiev¹

Keywords: architecture, artificial intelligence, automation, architectural visualization, real-time, AI, photorealistic

ABSTRACT

The paper examines changes in architectural visualization resulting from the emergence of real-time rendering technologies and artificial intelligence (AI). It analyzes both traditional methods, characterized by precise modeling and photorealistic rendering, and contemporary tools distinguished by speed and automation. The study explores the impacts on professional practice, shifts in required skills, and the development of new hybrid approaches. In conclusion, it is emphasized that rather than a definitive end to traditional visualization, we are witnessing its enrichment and integration with new technologies, with human creative control remaining the central factor.

¹ Martin Evlogiev, Arch., Dept. “Technology of architecture”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: evlogievm_far@uacg.bg