

Цифровизация экспозиции и ее влияние на архитектурную типологию зданий музеев

А.А. Ткачев¹, Г.К. Григорян², Р.В. Прокофьев³

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

²Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы, Москва

³Вавиловский университет, Саратов

Аннотация: Статья посвящена анализу изменений в проектировании музеев в условиях стремительного внедрения цифровых технологий. Рассматриваются способы интеграции мультимедийных систем, виртуальной и дополненной реальности в архитектурную структуру музейных пространств. На основе анализа отечественных и зарубежных примеров выявлены новые подходы к формированию экспозиции, построенные на принципах гибкости, интерактивности и иммерсивности. Акцент сделан на изменении типологических моделей музеев: от традиционно иерархичных к адаптивным, трансформируемым форматам. Отдельное внимание уделено изменению роли архитектора, выступающего как медиатора между цифровыми сценариями и пространственным выражением. В результате музей будущего представляется как сложная пространственно-технологическая экосистема, в которой архитектура становится активным участником коммуникации с посетителем через цифровой контент и технологические интерфейсы.

Ключевые слова: типология, цифровизация, музей, иммерсивность, архитектура, мультимедиа, музей будущего, проектирование, цифровая экспозиция, выставочное пространство.

В последние два десятилетия архитектура музеев претерпела радикальные изменения под влиянием цифровых технологий. Традиционное представление о музее как о «контейнере» для экспонатов постепенно трансформируется в образ интерактивного культурного центра, где экспозиция неотделима от цифровой среды. Сегодня музей — это не просто хранилище артефактов, а динамичная платформа для коммуникации, обучения и креативного взаимодействия, в значительной степени опирающаяся на цифровые инструменты: от мультимедийных инсталляций до дополненной реальности.

Исследования в области современной музейной архитектуры подчёркивают, что «технологическая парадигма меняет само определение экспозиции» [1]. Интерфейс становится новой формой экспонирования, а

архитектура — не столько фоном, сколько интегрированным медиумом восприятия. Внедрение цифровых решений создало новый спектр требований к проектированию музейных пространств. Современные выставочные залы должны обеспечивать гибкость, техническую оснащённость и возможность быстрой трансформации. Это особенно актуально в эпоху «музея как медиа-устройства», где экспонат может существовать только в цифровом виде — как голограмма, звуковая инсталляция или интерактивный проект.

Американский архитектор Д. Леви в подчёркивает, что «архитекторы будущего проектируют не стены, а опыт» [1]. Опираясь на это определение можно определить подход, при котором изменяется сама типология музея, требующая от архитекторов, инженеров и кураторов нового понимание типологических особенностей зданий такого назначения.

Цель данной статьи состоит в сборе, анализе и обобщении данных о том, как цифровизация экспозиции влияет на архитектурную типологию музеев, какие пространственные, инженерные и проектные решения она требует, а также рассмотреть конкретные примеры успешной интеграции технологий в музейную архитектуру.

Новая типология музея: от хранилища к медиа-пространству. Классическая музейная архитектура строилась вокруг концепта «кабинета редкостей» — изолированного пространства, в котором основной задачей являлось сохранение и демонстрация артефактов. Пространство подчинялось объекту, а его восприятие строилось линейно и последовательно. Однако сегодня границы между выставкой, аудиовизуальной проекцией, интерактивным сценарием и цифровым контентом размываются. Это приводит к смещению акцентов: архитектура становится не контейнером, а интерфейсом — гибкой средой, организующей поток информации и впечатлений.

Согласно исследованиям Ф. Барджеллини (Museum as Media Architecture, ETH Zürich, 2020), цифровизация музеев требует отказа от монофункциональности в пользу мультимедийных, трансформируемых пространств. Залы становятся «гибридными» — они должны адаптироваться под разные форматы контента: от видеопроекций до иммерсивных VR-инсталляций. Это требует новых подходов к планировке, особенно в части мобильных стендов, регулируемого освещения, и гибких акустических решений.

Музеи больше не проектируются по принципу «одна экспозиция — один зал». Архитекторы разрабатывают универсальные среды с возможностью быстрой трансформации. Примером служит Zentrum für Kunst und Medien (Карлсруэ, Германия) — бывший промышленный комплекс, адаптированный под медиа-арт объект. Здесь архитектура сознательно нейтрализована и «очищена» до уровня функционального каркаса, в который легко интегрируются цифровые и сценографические элементы. Таким образом, архитектура здесь служит не декорацией, а платформой для сменяющихся цифровых сюжетов.

Многие современные музеи отказываются от жёсткой логики маршрутов, вместо этого внедряя нелинейную навигацию, основанную на персонализированном цифровом взаимодействии. Так, в «MORI Building Digital Art Museum: teamLab Borderless» (Токио, Япония) пространство построено по принципу «архитектуры без плана»: пользователь не следует маршруту — он сам формирует свой путь через цифровое окружение.

Эти примеры демонстрируют, что традиционная типология музейного здания больше не отвечает вызовам времени. Архитектура медиа-музея должна быть гибкой, адаптивной и технологически насыщенной. Вместо фиксированных пространств — изменяемая сценография. Вместо музейного

зала — иммерсивное цифровое поле. Это требует от архитектора нового мышления: умения проектировать не только форму, но и сценарий опыта.

Архитектурные решения под цифровой контент. Цифровизация экспозиций требует от архитекторов пересмотра не только планировочных подходов, но и технологических решений, напрямую влияющих на организацию пространства. В условиях, где экспонат — это не физический объект, а свет, звук, видео или иммерсивное окружение, архитектура должна быть не просто устойчивой конструкцией, а гибким медиапроводником. Это создаёт необходимость разработки новых архитектурных элементов, инженерных систем и принципов зонирования.

Во-первых, отметим, что цифровой контент диктует особые требования к свету. В традиционном музее освещение было вторичным по отношению к экспонату: рассеянный дневной свет или направленные прожекторы. Однако в цифровых пространствах свет становится частью экспозиции — его невозможно отделить от архитектурной оболочки. Архитекторы используют затемнённые пространства с возможностью полного контроля освещения: например, в «Museum of the Future» (Дубай, Объединенные Арабские Эмираты) применяется «архитектура тьмы», где отсутствие дневного света становится условием для высококачественной видеопроекции и дополненной реальности [2].

Вторым критически важным аспектом является акустика и звуковая среда. Цифровые инсталляции всё чаще включают аудиоформаты: от многоканального звука до генеративной музыки. Это требует проектирования помещений с контролируемыми звуковыми параметрами — акустическими перегородками, звукопоглощающими панелями, пространствами с направленным звуком. Примером может служить Louisiana Museum of Modern Art в Дании, где проектные решения позволяют создавать

звуковые зоны без физических перегородок — за счёт архитектурных форм и материалов [3].

Ещё одно ключевое решение — гибкость конструкций. Современный музей должен адаптироваться под быстрые смены экспозиции. Это реализуется через мобильные перегородки, системы подвесных рельсов, скрытую инженерную инфраструктуру. Такие решения позволяют в течение суток полностью менять геометрию зала или заменить физическую инсталляцию на цифровую. В музеях, таких, как MAXXI (Рим, Италия), залы спроектированы как "белые кубы" без несущих перегородок — в них возможно полное преобразование среды с помощью технологий, не затрагивая основы конструкции [4].

Особое внимание уделяется инженерной интеграции цифровых систем: кабельные трассы, проекторы, сервера, точки доступа Wi-Fi, системы климат-контроля — всё должно быть доступно для обслуживания, но невидимо для посетителя. В некоторых проектах, таких как The Shed (Нью-Йорк, Соединенные Штаты Америки), архитектура сама становится технологическим устройством: мобильные крыши, трансформируемые фасады и масштабируемое звуковое оборудование встроены в тело здания, стирая грань между инженерией и художественным высказыванием [5].

Таким образом, архитектура музея цифровой эпохи перестаёт быть просто пространственной оболочкой. Она становится технологической системой, ориентированной на поддержку цифрового опыта, что требует от архитектора новой компетенции: владения не только формообразованием, но и пониманием мультимедиа, взаимодействия, трансформации среды — иначе архитектура рискует отстать от экспозиции, для которой она создаётся.

Технологии как драйвер проектирования. В современной музейной архитектуре технологии перестали быть лишь поддерживающим элементом — они стали катализатором, определяющим сам подход к проектированию.

Архитектор сегодня работает не только с формой, функцией и контекстом, но и с цифровыми сценариями использования пространства, что меняет как методы проектирования, так и саму логику формирования архитектурного объекта.

BIM и цифровое моделирование как основа проектного процесса.

Технологии информационного моделирования зданий (BIM) открыли новую эру в проектировании культурных объектов. Благодаря BIM-методологиям архитекторы могут на ранней стадии интегрировать требования по мультимедийной, инженерной и экспозиционной инфраструктуре. Например, проект Grand Egyptian Museum (Каир, Египет) реализован с использованием полной BIM-координации, включая планирование вентиляционных систем под VR-зоны, логистику мобильных перегородок, даже автоматизированные системы безопасности, встроенные в структуру здания [6].

Использование параметрического и генеративного дизайна также стало мощным инструментом создания «отзывчивой» архитектуры. В National Museum of Qatar (Доха, Катар), форма здания проектировалась с учётом поведения света и движения посетителей, что позволило интегрировать медиасистемы в оболочку комплекса без ущерба для архитектурного языка. По сути, здание было «вычислено» с учётом будущего цифрового наполнения [7].

Интеллектуальные оболочки и умные фасады. С увеличением требований к энергетической эффективности и адаптивности, архитекторы активно применяют технологии smart building — «умных зданий». Музеи нового поколения получают динамичные фасады, реагирующие на освещение, климат и потребности выставки. Один из ярких примеров — The Louvre Abu Dhabi (Абу-Даби, Саудовская Аравия) с его «световым куполом», создающим адаптивную микроклиматическую среду для защиты экспонатов и цифрового оборудования [8].

Современные музейные оболочки проектируются не только как климатические барьеры, но как носители цифровой информации. Медиафасады, LED-структуры, проекционные экраны — архитектура становится интерактивной. The Shed в Нью-Йорке, мобильный культурный центр с раздвижной оболочкой, демонстрирует, как архитектурный объект может физически меняться в зависимости от цифрового сценария события: фасад, как часть представления, неотделим от контента.

Интеграция автоматизации и систем управления. Автоматизация климат-контроля, освещения, видеоподачи, проекционных систем и даже потоков посетителей — это часть «невидимой архитектуры», обеспечивающей работу цифрового музея. Проект Cooper Hewitt Smithsonian Design Museum (Нью-Йорк. Соединенные Штаты Америки) демонстрирует, как цифровое взаимодействие посетителя (с помощью RFID-ручек) связано с архитектурной логикой здания: информация хранится, активируется, перемещается между пространствами — и всё это интегрировано в оболочку интерьеров [9]. Кроме того, технологии позволяют в реальном времени отслеживать и адаптировать поведение среды. Системы сбора данных о перемещении посетителей, их предпочтениях и взаимодействиях с экспозицией (например, через компьютерное зрение и тепловые карты) становятся частью проектной стратегии. Архитектор в таком контексте мыслит не только объёмом, но и алгоритмом.

Примеры отечественной и зарубежной практики:

- The Museum of the Future (Дубай, ОАЭ), архитекторы: Killa Design, год открытия: 2022. Архитектура воплощает философию «здания без колонн» — органическая форма, созданная по параметрическим алгоритмам, опирается на инновационный стальной каркас. В центре концепции — иммерсивный опыт, полностью основанный на мультимедиа, виртуальной и дополненной реальности. Внутренние пространства проектировались не под

физические экспонаты, а под сценографию цифрового повествования. Большинство залов — это «чёрные коробки», где проекции, звук, анимации создают ощущение присутствия в будущем.



Рис. 1. – Фотография экстерьера музея The Museum of the Future [10]

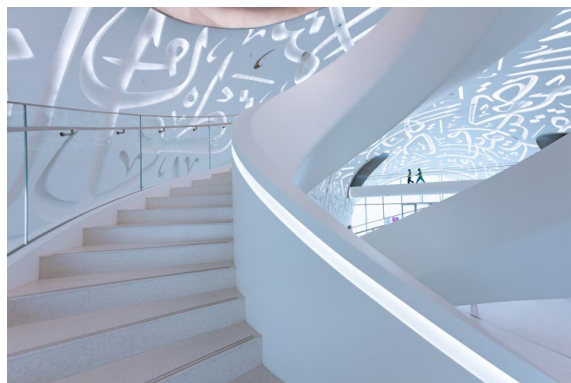


Рис. 2. – Фотография интерьера музея The Museum of the Future [11]

Инженерная инфраструктура полностью скрыта: сотни проекторов, серверов и акустических систем встроены в архитектурные оболочки. Это пример того, как экспозиционная концепция задаёт архитектурную форму, а не наоборот [12];

- Музей «Гараж» (Москва, Россия), архитектор реконструкции: ОМА (Rem Koolhaas), год открытия: 2015. Музей «Гараж» — один из первых музеев в России, последовательно внедряющих цифровые и мультимедийные форматы. Архитектурная концепция основана на реконструкции советского модернизма с интеграцией высокотехнологичной инфраструктуры. Пространства спроектированы как трансформируемые платформы, способные адаптироваться под выставки цифрового искусства, VR-инсталляции и кинопоказы. Особое внимание уделено световому дизайну и акустике — зал легко переходит из классического «white cube» в затемнённую цифровую зону. Также в здании реализованы «умные»

инженерные решения: скрытые кабельные трассы, автоматизированные системы управления климатом и мультимедиа [12].



Рис. 3. – Фотография экстерьера музея «Гараж» [13]



Рис. 4. – Фотография интерьера музея «Гараж» [14]

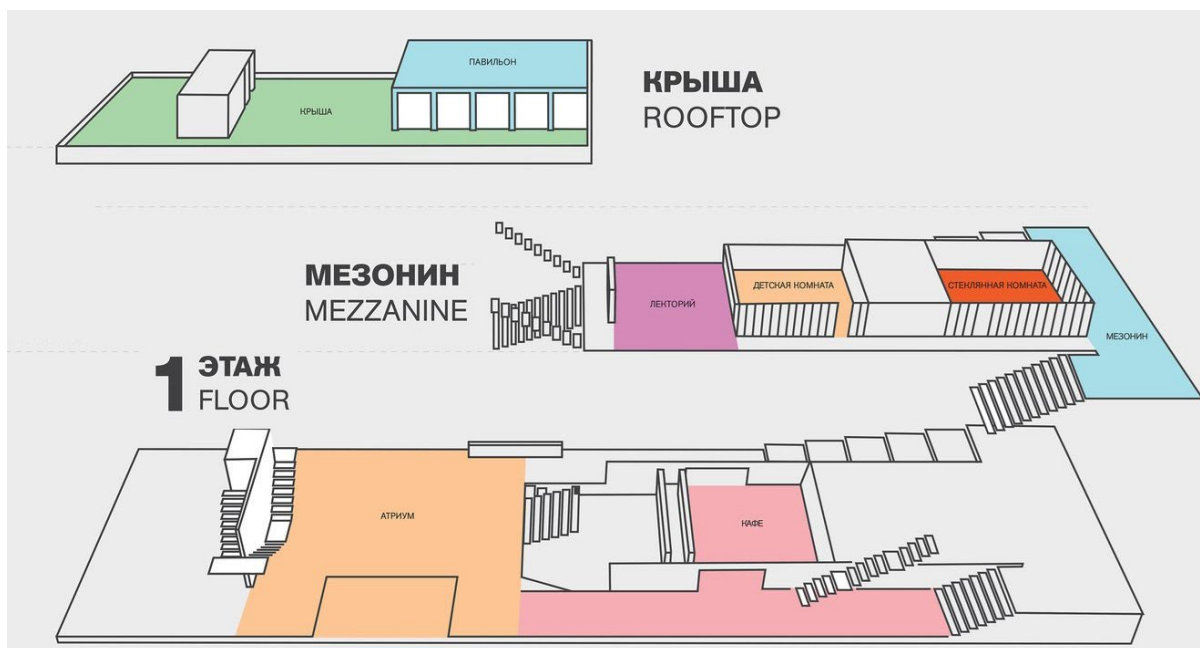


Рис. 5. – Схема зонирования музея «Гараж». Выполнено автором.

Как отмечает британский архитектор и теоретик Р. Коулхас: «архитектура культурных пространств больше не может быть статичной. Она обязана вступать в диалог с технологиями и становиться сценографией впечатлений» [15]. В заключении также отметим, что индивидуальный облик архитектурных достопримечательностей и музеев значительно повышает атрактивность городов, привлекая туристов и создавая

уникальную атмосферу [16]. Благодаря современным архитектурным решениям и креативным концепциям, музеи будущего становятся не только местом для культурного обмена, но и символами городской идентичности.

Литература

1. Горгорова Ю.В., Греков И.Ю. Выявление структуры объёмно-графических элементов музейной экспозиции и определение основных принципов их проектирования. Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_63_gorgorova.pdf_2088.pdf.
2. Brückner U. Exhibition Architecture and Dark Space Strategies. Springer Verlag, 2020. – P. 22.
3. Rasmussen F. Sound in Architecture: Case Studies from Scandinavian Museums. Architectural Acoustics Journal, 2017. URL: pub.epsilon.slu.se/14586/3/cerwen_g_170927.pdf
4. Hadid Z. Designing for the Contemporary Arts: MAXXI Rome. Architectural Record, Issue 03, 2011. – P. 8.
5. Diller E. The Shed: A New Model for Cultural Architecture. Harvard Design Review, 2019. – P. 12.
6. Shawki S. GEM: Digital Infrastructure in Museum Design. Cairo Architectural Review, 2019. – P. 46.
7. Nouvel J. Desert Light: Mediated Architecture in Qatar Museum. Detail Magazine, Issue 12, 2018. – P. 45.
8. Calatrava S. Passive Climate Strategies in Louvre Abu Dhabi. Architectural Technology Today, 2017. – P.10.
9. Bannon L. Human-Centered Museum Design and Digital Tools: Cooper Hewitt Case Study. Journal of Design Theory, 2016. – P. 14.

10. В Дубае открылся гигантский Музей Будущего в форме яйца. URL: cdn.fishki.net/upload/post/2022/02/24/4086528/1c4d7fb1e8002bf54ba23f0cc00803d9.jpg
11. Взгляд в будущее — Museum of the Future. URL: i0.wp.com/lifereport.net/wp-content/uploads/2022/02/museum-of-the-future-dubai__5.jpg?w=1280&ssl=1
12. Museum of the Future. URL: u.ae/en/more/museum-of-the-future.
13. Garage Museum of Contemporary Art / OMA. URL: images.adsttc.com/media/images/5593/ed49/e58e/ce2f/b500/03b1/newsletter/_DS_C3714.jpg?1435757883
14. Garage Museum / Numen/For Use. URL: cdn-ec-static.garagemca.org/storage/tinymce_asset/compressed_IMG08225462.jpg
15. Garage Museum of Contemporary Art by OMA opens in Moscow. URL: dezeen.com/2015/06/13/oma-rem-koolhaas-garage-museum-contemporary-art-dasha-zhukova-moscow-gorky-park.
16. Барагунова, М.М. Шогенова, Ф.М. Индивидуальный облик архитектурных достопримечательностей главного проспекта города Нальчика - столицы КБР. Инженерный вестник Дона, 2023, №7. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_36__5ay23_Baragunova.pdf_f167119da6.pdf.

References

1. Gorgorova Y.V., Grekov I.Y. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013. №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_63_gorgorova.pdf_2088.pdf.
2. Brückner U. Springer Verlag, 2020.
3. Rasmussen F. Architectural Acoustics Journal, 2017. URL: pub.epsilon.slu.se/14586/3/cerwen_g_170927.pdf
4. Hadid Z. Architectural Record, Issue 03, 2011.
5. Diller E. Harvard Design Review, 2019.
6. Shawki S. Cairo Architectural Review, 2019.

7. Nouvel J. Detail Magazine, Issue 12, 2018.
8. Calatrava S. P. Architectural Technology Today, 2017.
9. Bannon L. Journal of Design Theory, 2016.
10. V Dubae otkrylsya gigantskij Muzej Budushego v forme yajca [Giant Egg-Shaped Museum of the Future Opens in Dubai]. URL: cdn.fishki.net/upload/post/2022/02/24/4086528/1c4d7fb1e8002bf54ba23f0cc00803d9.jpg
11. Vzglyad v budushee — Museum of the Future [Looking to the future — Museum of the Future]. URL: i0.wp.com/lifereport.net/wp-content/uploads/2022/02/museum-of-the-future-dubai__5.jpg?w=1280&ssl=1
12. Museum of the Future. URL: u.ae/en/more/museum-of-the-future.
13. Garage Museum of Contemporary Art. OMA. URL: images.adsttc.com/media/images/5593/ed49/e58e/ce2f/b500/03b1/newsletter/_DS_C3714.jpg?1435757883
14. Garage Museum. Numen/For Use. URL: cdn-ec-static.garagemca.org/storage/tinymce_asset/compressed_IMG08225462.jpg
15. Garage Museum of Contemporary Art by OMA opens in Moscow. URL: dezeen.com/2015/06/13/oma-rem-koolhaas-garage-museum-contemporary-art-dasha-zhukova-moscow-gorky-park.
16. Baragunova, M.M. Shogenova, F.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 7. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_36__5ay23_Baragunova.pdf_f167119da6.pdf.

Дата поступления: 4.05.2025

Дата публикации: 11.07.2025