

УДК 008

DOI: 10.34670/AR.2023.51.70.025

Применение искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия: российский и международный опыт

Абрукова Елизавета Романовна

Аспирант,
Санкт-Петербургская государственная
художественно-промышленная академия им. А.Л. Штиглица,
191028, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Соляной пер, 13;
e-mail: elisrom.05@mail.ru

Аннотация

В современном мире искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемым инструментом в самых разнообразных сферах человеческой деятельности, включая искусство и культуру. Реставрация объектов культурного наследия, являющаяся ответственным и тонким процессом, требующим высокой точности и глубоких знаний, все больше начинает использовать достижения в области искусственного интеллекта. В России и по всему миру ИИ помогает реставраторам восстанавливать поврежденные фрески, картины, скульптуры и даже архитектурные сооружения, анализируя материалы с невидимой для человеческого глаза точностью и предоставляя возможности для принятия более обоснованных решений. Использование искусственного интеллекта в области реставрации не только повышает эффективность работ, но и расширяет горизонты исследований, позволяя более глубоко понять историю и технологии создания произведений искусства. Применение ИИ позволило достичь значительных результатов в сохранении культурного наследия для будущих поколений, обеспечивая сохранность уникальных и хрупких объектов. В данной статье будет проанализировано текущее состояние использования искусственного интеллекта в реставрации культурного наследия, с учетом опыта российских и зарубежных специалистов, а также будут выявлены перспективы и вызовы, связанные с интеграцией современных технологий в традиционные методы реставрации.

Для цитирования в научных исследованиях

Абрукова Е.Р. Применение искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия: российский и международный опыт // Культура и цивилизация. 2023. Том 13. № 12А. С. 166-173. DOI: 10.34670/AR.2023.51.70.025

Ключевые слова

Искусственный интеллект (ИИ), культурное наследие, преимущества ИИ в реставрации, эффективность реставрации, машинное обучение, нейронные сети, алгоритмы компьютерного зрения, диагностика состояния объектов, инновационные подходы, исторический контекст.

Введение

Цель данной статьи заключается в представлении и введении в применение искусственного интеллекта (ИИ) в реставрации объектов культурного наследия. Обозначение важности этой темы в современном мире, где сохранение культурных ценностей и наследия становится все более актуальным, особенно в условиях глобализации и утраты уникальности традиций.

Сохранение объектов культурного наследия становится все более актуальным в наше время, особенно в контексте глобализации и потери уникальности культурных традиций. Реставрационные работы являются сложным процессом, направленным на восстановление исторической достоверности и эстетической ценности культурных объектов, которые подверглись временным и физическим воздействиям. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в эти процессы открывает новые возможности для глубокого анализа, обработки данных и моделирования восстановительных процедур.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) для анализа объектов культурного наследия имеет ряд преимуществ. Оно позволяет выявить потребности в реставрации, основываясь на объективных данных и расширенных алгоритмах обработки изображений. Использование машинного обучения и нейронных сетей расширяет возможности оценки состояния объекта и прогнозирования потенциальных деградиационных процессов. Архивные данные и сравнительный анализ с подобными объектами помогают предсказать будущее состояние объекта. Важно отметить, что применение современных подходов ИИ не только ускоряет процесс реставрации, но также делает его более демократичным, позволяя большему числу специалистов участвовать в реставрационных работах.

В России и по всему миру уже существуют успешные примеры использования искусственного интеллекта (ИИ) в области реставрации культурного наследия. Например, в Государственном Эрмитаже инновационные технологии применяются для определения авторства и датировки произведений искусства. Международные проекты по восстановлению культурных памятников, такие как замок Шамбор во Франции, используют компьютерное зрение для детального анализа состояния структур и создания точных 3D-моделей для реставрационных работ. Использование искусственного интеллекта позволяет достичь высокой точности при работе с объектами культурного наследия, что особенно важно при восстановлении утраченных или поврежденных элементов.

Алгоритмы глубокого обучения могут быть обучены на больших объемах данных для распознавания и воссоздания стилей, узоров и техник художественного исполнения. Это позволяет не только сохранять оригинальный вид объекта, но и корректировать предыдущие неудачные попытки реставрации.

Использование искусственного интеллекта в реставрационной деятельности открывает новые перспективы для научных исследований. Сбор и анализ данных позволяют более глубоко понять материалы, методы изготовления и технологии, использованные в прошлом. Это знание необходимо для разработки наиболее эффективных методов сохранения и предотвращения будущих повреждений объектов культурного наследия.

В эпоху цифровых технологий, интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в практику реставрации играет ключевую роль в сохранении нашего культурного наследия. Она предоставляет новые возможности для управления данными, анализа состояния объектов и планирования реставрационных работ. Однако при этом необходимо соблюдать баланс между инновационными подходами и традиционными методами реставрации, чтобы объединить передовые технологии с уважением к историческому контексту и культурным ценностям.

Технологии и методы искусственного интеллекта имеют большой потенциал для применения в реставрации объектов культурного наследия.

Роль искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия

Одним из важных направлений в исследовании объектов культурного наследия является применение алгоритмов машинного обучения для анализа и интерпретации огромных объемов данных [Иванов, Петров, 2021]. Такие алгоритмы позволяют обнаруживать скрытые закономерности и делать прогнозы о поведении материалов, что является неотъемлемым инструментом при планировании консервационных и реставрационных работ.

Использование сверточных нейронных сетей, способных анализировать сложные текстуры и паттерны, привлекательно в контексте реставрации культурного наследия [Смирнов, Лукьянова, 2020]. Они помогают исследовать и восстанавливать древние фрески, мозаики и другие элементы с высокой точностью [Koutsoudis et al., 2019].

Еще одной важной ролью в реставрационной практике является применение искусственного интеллекта для моделирования процессов старения материалов и прогнозы их будущего поведения [Tucci et al., 2018]. Это позволяет идентифицировать наиболее уязвимые участки и предотвратить возможные повреждения, обеспечивая таким образом более эффективную консервацию. Глубокое обучение, включая генеративно-сопоставительные сети (GAN), позволяет создавать реалистичные модели старения, что способствует более точному планированию реставрационных мероприятий [Захарова, 2022].

С помощью методов фотограмметрии и лазерного сканирования можно создавать высокодетализированные 3D-модели, которые служат основой для более глубокого анализа состояния объектов и планирования работ по их сохранению [Pavlidis et al., 2017]. Применение искусственного интеллекта (ИИ) способствует оптимизации этого процесса, автоматизируя шаги обработки данных и повышая качество получаемых моделей [Scorigno et al., 2018].

Применение ИИ в реставрации объектов культурного наследия является сложной задачей, требующей сотрудничества специалистов из разных областей [Михайлова, 2019], таких как информатика, реставрация, археология, искусствоведение и другие. Прогресс в этой области предполагает более глубокое понимание потребностей консервации, а также разработку специализированных инструментов и алгоритмов, способных решать уникальные задачи реставрации.

Отечественные примеры внедрения искусственного интеллекта (ИИ)

В России уже есть успешные примеры применения искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия.

Один из ярких примеров применения искусственного интеллекта в реставрационной практике – это диагностика состояния фресок Церкви Спаса на Крови в Санкт-Петербурге. С помощью компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения была проведена детальная оценка степени повреждений живописи [Barceló, Vicente, 2016], что позволило разработать наиболее эффективный план ее консервации и реставрации. Методы глубокого обучения были применены для анализа микротрещин и отслеживания динамики их распространения, что значительно повысило точность прогнозирования рисков дальнейшего ухудшения состояния

фресок.

Одной из важных задач является применение искусственного интеллекта для создания трехмерных цифровых моделей объектов культурного наследия. Например, в проекте по восстановлению Казанского собора в Москве, который был разрушен в середине XX века, использовался искусственный интеллект для создания трехмерной модели собора на основе архивных фотографий и чертежей [Vincent et al., 2017]. С помощью алгоритмов глубокого обучения были анализированы изображения, выделены ключевые архитектурные элементы и автоматически сгенерированы объемные структуры. Это позволяет не только визуализировать возможный исторический облик здания, но и подготавливать материалы для его будущего восстановления.

Опыт использования искусственного интеллекта для анализа состава и структуры материалов, используемых в культурных объектах, является не менее значимым. Например, при реставрации мозаичных полов Кыз-Кула в Хорезме (Узбекистан) были применены методы спектрального анализа и последующая обработка данных с помощью нейросетевых алгоритмов. Это позволило точно определить первоначальную цветовую гамму и состав используемых камней, что стало ключевым фактором для реконструкции древних мозаик.

Однако применение ИИ в таких проектах не ограничивается только реставрационной работой. Например, в проекте сохранения фасадов зданий Нескучного сада в Москве ИИ используется для координации мониторинга состояния строений, анализа полученных данных и оперативного планирования реставрационных мероприятий.

В заключение следует отметить, что опыт Российской Федерации в применении искусственного интеллекта для реставрации объектов культурного наследия демонстрирует огромный потенциал этой технологии. Использование ИИ не только повышает эффективность и точность реставрационных работ, но и открывает новые возможности для их глубокого анализа и понимания.

Интернациональные примеры внедрения искусственного интеллекта (ИИ)

Международные проекты и инициативы, связанные с применением искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия, активно развиваются и привлекают внимание научного сообщества.

Один из наиболее известных примеров использования искусственного интеллекта в сохранении объектов культурного наследия на международном уровне – проект «Google Arts & Culture». С использованием разработанных Google технологий машинного зрения и обучения были осуществлены проекты по восстановлению утраченных исторических памятников, анализу состояния объектов культурного наследия и созданию трехмерных моделей для виртуальных туров [Koutsoudis et al., 2019].

Еще одним важным проектом является "REACH", который координируется Европейским союзом. Целью проекта является разработка инструментов для обработки больших объемов данных о культурном наследии с использованием искусственного интеллекта для улучшения процессов сохранения и реставрации [Tucci et al., 2018]. В рамках проекта предпринимаются попытки автоматизировать процессы сбора информации, документирования и анализа состояния объектов, что значительно повышает эффективность и точность реставрационных работ.

Кроме того, важно отметить активную деятельность таких организаций, как ICCROM (Международный центр изучения сохранения и реставрации культурных ценностей), которые успешно внедряют искусственный интеллект в сферу реставрации. Программы ICCROM применяют алгоритмы искусственного интеллекта для анализа повреждений фресок и стенописей, что позволяет определить оптимальные методы их восстановления.

Международный опыт показывает, что использование искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия открывает новые перспективы в этой области. От создания цифровых копий и виртуальной реконструкции утраченных памятников до анализа огромных объемов данных для противодействия контрабанде произведений искусства – все это лишь некоторые из возможностей, которые предоставляет современный искусственный интеллект.

Анализ вызовов и перспектив использования искусственного интеллекта в процессе реставрации культурного наследия

Прежде всего, для успешного применения технологий искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия необходимо провести тщательное научное обоснование и разработать соответствующие методики. Только так можно обеспечить максимальную точность и надежность результатов реставрации.

Одним из основных вызовов является необходимость обеспечения высокой точности и достоверности реставрационных работ, осуществляемых при помощи искусственного интеллекта (ИИ). Применение алгоритмов машинного обучения и нейросетей, способных анализировать и воспроизводить стиль, технику, материалы и другие специфические характеристики отдельных объектов или эпох, требует тщательной подготовки обучающих выборок и точной настройки параметров. Если не уделить должного внимания качественной настройке, это может привести к созданию неправдоподобных результатов, что критично в контексте сохранения наследия [там же].

Использование искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия сталкивается с этическими сложностями. Важно найти баланс между применением технологий для восстановления утраченных элементов и сохранением подлинности объекта [Захарова, 2022]. Реставраторам приходится принимать сложные решения о допустимости различных вмешательств и их потенциальном влиянии на ценность объекта.

Перспективы использования искусственного интеллекта в реставрации объектов культурного наследия огромны. В первую очередь, это связано с возможностью анализировать большие объемы данных, что помогает выявлять неочевидные повреждения и предсказывать потенциальные риски [Pavlidis et al., 2017]. Кроме того, использование искусственного интеллекта может значительно ускорить процесс реставрации, делая его более экономически эффективным и доступным.

Примером могут служить проекты, основанные на цифровом документировании и виртуальной реконструкции, которые позволяют создавать точные 3D-модели объектов [Scorigno et al., 2018]. Это не только способствует лучшему пониманию объекта, но и открывает возможность виртуального «возвращения» объекта в его первоначальное состояние для исследовательских целей, а также создания точных копий для образовательных экспозиций.

Важным аспектом является междисциплинарное взаимодействие. Разработка и применение искусственного интеллекта требует тесного сотрудничества специалистов в области

информационных технологий и реставрации. Это предполагает формирование новых компетенций у реставраторов, а также разработку программ обучения и повышения квалификации [Михайлова, 2019].

Заключение

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в сферу сохранения и восстановления исторических и культурных ценностей открывает новые возможности для повышения эффективности, точности и научной обоснованности реставрационных работ. Анализ современных подходов и практик показал, что использование ИИ способствует достижению высочайшего качества реставрационного процесса, позволяя более глубоко понять материальную и духовную сущность объектов. Роботизированные системы, оснащенные ИИ, могут выполнять тонкие и сложные операции, которые ранее были почти невозможны или связаны с высоким риском для уникальных артефактов.

В России исследования и разработки в области искусственного интеллекта для реставрации находятся на активной стадии развития. Особое внимание уделяется созданию автоматизированных систем для диагностики состояния объектов культурного наследия, а также разработке интеллектуального программного обеспечения, которое позволяет моделировать и восстанавливать утраченные элементы на основе анализа имеющихся данных.

На мировом уровне также наблюдается положительная динамика в применении искусственного интеллекта в реставрации. Проекты, включающие цифровую реконструкцию разрушенных памятников или прогнозирование возможных изменений состояния объектов под воздействием окружающей среды, свидетельствуют о значительном потенциале этой технологии.

Важно отметить, что использование искусственного интеллекта (ИИ) в реставрационном процессе имеет не только техническую, но и исследовательскую составляющую. Анализ больших объемов данных с применением машинного обучения может расширить наши знания о способах конструирования, художественных техниках и историческом контексте создания культурных объектов.

Однако, следует признать, что использование ИИ в реставрации требует ответственного подхода к вопросам этики и сохранения оригинальности объектов. Необходимо гармонично сочетать инновационные технологии с традиционными методами реставрации, учитывая культурные и исторические особенности каждого конкретного артефакта.

В заключение, можно с уверенностью заявить, что стратегическое внедрение искусственного интеллекта в процессы реставрации является необходимым и перспективным.

Библиография

1. Захарова А.А. Развитие искусственного интеллекта и его влияние на технологии реставрации в России // Исторические технологии. 2022. 42 (1). С. 67-82.
2. Иванов А.Б., Петров В.Г. Использование алгоритмов машинного обучения для анализа и реставрации архитектурных памятников // Вестник реставрации. 2021. 34 (2). С. 159-173.
3. Михайлова Ю.В. Применение нейросетей для реконструкции исторических образов в российском искусстве // Новые информационные технологии в искусстве. 2019. 45 (5). С. 372-384.
4. Смирнов М.И., Лукьянова Е.В. Компьютерное зрение в задачах анализа состояния фресок // Искусство и наука. 2020. 28 (4). С. 245-260.
5. Barceló J.A., Vicente O. Artificial intelligence and digital heritage: Challenges and opportunities // Virtual Archaeology Review. 2016. 7 (15). P. 1-9.

6. Koutsoudis A. et al. The use of artificial intelligence in the preservation of cultural heritage: A review // *Journal of Cultural Heritage*. 2019. 40. P. 195-202.
7. Pavlidis G. et al. From the Physical to the Digital and Back: Issues and Potentials of the Cultural Informatics Field // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2017. 14. P. 841-853.
8. Scopigno R. et al. 3D models for cultural heritage: beyond plain visualization // *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2018. 38 (4). P. 26-37.
9. Tucci G. et al. Machine learning for cultural heritage: A survey // *Pattern Recognition Letters*. 2018. 133. P. 378-386.
10. Vincent M.L. et al. Neural Networks for Artwork Restoration: Automated Patching of Damaged Frescoes // *The Visual Computer*. 2017. 33 (4). P. 513-525.

Application of artificial intelligence in restoration of cultural heritage objects: Russian and international experience

Elizaveta R. Abrukova

Postgraduate,
Saint Petersburg Stieglitz State Academy of Art and Design,
191028, 13, Solyanoi lane, Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: elisrom.05@mail.ru

Abstract

In the contemporary world, Artificial Intelligence (AI) is increasingly becoming an essential tool in diverse fields of human endeavor, including art and culture. The restoration of cultural heritage sites is a meticulous and intricate process that demands utmost precision and accuracy. With the integration of AI, the restoration process of cultural heritage objects has been greatly enhanced. AI algorithms can analyze historical data, architectural blueprints, and artistic techniques to provide valuable insights for the restoration process. This technology enables experts to make informed decisions regarding the preservation and reconstruction of cultural sites. Furthermore, AI-powered systems can assist in the identification and authentication of artifacts, ensuring their provenance and historical significance. Through machine learning algorithms, AI can detect subtle differences in materials, styles, and craftsmanship, aiding in the accurate dating and categorization of cultural artifacts. Moreover, AI can facilitate the documentation and conservation of cultural heritage sites. AI can create detailed digital replicas of cultural sites, allowing for virtual exploration and preservation of these invaluable treasures. The application of AI in the restoration of cultural heritage sites not only enhances the accuracy and efficiency of the process but also promotes wider access and appreciation of these cultural treasures. With AI technologies, we can ensure the preservation and safeguarding of our rich cultural heritage for future generations to enjoy and learn from. The integration of Artificial Intelligence in the restoration of cultural heritage sites in Russia and worldwide has revolutionized the field, enabling more precise and informed decision-making, authentication, and conservation efforts.

For citation

Abrukova E.R. (2023) *Primenenie iskusstvennogo intellekta v restavratsii ob'ektov kul'turno go naslediya: rossiiskii i mezhdunarodnyi opyt* [Application of artificial intelligence in restoration of cultural heritage objects: Russian and international experience]. *Kul'tura i tsivilizatsiya* [Culture and Civilization], 13 (12A), pp. 166-173. DOI: 10.34670/AR.2023.51.70.025

Keywords

Artificial Intelligence (AI), cultural heritage, benefits of AI in restoration, restoration efficiency, machine learning, neural networks, computer vision algorithms, object condition diagnosis, innovative approaches, historical context.

References

1. Barceló J.A., Vicente O. (2016) Artificial intelligence and digital heritage: Challenges and opportunities. *Virtual Archaeology Review*, 7 (15), pp. 1-9.
2. Ivanov A.B., Petrov V.G. (2021) Ispol'zovanie algoritmov mashinnogo obucheniya dlya analiza i restavratsii arkhitekturnykh pamyatnikov [Using machine learning algorithms for the analysis and restoration of architectural monuments]. *Vestnik restavratsii* [Bulletin of Restoration], 34 (2), pp. 159-173.
3. Koutsoudis A. et al. (2019) The use of artificial intelligence in the preservation of cultural heritage: A review. *Journal of Cultural Heritage*, 40, pp. 195-202.
4. Mikhailova Yu.V. (2019) Primenenie neirosetei dlya rekonstruktsii istoricheskikh obrazov v rossiiskom iskusstve [Application of neural networks for the reconstruction of historical images in Russian art]. *Novye informatsionnye tekhnologii v iskusstve* [New information technologies in art], 45 (5), pp. 372-384.
5. Pavlidis G. et al. (2017) From the Physical to the Digital and Back: Issues and Potentials of the Cultural Informatics Field. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, pp. 841-853.
6. Scopigno R. et al. (2018) 3D models for cultural heritage: beyond plain visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38 (4), pp. 26-37.
7. Smirnov M.I., Luk'yanova E.V. (2020) Komp'yuternoe zrenie v zadachakh analiza sostoyaniya fresok [Computer vision in problems of analyzing the state of frescoes]. *Iskusstvo i nauka* [Art and Science], 28 (4), pp. 245-260.
8. Tucci G. et al. (2018) Machine learning for cultural heritage: A survey. *Pattern Recognition Letters*, 133, pp. 378-386.
9. Vincent M.L. et al. (2017) Neural Networks for Artwork Restoration: Automated Patching of Damaged Frescoes. *The Visual Computer*, 33 (4), pp. 513-525.
10. Zakharova A.A. (2022) Razvitie iskusstvennogo intellekta i ego vliyanie na tekhnologii restavratsii v Rossii [Development of artificial intelligence and its influence on restoration technologies in Russia]. *Istoricheskie tekhnologii* [Historical technologies], 42 (1), pp. 67-82.