

УДК 379.822

<https://www.doi.org/10.47813/dnit-III.2024.11.003>

EDN [DWHQСХ](#)

Цифровое историко – культурное наследие: к вопросу о применении искусственного интеллекта

А.А. Яблокова^{1,2*}, В.В. Калитина², А.А. Брит²

¹Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений, ул. Урицкого, д. 61, г. Красноярск, Россия, 660049

²Красноярский государственный аграрный университет, пр-кт Мира, д. 90, г. Красноярск, Россия, 660049

*E-mail: alena.yabl@yandex.ru

Аннотация. В статье поднимается вопрос актуальности и целесообразности применения технологий искусственного интеллекта для сохранения, актуализации и репрезентации объектов историко – культурного наследия в цифровых форматах. Отмечается, что наиболее перспективными направлениями искусственного интеллекта являются обработка, анализ и интерпретация текстовой и визуальной информации, а также генерация объектов в иммерсионном формате, включая реконструкцию и реставрацию.

Ключевые слова: историко – культурное наследие, искусственный интеллект, цифровизация, дигитализация.

Digital historical and cultural heritage: on the issue of using artificial intelligence

A.A. Yablokova^{1,2*}, V.V. Kalitina², A.A. Brit²

¹Krasnoyarsk Regional Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Public Associations, st. Uritskogo, 61, Krasnoyarsk, Russia, 660049

²Krasnoyarsk State Agrarian University, 660049, Russia, Krasnoyarsk, Mira Avenu, 90

*E-mail: alena.yabl@yandex.ru

Abstract. The article raises the question of the relevance and feasibility of using artificial intelligence technologies for the preservation, updating and representation of objects of historical and cultural heritage in digital formats. It is noted that the most promising areas of artificial intelligence are the processing, analysis and interpretation of textual and visual information, the processing, as well as the generation of objects in immersion format, including reconstruction and restoration.

Keywords: historical and cultural heritage, artificial intelligence, digitization, digitization.

1. Введение

Научно-технический прогресс как ключевой аспект четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) формирует условия для внедрения информационно – коммуникационных и цифровых технологий (ИТ – стратегий) в аспекты деятельности ключевых отраслей государства, в частности, в отрасли культуры, в качестве фундаментальных основ устойчивого развития.

В рамках решения задач сохранения, актуализации и репрезентации историко – культурного наследия применение ИТ-стратегий подразумевает цифровое преобразование объектов и последующую организацию работы с цифровыми двойниками. В отрасли культуры информационно – коммуникационные технологии используются для разработки веб – ориентированных информационных систем (веб – сайтов) онлайн – пространств и площадок, а цифровые технологии – для создания электронных копий объектов (размещаемых на веб – сайтах), что гарантирует их целостность, сохранность и равнодоступность для всех пользователей цифрового культурного пространства в бесплатном, условно-бесплатном или лицензионном (платном) режимах доступа (в зависимости от политики предоставления данных), удовлетворяя информационные потребности пользователей при сохранении баланса национальных и международных интересов, способствуя культурному взаимодействию.

Одним из направлений ИТ – стратегий цифровых технологий, применяемых для дигитализации объектов историко-культурного наследия, выступают технологии искусственного интеллекта [1].

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Целью исследования является изучение возможностей использования искусственного интеллекта для сохранения объектов историко – культурного наследия в цифровых форматах.

3. Методы и материалы исследования

3.1. Историко – культурное наследие

Историко – культурное наследие, понимаемое как совокупность материальных и нефизических форм представления объектов реального мира, является одной из основных форм сохранения социальной идентичности, национальной культуры и исторических ориентиров, транслирующей эвристический и репродукционный опыт, распространение и освоение культурных ценностей.

С точки зрения декомпозиции предметной области историко – культурное наследие подразделяется на две укрупненные группы: материальные и нематериальные объекты (рисунок 1).

Историко – культурное наследие	
1 Материальное историко – культурное наследие – это совокупность овековеченных результатов человеческой деятельности, включающая объекты, созданные человеком, и природные объекты.	2 Нематериальное историко – культурное наследие представляет собой совокупность нефизических интеллектуальных форм представления духовных, нравственно-этических и историко – культурных данных и метаданных.

Рисунок 1. Структура историко – культурного наследия: укрупненные группы.

В свою очередь материальное историко – культурное наследие имеет следующую классификацию (рисунок 2).

Материальное историко – культурное наследие			
Группа археологических объектов	Объекты архитектуры и градостроительства	Изобразительное искусство	Объекты декоративно-прикладного творчества
Объекты монументального искусства	Природные объекты	Научно-технические достижения	

Рисунок 2. Структура материального историко – культурного наследия.

Цифровое наследие отражает концепцию виртуализации объектов историко – культурного наследия реального мира, механизмы их создания и функционирования в иммерсивной форме, т.е. применение современных технологий для сохранения объектов историко – культурного наследия в цифровых форматах, первоначально имеющих бинарное представление или преобразованных в цифровую форму из существующих аналоговых объектов [2-4].

Технологии работают со следующими типами цифрового преобразования, учитывая тип исходного объекта в соответствии с приведенной выше классификацией материальных объектов (рисунок 3) [5].

Материальное историко – культурное наследие: типы цифрового преобразования						
Двумерная плоскость			Трёхмерная плоскость			
Цифровое преобразование текстовой информации применяется к:	преобразование информации		Цифровое преобразование визуальной информации применяется к объектам изобразительного искусства и монументального искусства	преобразование информации		
<ul style="list-style-type: none"> • объектам изобразительного искусства (литературные, музыкальные произведения); • документации, связанной с объектами истории, описывающей конкретные исторические явления, чаще всего строго локализованные во времени и пространстве (исторические объекты); • технической и проектной документации, связанной (чертежи, схемы и т.д.) с объектами архитектуры и градостроительства, археологическими объектами, научно-техническими достижениями 				Цифровое преобразование пространственных объектов с геометрией и текстурой применяется к материальным объектам, имеющим физическую форму: <ul style="list-style-type: none"> • к объектам археологии; • к объектам архитектуры и градостроительства; • монументального, изобразительного и декоративно-прикладного искусства; • природным объектам 		

Рисунок 3. Типы цифрового преобразования объектов материального историко – культурного наследия.

3.2. Искусственный интеллект

Искусственный интеллект – направление компьютерных наук, целью которых является разработка интеллектуальных искусственных систем (комплекса технологических и программных решений), имитирующих и функционирующих по алгоритмам, схожим с принципами человеческого интеллекта [6-7].

Интеллектуальные системы имеют ряд характеристик (рисунок 4) [8].

Свойства интеллектуальных систем		
<p>Самостоятельное обучение – свойство интеллектуальных систем извлекать знания из контекста выполняемых задач, обучаться на основе опыта и улучшать свои навыки и способности</p>	<p>Автономность принятия решений и адаптивность – свойство, которое заключается в возможности интеллектуальных систем выходить за границы установленных алгоритмов и принимать решения и действовать независимо от внешнего управления</p>	<p>Оптимизация – свойство систем распределять ресурсы, оптимизировать процессы и находить наилучшие решения для достижения поставленных целей и изменять свою структуру и поведение в соответствии с изменяющимися условиями и требованиями</p>

<p>Распределенность и параллелизм – свойство интеллектуальных систем декомпозировать задачи между различными компонентами и работать параллельно</p>	<p>Гибкость и устойчивость – способность систем адаптироваться к новым условиям, приспосабливаться к непредвиденным ситуациям и продолжать работать даже при отказе отдельных компонентов.</p>	<p>Понимание контекста требуемых задач – свойство систем понимать сложные, многоуровневые задачи и контекст, в котором они возникают, т.к. в традиционных программах глубина понимания ограничена написанными алгоритмами</p>
<p>Решение когнитивных задач – это способность систем к логическому анализу информации и формированию выводов с выстраиванием причинно-следственных связей</p>	<p>Обработка естественного языка – способность систем понимать, анализировать и интерпретировать человеческую речь и данные</p>	<p>Предиктивный анализ – способность систем анализировать большие объемы данных, обнаруживать закономерности и тенденции для прогнозирования событий или результатов, опираясь на паттерны и вероятностные оценки</p>
<p>Мультимодальность – свойство систем, которое заключается в способности анализировать и интегрировать информацию из различных источников или типов данных</p>	<p>Междисциплинарность – свойство систем применять данные и методы из разных научных дисциплин для разработки, понимания и улучшения интеллектуальных систем</p>	

Рисунок 4. Свойства интеллектуальных систем.

К основным технологиям ИИ относятся машинное обучение, глубокое обучение, технологии обработки и генерации естественного языка, компьютерное зрение, рекомендательные и экспертные системы, робототехника, байесовские сети, квантовые исчисления.

4. Полученные результаты

Цифровое историко – культурное наследие является перспективной областью применения технологии искусственного интеллекта. К ключевым направлениям применения ИИ в дигитализации относится [9-12]:

- **Обработка, анализ и интерпретация текстовой информации**, к которым относятся объекты изобразительного искусства (литературные, музыкальные произведения); документация, связанная с объектами истории, описывающая конкретные исторические явления, чаще всего строго локализованные во времени и пространстве (исторические объекты); техническая и проектная документация, связанная (чертежи, схемы и т.д.) с объектами архитектуры и градостроительства, археологическими объектами, научно-техническими достижениями.

Для обработки и анализа текстовых произведений используются методы машинного обучения, в частности, Natural Language Processing (NLP), и компьютерное зрение (computer vision).

Машинное обучение – направление искусственного интеллекта, занимающееся разработкой алгоритмов и статистических моделей, которые применяются для решения задач без явных инструкций и требований, используя паттерны и логические выводы. Natural Language Processing – одно из направлений машинного обучения, построенное на принципах математической лингвистики, задача которого – понимать и обрабатывать текстовые данные на естественном языке.

NLP занимается широким спектром задач, к которым относятся:

- *распознавание и извлечение текстовых данных* – процессы, в ходе которых модель работает напрямую с текстовым источником или переводит графические изображения в текстовые данные, определяет какие слова и символы присутствуют в тексте и выделяет из них требуемую информацию;
- *кодирование данных* – преобразование текста в формат, удобный для обработки системой;
- *структурирование данных* – процесс организации данных в виде иерархической структуры, что позволяет более эффективно обрабатывать и анализировать его;
- *классификация текста* – анализ текстовых последовательностей и присвоение им меток, объединения в группы на основе содержания;
- *атрибуция текста* – определение подлинности текста и установление его основных характеристик, добавление дополнительной информации;
- *лингвистический анализ текста* – изучение структуры и содержания текста с целью определения его основных характеристик;
- *интерпретация текста* – изучение и описание связей и отношений лексических единиц текста, определение его контекста.

Технология обработки естественного языка построена на принципе обучения модели на данных с помощью специальных алгоритмов. Первоначально собирают данные предметной области, на основе которых в дальнейшем модель будет обучаться, далее неструктурированные данные нормализуют.

Этап нормализации включает в себя следующие операции:

- *очистка данных* – процесс удаления шума и лишних символов из текста;

- *токенизация* – разбиение текста на отдельные слова (токены);
- *стемминг* – процесс нахождения основы слова (корня);
- *лемматизация* – нахождение канонической формы слова;
- *разметка* – процесс обозначения частей речи каждого слова в тексте;
- *разработка датасета* – подготовка набора данных, используемых для обучения модели.

Далее выбирают способ представления данных – выбор формы данных, удобной для обработки для модели машинного обучения, и производят векторизацию – преобразование текстовых данных в числовые, чтобы их можно было использовать в модели машинного обучения.

После того, как данные подготовлены для работы, выбирается алгоритм для обучения модели, который пишут с нуля или выбирают готовые решения, в зависимости от требуемых задач. К примеру, если требуется произвести классификацию текстов выбирается наивный байесовский алгоритм классификации. Для обработки текстов, где важно учитывать общий контекст при обработке каждого слова, выбирают метод LSTM. Для решения задач машинного перевода и классификации применяют нейронные сети, а для анализа текстов используются марковские модели.

Компьютерное зрение – это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой алгоритмов для анализа и обработки изображений. Одним из направлений компьютерного зрения в рамках данной группы задач является обработка текстовых данных. Для этого алгоритмы машинного обучения, которые позволяют распознавать символы, слова и фразы на изображениях, переводят изображения в текстовые данные. Также компьютерное зрение используется для каталогизации и организации больших объемов текстовых данных.

• **Обработка, анализ и интерпретация визуальной информации**, к которым относятся объекты изобразительного и монументального искусства.

Для обработки и анализа визуального контента используется компьютерное зрение, которое позволяет решать следующие задачи:

- *извлечение объектов визуального представления из текстовых источников*;
- *распознавание образов* – способность системы определять, какие объекты представлены на изображении;

- *сегментация изображений и извлечение признаков* – разделение изображения на отдельные области (объекты) и процесс извлечения наиболее значимых характеристик объектов для их дальнейшего анализа;
- *восстановление и улучшение качества* – процесс реконструкции поврежденных участков и улучшение исходных характеристик изображения;
- *автоматическая классификация и атрибуция* – процесс распределения изображений по различным категориям и присвоения им определенных атрибутов;
- *интерпретация и каталогизация* – анализ изображений, определение их контекста и размещение в определенном каталоге.

• **Генерация объектов в иммерсионном формате, включая реконструкцию и реставрацию**, к которой относятся объекты археологии, архитектуры и градостроительства, монументальное, изобразительное и декоративно-прикладное искусство, природным объектам.

Генерация объектов историко-культурного наследия в иммерсивном формате заключается в создании виртуального пространства, которое позволяет погрузиться в атмосферу прошедших эпох, детально изучить объекты и взаимодействовать с ними.

Процесс реконструкции включает в себя воссоздание изначального облика объектов историко-культурного наследия, их структуры и функций. Реставрация может потребоваться для восстановления поврежденных или утраченных элементов объекта, а также для улучшения его общего состояния в цифровом формате.

В рамках решения данной задачи искусственный интеллект взаимодействует с такими технологиями как оптическое 3D-сканирование, фотограмметрия, 3D-моделирование, лазерное сканирование для получения данных для генерации объектов, а технологии трехмерного интеллектуального моделирования на основе полученных данных генерируют пространственные объекты с геометрией и текстурой, и их иммерсивное окружение.

5. Выводы

Как показывает проведенный анализ технологии искусственного интеллекта в полной мере позволяют расширить круг инструментов для эффективного сохранения, актуализации и репрезентации объектов историко – культурного наследия в цифровых форматах.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президентского фонда культурных инициатив, проект «Забыть нельзя спасти! Краевой фестиваль «Наука, культура и все, что между ними!», Заявка № ПФКИ-23-1-008858.

Список литературы

1. Яблокова А.А. К вопросу о сохранении объектов историко-культурного наследия в постиндустриальном обществе: роль и методы / А.А. Яблокова // Информатика. Экономика. Управление – Informatics. Economics. Management. – 2023. – № 2(3). – С. 0354-0363
2. Гук Д.Ю. Культурное наследие в цифровом пространстве / Д.Ю. Гук. – Санкт-Петербург: Издательство "Государственный Эрмитаж", 2021. – 94 с
3. Василевская В.Э. Цифровое культурное наследие в политике ЮНЕСКО / В.Э. Василевская // Культурные и научно-образовательные стратегии по реализации национальных проектов-2030: сборник материалов, Краснодар, Россия, 11 ноября 2021 года. – Краснодар: Краснодарский государственный институт культуры, 2021. – 121-125 с
4. Краснова Е.Л. Цифровизация культурного наследия: пути трансформации / Е.Л. Краснова // Литературное наследие России и Беларуси в экспозиционно-выставочном пространстве музеев и библиотек: Материалы международной научно-практической конференции, Смоленск-Минск, 09 июня 2022 года. – Смоленск: Областное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Смоленский государственный институт искусств, 2022. – 153-156 с
5. Яблокова А.А. К вопросу о сохранении объектов историко-культурного наследия в постиндустриальном обществе: перспективы применения современных цифровых технологий / А.А. Яблокова, И.Л. Клендер, С.А. Сафонов // Информатика. Экономика. Управление – Informatics. Economics. Management. – 2023. – № 2(4). – С. 0145-0161
6. Душкин Р. Искусственный интеллект / Р. Душкин. – Москва: ДМК Пресс, 2022
7. О’Коннелл М. Искусственный интеллект и будущее человечества / М. О’Коннелл. – Москва: Эксмо, 2019

8. Потапов А. Искусственный интеллект и универсальное мышление / А. Потапов. – ЛитРес, 2017
9. Царева А.Э. Технологии цифровизации и искусственного интеллекта в сохранении культурного наследия / А.Э. Царева, Т.В. Тарасова // Столыпинский вестник. – 2023. – № 5. – С. 2700-2709.
10. Олешкович К.И. Современное состояние и перспективы развития технологий искусственного интеллекта в сфере культуры / К.И. Олешкович, Т.М. Авдеева // Актуальные исследования. – 2021. – № 8(35). – С. 22-25
11. Ларионцев М.М. BIG DATA в сфере культуры: тренды и проблемы / М.М. Ларионцев // Культурологический журнал. – 2020. – № 2(40). – С. 2
12. Акатьев Я.А., Верховод Н.С., Морозова И.О. Анализ возможностей использования искусственного интеллекта для сохранения культурного наследия. Научный аспект.