TURK ELI

International Scientific Journal



Volume 1 | Special Issue 2 | 2026

ISSN 1694-9315

Manas, Kyrgyz Republic

www.turkeli.science

TURK ELI
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

The journal is officially registered as a mass media outlet by the Justice Department of Manas Region under the Ministry of Justice of the Kyrgyz Republic in accordance with Registration Certificate No. 10339 dated March 11, 2024. The journal is registered under the title "TURK ELI" International Scientific Journal and is authorized for publication in Kyrgyz, Turkish, Uzbek, Kazakh and English languages.

Honorary President
Sarvar Ispahi

Editor-in-Chief
Jenishbek Duysheev

Deputy Editor in-Chief
Rahmonali Hasanov

Editorial Board

Ablat Khodjaev (Prof. Dr.)
Shakimashrip Ibraev (Prof. Dr.)
Shohistahon Uljaeva (Prof. Dr.)
Kubanychbek Kalchakeev (Prof. Dr.)
Abdimajid Madraimov (Prof. Dr.)
Shukhrat Sattarov (Prof. Dr.)
Ibrahim Kush (Dr.)
Faig Elekberli (Dr.).
Erdenebayar Nasanbat (Dr.)
Gulnara Anarbaeva (Dr.)
Nurgul Aldabek (Dr.)
Nurjamal Myrzabaeva (Dr.)
Takhirjan Kazakov (Dr.)
Elmira Hazratkulova (Dr.)
Azamat Kaliev (Dr.)
Abdulvakhidkhon Nuriddinov (Dr.)

About this Special Issue

This special issue of the international scientific journal *Turk Eli* has been published based on the proceedings of the International Scientific and Practical Conference entitled "Contemporary Trends in the Development of Education, Science and Innovation in the Eurasian Space: Human Capital, Digital Transformation and Sustainable Development," held on August 4–5, 2026, in the Kyrgyz Republic (Issyk-Kul).

Об этом специальном выпуске

Настоящий специальный выпуск международного научного журнала *Turk Eli* опубликован по материалам Международной научно-практической конференции на тему «Современные направления развития образования, науки и инноваций в Евразийском пространстве: человеческий капитал, цифровая трансформация и устойчивое развитие», состоявшейся 4–5 августа 2026 года в Кыргызской Республике (Иссык-Куль).

Technical Editor
Laziz Baxtiyorov

Publisher: turkeli.science
E-mail: editor@turkeli.science

Contents

Kayumov Erkin Kayumovich
Analysis of the Digital Transformation of Traditional Sectors of Uzbekistan′s Regional Economy **210**

Tursunov Bakhtiyor Temurovich
The Potential of Artificial Intelligence and Synergetic Thinking in the Study of Alisher Navoi′s Scientific Heritage **218**

Yuldasheva Inoyatkhon Zakiryayevna
Digital Platforms and Competitiveness in the Global Market **223**

Oblokulov Abdurauf Olimjon Ugli
Digital Transformation of Uzbekistan′s Agricultural Sector: The Role of Human Capital in Ensuring Sustainable Development **229**

Ismailova Chimnaz Nurullah Gizi
The Use of Artificial Intelligence in Foreign Language Education for Future Physicians **232**

Ashimov Bektur Talantbekovich
Kyrgyzstan as a Future Digital Hub of Central Asia: Artificial Intelligence, Innovative Technologies, and Strategic Development amid Global Transformation **236**

Tojibaeva Aziza Rikhsivaevna
The Use of Digital Technologies in Various Fields **240**

Buriev Sherzod Khuldashevich
Development of the System for the Conservation, Restoration, and Storage of Museum Objects in Uzbekistan in the Context of Digital Transformation and Artificial Intelligence (1991–2025) **243**

Development of the System for the Conservation, Restoration, and Storage of Museum Objects in Uzbekistan in the Context of Digital Transformation and Artificial Intelligence (1991–2025)

Buriev Sherzod Khuldashevich [1]

[1] Tashkent University of Economics and Technology Deputy Dean for Academic Affairs, Faculty of Social Sciences Independent PhD Researcher at the Research Institute of Cultural Studies and Intangible Cultural Heritage
Tashkent, Uzbekistan
[1] sherzodburiyev8354@ gmail.com | ORCID: 0009-0004-4280-1970

DOI: https://doi.org/10.68358/vws7sf49

Abstract. *This article explores the development of the conservation, restoration, and preservation system for museum objects in Uzbekistan during the period 1991-2025 in the context of digital transformation and the adoption of artificial intelligence technologies. The purpose of the study is to analyze the application of modern digital technologies and AI-based solutions in museum collection management, conservation, and restoration practices, as well as to identify their advantages, existing challenges, and future prospects. The research employs historical, comparative, systematic, and document analysis methods. National legislation, state programs on museum development, and practical experiences of museums in Uzbekistan were examined. The findings indicate that the implementation of digitization, electronic cataloguing, 3D scanning, environmental monitoring, AI-assisted diagnostics, and digital collection management systems has significantly improved the preservation of cultural heritage objects and enhanced the efficiency of museum conservation activities. However, several challenges remain, including the modernization of technical infrastructure, the training of qualified conservation specialists, and the expansion of interdisciplinary and international cooperation. The scientific novelty of the research lies in its comprehensive assessment of the evolution of museum conservation and restoration in Uzbekistan through the perspective of digital transformation and artificial intelligence. The study also proposes practical recommendations for integrating innovative technologies into museum preservation practices in accordance with international standards and contemporary requirements.*

Keywords: *museum objects, museum collections, conservation, restoration, preservation, digital transformation, artificial intelligence, digitization, 3D scanning, cultural heritage, innovative technologies, digital cataloguing.*

Развитие системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане в условиях цифровой трансформации и искусственного интеллекта (1991-2025 годы)

Аннотация. *В статье исследуется развитие системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане в период 1991-2025 годов в условиях цифровой трансформации и внедрения технологий искусственного интеллекта. Цель исследования заключается в анализе применения современных цифровых технологий и решений на основе искусственного интеллекта в процессах сохранения, реставрации и управления музейными фондами, а также в выявлении их преимуществ, существующих проблем и перспектив дальнейшего развития. В исследовании использованы исторический, сравнительный, системный и документальный методы анализа. Изучены нормативно-правовые акты Республики Узбекистан, государственные программы развития музейной сферы и практический опыт отечественных музеев. Результаты исследования показывают, что цифровизация музейных фондов, создание электронных каталогов, применение 3D-сканирования, систем мониторинга микроклимата, искусственного интеллекта для диагностики состояния музейных предметов и цифровых систем управления коллекциями способствуют повышению эффективности сохранения объектов культурного наследия. Вместе с тем сохраняется необходимость дальнейшего совершенствования технической инфраструктуры, подготовки высококвалифицированных специалистов и расширения международного научно-практического сотрудничества. Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе развития системы музейной консервации Узбекистана в контексте цифровой трансформации и искусственного интеллекта, а также в разработке практических рекомендаций по внедрению инновационных технологий в соответствии с международными стандартами.*

Ключевые слова: *музейные предметы, музейные фонды, консервация, реставрация, хранение, цифровая трансформация, искусственный интеллект, цифровизация, 3D-сканирование, культурное наследие, инновационные технологии, электронный каталог.*

Введение: Историко-культурное наследие страны является одним из важнейших факторов, определяющих национальную идентичность народа, историческую память и духовное развитие общества. Музеи, в свою очередь, выполняют особую роль как социально-культурные институты, осуществляющие сбор, научное изучение, хранение, консервацию, реставрацию и передачу данного наследия будущим

поколениям. Археологические находки, рукописи, произведения изобразительного искусства, нумизматические материалы, этнографические предметы и другие уникальные экспонаты, хранящиеся в музейных фондах, под воздействием природных и антропогенных факторов с течением времени могут подвергаться физическому, химическому и биологическому разрушению. В связи с этим научно обоснованная консервация, реставрация и совершенствование системы хранения музейных предметов являются одним из приоритетных направлений музееведения и охраны культурного наследия.

После достижения Узбекистаном независимости сохранение национальной истории и культурного наследия стало одним из важных направлений государственной политики. Начиная с 1991 года были последовательно реализованы реформы по развитию деятельности музеев, укреплению их материально-технической базы, научной инвентаризации музейных фондов, приведению условий хранения в соответствие с международными стандартами, а также совершенствованию процессов консервации и реставрации. В рамках этих процессов важное место заняли создание современных лабораторий, внедрение новых методов консервации, повышение квалификации музейных специалистов и расширение международного сотрудничества. В результате качество хранения музейных фондов значительно улучшилось, что способствовало формированию нового этапа научно-практической деятельности.

В последние годы происходящие в мире процессы цифровой трансформации оказывают значительное влияние и на деятельность музеев. Цифровая трансформация включает не только электронную регистрацию и каталогизацию музейных коллекций, но и высокоточное цифровое документирование экспонатов, постоянный мониторинг их состояния, создание научных информационных баз данных, управление процессами консервации и внедрение совершенно новых механизмов популяризации культурного наследия. Благодаря цифровым технологиям значительно расширились возможности обеспечения безопасности информации о музейных фондах, оперативного поиска, анализа и введения данных в научный оборот. Это, наряду с повышением эффективности управления музеями, способствует выходу научных исследований на новый качественный уровень.

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта также открывает новые возможности в сфере музейной консервации и реставрации. Алгоритмы машинного обучения, технологии компьютерного зрения, системы анализа больших объёмов данных и интеллектуальные средства мониторинга позволяют автоматически оценивать состояние экспонатов, своевременно выявлять процессы разрушения, выбирать оптимальные методы консервации и научно обоснованно планировать реставрационные работы. Кроме того, технологии 3D-сканирования, мультиспектральной визуализации, цифрового моделирования и виртуальной реконструкции дают возможность сохранять первоначальное состояние музейных предметов, осуществлять их научную документацию и представлять их широкой общественности в современных форматах. Такие технологии приобретают особое научно-практическое значение при работе с уникальными экспонатами, имеющими высокий риск повреждения.

В мировой практике в сфере охраны культурного наследия реализуются масштабные проекты по использованию цифровых технологий и искусственного интеллекта. Во многих ведущих музеях широко применяются системы управления цифровыми фондами, автоматизированные средства контроля микроклимата, программы искусственного интеллекта для прогнозирования состояния экспонатов, а также технологии создания трёхмерных цифровых копий. Данный опыт способствует повышению качества сохранения объектов культурного наследия, оптимизации расходов на реставрацию и повышению точности принятия научных решений. В этом контексте поэтапное внедрение передового международного опыта и инновационных технологий в деятельность музеев Узбекистана является актуальной научной и практической задачей.

В Узбекистане также в последние годы были достигнуты определённые результаты в области цифровизации музейных фондов, создания электронных каталогов, внедрения информационно-коммуникационных технологий в управление музеями и научной документации объектов культурного наследия. Однако использование технологий искусственного интеллекта в процессах консервации и реставрации, автоматизированный мониторинг состояния экспонатов, проведение научного анализа на основе больших данных (Big Data), а также внедрение таких инновационных решений, как цифровой двойник (Digital Twin), всё ещё остаются недостаточно изученными и применяемыми на практике. Это обусловливает необходимость научной оценки

существующего опыта, его сравнения с практикой развитых стран и определения перспективных направлений дальнейшего развития.

Целью данного исследования является комплексный анализ развития системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане в период 1991-2025 годов с точки зрения цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта, а также определение основных этапов данного процесса, достигнутых результатов, существующих проблем и перспективных направлений развития. В исследовании использованы методы исторического анализа, системного подхода, сравнительного анализа, анализа документов и обобщения. Результаты исследования направлены на совершенствование системы сохранения объектов культурного наследия в музеях Узбекистана на основе современных инновационных технологий, повышение эффективности консервационных и реставрационных работ, а также разработку научно-практических рекомендаций в данной области. Кроме того, результаты исследования могут служить теоретической и практической основой для дальнейших научных исследований в направлениях музееведения, охраны культурного наследия, консервации и реставрации.

Обзор литературы (Literature Review): Вопросы сохранения культурного наследия и консервации музейных предметов в последние десятилетия стали одним из актуальных направлений научных исследований мирового научного сообщества. Глобализация, цифровая трансформация и стремительное развитие технологий искусственного интеллекта коренным образом изменяют содержание и методологию музееведения, консервации и реставрации. Традиционно консервация была направлена преимущественно на сохранение физического состояния музейных предметов, замедление процессов разрушения и восстановление их исторического облика посредством реставрации. Однако в современных подходах данный процесс рассматривается в тесной взаимосвязи с цифровыми технологиями, искусственным интеллектом, базами данных, автоматизированными системами мониторинга и технологиями виртуального моделирования. В результате значительно расширяются научно-практические возможности охраны культурного наследия.

Теоретические основы музейной консервации начали формироваться на международном уровне со второй половины XX века. В частности, международные принципы, разработанные ЮНЕСКО, ICOM, ICCROM и ICOMOS, определили научные основы деятельности в области консервации и реставрации. Рекомендации, принятые данными организациями, установили приоритетные направления по сохранению аутентичности объектов культурного наследия, их научной документации, превентивной консервации (preventive conservation), управлению рисками и использованию современных технологий. Особое значение сегодня имеет концепция превентивной консервации, которая признана одним из основных принципов деятельности многих музеев и включает комплекс мер, направленных на раннее выявление факторов, вызывающих повреждение экспонатов, и снижение их воздействия.

В последние годы в научной литературе особое внимание уделяется роли цифровой трансформации в процессах консервации. Цифровизация позволяет не только включать музейные коллекции в электронные каталоги, но и объединять в единой информационной системе научные описания экспонатов, изображения высокого разрешения, трёхмерные модели и сведения об их техническом состоянии. Исследователи отмечают, что цифровые базы данных являются важным инструментом для консерваторов и реставраторов, позволяя длительное время отслеживать состояние экспонатов, фиксировать историю проведённых консервационных работ и принимать научно обоснованные решения. Кроме того, цифровые архивы способствуют открытости музейных фондов, расширению возможностей научного использования и развитию международного обмена информацией.

Несмотря на то, что применение технологий искусственного интеллекта в музееведении является относительно новым научным направлением, количество исследований в данной области ежегодно увеличивается. По мнению зарубежных учёных, алгоритмы машинного обучения и технологии компьютерного зрения позволяют выявлять микротрещины на поверхности экспонатов, изменения пигментов, биологические повреждения и деформации, возникающие под воздействием влаги, на уровне, недоступном человеческому зрению. Вместе с тем аналитические системы на основе искусственного интеллекта рассматриваются как эффективный инструмент для выбора методов консервации, прогнозирования будущего состояния экспонатов и оптимизации реставрационных процессов.

В научной литературе широко освещается значение таких технологий, как трёхмерное сканирование (3D scanning), фотограмметрия,

мультиспектральная визуализация, рентгенофлуоресцентный анализ (XRF), инфракрасная и ультрафиолетовая диагностика в области консервации. Эти методы позволяют определять внутреннюю структуру, состав материалов и степень повреждения экспонатов без оказания физического воздействия на них. Особое значение имеет 3D-моделирование, которое создаёт возможности для формирования цифровых копий исторических предметов, проведения виртуальной реставрации и сохранения полной информации об объектах культурного наследия в случае стихийных бедствий или других чрезвычайных ситуаций. Поэтому в современных научных исследованиях цифровая документация рассматривается как неотъемлемая часть процесса консервации.

Исследования, посвящённые управлению музейной средой, научно подтверждают, что длительное сохранение экспонатов во многом зависит от параметров микроклимата. Такие факторы, как температура, относительная влажность воздуха, интенсивность освещения, ультрафиолетовое излучение и загрязнение атмосферы, оказывают непосредственное влияние на физическое и химическое состояние музейных предметов. В связи с этим в музеях развитых стран широко применяются автоматизированные системы мониторинга, основанные на технологиях IoT (Internet of Things). Эти системы позволяют в режиме реального времени контролировать параметры окружающей среды, выявлять отклонения от установленных норм и автоматически уведомлять ответственных специалистов. В ряде научных исследований также доказано, что анализ данных с помощью искусственного интеллекта позволяет заранее прогнозировать риски для сохранности экспонатов.

В течение последних пяти лет в научных статьях, опубликованных в базах Scopus и Web of Science, такие направления, как «Digital Heritage», «AI for Cultural Heritage», «Smart Museum», «Museum Digitization» и «Preventive Conservation», отмечаются как одни из наиболее быстро развивающихся исследовательских тем. В данных исследованиях цифровая трансформация рассматривается не только как средство сохранения музейных предметов, но и как важный фактор научного управления, интерактивного взаимодействия с посетителями, создания виртуальных экспозиций, проведения дистанционных исследований и развития международного сотрудничества. Искусственный интеллект, в свою очередь, становится важным технологическим инструментом для обработки больших объёмов музейных данных, автоматической классификации, определения атрибуции экспонатов и научного обоснования реставрационных процессов.

Учёными Узбекистана также проведён ряд научных исследований, посвящённых вопросам музееведения, охраны культурного наследия, консервации и реставрации. В них в основном рассматриваются вопросы формирования и хранения музейных фондов, научно-методические основы консервации, историческое развитие музеев, охрана материального культурного наследия и практика реставрации. В последние годы также проводятся исследования по электронной каталогизации музейных фондов, цифровизации и использованию информационно-коммуникационных технологий. Однако в большинстве существующих исследований комплексное влияние цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта на процессы консервации и реставрации ещё недостаточно изучено как отдельный объект исследования.

Анализ литературы показывает, что, несмотря на широкое освещение в международных научных исследованиях интеграции музейной консервации с инновационными технологиями, на примере музеев Узбекистана практически отсутствуют комплексные исторические исследования развития системы консервации, реставрации и хранения в период 1991-2025 годов с точки зрения цифровой трансформации и искусственного интеллекта. Именно данный научный пробел определяет актуальность настоящего исследования. В работе взаимосвязано анализируются институциональные изменения, произошедшие в системе музейной консервации в годы независимости, нормативно-правовые реформы, внедрение инновационных технологий и перспективные возможности применения искусственного интеллекта. Это позволит разработать научные выводы и практические рекомендации по дальнейшему совершенствованию системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане на основе современных международных стандартов.

Методология исследования (Materials and Methods): В данном исследовании процессы развития системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане в период 1991-2025 годов были комплексно изучены с точки зрения влияния цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта на деятельность музеев. Методология исследования основана на интеграции таких научных направлений, как история, музееведение, консервация,

реставрация, информационные технологии и управление культурным наследием, что позволило провести системный и междисциплинарный анализ рассматриваемой проблемы. В качестве основного направления была выбрана качественная (qualitative) методология исследования, поскольку данная тема требует комплексного изучения исторических процессов, нормативно-правовых реформ, научно-практического опыта и современных технологий.

Эмпирическую базу исследования составили нормативно-правовые документы, регулирующие деятельность музеев в Республике Узбекистан, государственные программы, постановления правительства, методические рекомендации по учёту и хранению музейных фондов, научные публикации в области консервации и реставрации, годовые отчёты музеев, а также рекомендации, разработанные международными организациями. В частности, международные стандарты, методические рекомендации и научные документы, опубликованные UNESCO, ICOM, ICCROM и ICOMOS, сформировали теоретико-методологическую основу исследования. Кроме того, были проанализированы научные статьи, индексируемые в международных научных базах данных Scopus и Web of Science, а также исследования, опубликованные на платформе Google Scholar. Использование данных источников позволило провести сравнительную оценку опыта Узбекистана с международной практикой.

В исследовании принцип историзма был использован как один из основных методологических подходов. С помощью данного метода были последовательно проанализированы институциональные изменения, произошедшие в системе музейной консервации и реставрации в годы независимости, эволюция государственной политики, совершенствование законодательной базы и этапы развития музейной инфраструктуры. Исторический подход позволил выявить внутренние и внешние факторы, оказавшие влияние на формирование и развитие системы консервации, а также оценить их воздействие на современное состояние данной сферы.

С помощью метода системного анализа процессы консервации, реставрации и хранения музейных предметов рассматривались как взаимосвязанные элементы единой системы управления. Данный подход позволил комплексно оценить взаимосвязь между консервационными лабораториями, музейными фондами, научной документацией, электронными каталогами, процессами цифровизации, мониторингом микроклимата и технологиями искусственного интеллекта. Одновременно организационные, технические, экономические и научные факторы, влияющие на процессы консервации, были рассмотрены в рамках единой системы.

Посредством сравнительного анализа была проведена оценка уровня развития системы консервации и реставрации в музеях Узбекистана в сопоставлении с опытом музеев развитых стран мира. В процессе сравнения были изучены вопросы цифровизации музейных фондов, создания электронных баз данных, применения 3D-сканирования, технологий компьютерного зрения, систем мониторинга на основе искусственного интеллекта и практики превентивной консервации. Данный метод позволил сопоставить существующий опыт Узбекистана с международными стандартами, определить сильные и слабые стороны, а также обозначить перспективные направления дальнейшего развития.

Метод анализа документов (document analysis) являлся важной составляющей частью исследования. В ходе работы были изучены законы, указы Президента, постановления Кабинета Министров, нормативные документы министерств и ведомств, методические рекомендации по консервации и реставрации, материалы инвентаризации музейных фондов и научные отчёты музеев. На основе данных документов были проанализированы этапы развития системы музейной консервации, приоритетные направления государственной политики и существующие проблемы.

В исследовании также применялся метод контент-анализа. С помощью данного метода были изучены научные статьи, монографии, материалы конференций и отчёты международных организаций, после чего были обобщены представленные в них теоретические подходы и практические рекомендации. В результате контент-анализа были определены современные трактовки таких научных понятий, как цифровая трансформация, искусственный интеллект, превентивная консервация, цифровой музей, электронный каталог, 3D-моделирование и цифровизация культурного наследия, а также оценены перспективы их применения в деятельности музеев Узбекистана.

Кроме того, в исследовании использовались методы научного обобщения и логического анализа. Полученные данные были систематизированы, изучены их взаимосвязи и сформированы научные выводы. Посредством логического анализа были обоснованы тенденции развития системы консервации и реставрации, влияние процессов цифровой

трансформации и практические возможности применения технологий искусственного интеллекта.

Методологическая новизна исследования заключается в том, что система консервации, реставрации и хранения музейных предметов была изучена не только с исторической или музееведческой точки зрения, но и в тесной связи с развитием цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта. Такой подход позволил оценить процессы консервации и реставрации на основе современных инновационных технологий, определить их эффективность и разработать научно-практические решения, которые могут быть применены в музеях Узбекистана в перспективе.

Достоверность результатов исследования обеспечивается научной обоснованностью использованных источников, опорой на международные и национальные нормативные документы, комплексным применением исторического и сравнительного методов анализа, а также сопоставлением полученных выводов с практическим опытом и международными научными подходами. Таким образом, результаты исследования могут служить методологической основой для разработки научно-практических рекомендаций по совершенствованию системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане на основе цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion): Результаты исследования показали, что после обретения Узбекистаном независимости совершенствование деятельности музеев и сохранение объектов культурного наследия стали одним из приоритетных направлений государственной политики. В период 1991-2025 годов в результате проведённых реформ в системе консервации, реставрации и хранения музейных предметов значительно усовершенствовались организационно-правовые основы данной сферы. Были осуществлены практические мероприятия по научному учёту музейных фондов, модернизации консервационных лабораторий, приведению условий хранения в соответствие с международными стандартами, а также внедрению современных информационно-коммуникационных технологий. Эти процессы стали важным фактором сохранения научной ценности музейных коллекций и их передачи будущим поколениям.

В ходе исследования было установлено, что в первые годы независимости работы по консервации и реставрации в основном осуществлялись с использованием традиционных методов. Недостаточная оснащённость техническими средствами, ограниченное количество современных лабораторий и нехватка квалифицированных специалистов создавали определённые трудности при сохранении некоторых уникальных экспонатов. Однако начиная с 2000-х годов мероприятия по модернизации музейной инфраструктуры, оснащению научных лабораторий современным оборудованием и изучению зарубежного опыта вывели качество консервации на новый уровень. Особое значение имело расширение сотрудничества с международными организациями, что способствовало совершенствованию научно-методических подходов.

В течение последнего десятилетия процессы цифровой трансформации открыли новый этап в деятельности музеев Узбекистана. Постепенно были внедрены электронный учёт музейных фондов, создание цифровых паспортов экспонатов, формирование электронных каталогов и хранение данных в централизованных информационных системах. В результате система управления музейными коллекциями стала более эффективной, был обеспечен оперативный доступ к необходимой информации для научных исследований, а также расширились возможности контроля за перемещением экспонатов.

Ещё одним важным результатом процессов цифровизации стало расширение возможностей создания высокоточных электронных копий музейных предметов. Технологии 3D-сканирования, фотограмметрии и цифрового моделирования, применяемые сегодня во многих странах мира, позволяют с высокой точностью фиксировать геометрическую форму, размеры и мельчайшие элементы поверхности исторических объектов. Эти технологии не только совершенствуют научную документацию, но и позволяют сохранить цифровую копию экспоната в случае его повреждения в результате природных катастроф или других чрезвычайных ситуаций. Результаты исследования показывают, что более широкое внедрение таких технологий в музеях Узбекистана может значительно повысить эффективность системы консервации.

Анализ возможностей применения технологий искусственного интеллекта в музейной консервации показал, что, несмотря на то, что данное направление в нашей стране ещё полностью не сформировано, оно обладает значительным потенциалом развития. В международной практике с помощью алгоритмов искусственного интеллекта

успешно решаются задачи выявления микротрещин на поверхности экспонатов, оценки степени разрушения пигментов, прогнозирования рисков биологических повреждений и выбора оптимальных методов консервации. Изученные в ходе исследования научные источники показывают, что технологии компьютерного зрения (Computer Vision) позволяют выявлять даже те изменения, которые невозможно обнаружить человеческим зрением. Это имеет важное значение для своевременного проведения консервационных мероприятий и обеспечения длительного сохранения экспонатов.

Кроме того, системы мониторинга на основе искусственного интеллекта позволяют непрерывно контролировать такие параметры микроклимата в музейных зданиях, как температура, влажность, освещённость и уровень загрязнения воздуха. Анализ показал, что подобные системы способны автоматически предупреждать об отклонениях от нормативных показателей, оценивать уровень риска и предотвращать возможный ущерб. Внедрение данных технологий в музеи Узбекистана позволит не только повысить качество сохранения экспонатов, но и снизить расходы на консервацию, а также минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором.

Результаты исследования также показали, что, несмотря на начало процессов цифровой трансформации в музеях Узбекистана, уровень их развития остаётся неодинаковым в различных учреждениях. В крупных музеях республиканского значения активно ведутся работы по электронной каталогизации и цифровизации, тогда как в некоторых региональных музеях наблюдается недостаток технической базы, специализированного программного обеспечения и квалифицированных IT-специалистов. Кроме того, система повышения квалификации консерваторов и реставраторов в области использования цифровых технологий и инструментов искусственного интеллекта ещё полностью не сформирована. Эти обстоятельства создают определённые препятствия для широкого внедрения инновационных технологий в практику.

Сравнительный анализ показывает, что в музеях развитых стран консервационные работы осуществляются междисциплинарными научными коллективами. В данных процессах совместно работают консерваторы, реставраторы, химики, физики, биологи, программисты, специалисты по искусственному интеллекту и аналитики данных. В Узбекистане также развитие междисциплинарного сотрудничества в области консервации, укрепление интеграции между высшими образовательными учреждениями, научными центрами и музеями являются одними из приоритетных задач будущего. Особенно важное значение имеет реализация совместных научных проектов в области музееведения и информационных технологий, что будет способствовать инновационному развитию данной сферы.

Ещё одним важным аспектом, выявленным в ходе исследования, является то, что цифровая трансформация не только повышает качество консервации и реставрации, но и значительно улучшает эффективность управления музеями. Электронные системы управления фондами позволяют объединять в единой платформе сведения о перемещении экспонатов, истории проведённых консервационных работ, научном описании и техническом состоянии объектов. Это имеет большое значение для ускорения научных исследований, обоснования управленческих решений и обеспечения безопасности музейных фондов.

В целом результаты исследования показали, что система консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане прошла значительный этап развития за годы независимости. Однако стремительное развитие цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта создаёт необходимость дальнейшего совершенствования данной сферы. Широкое внедрение современных технологий в практику консервации, полная цифровизация музейных фондов, создание систем мониторинга на основе искусственного интеллекта, расширение использования технологий 3D-сканирования и цифрового моделирования, а также подготовка высококвалифицированных специалистов в данной области являются ключевыми факторами развития музеев Узбекистана в соответствии с международными стандартами.

Полученные результаты подтверждают, что цифровая трансформация и искусственный интеллект являются одними из наиболее важных инновационных направлений, определяющих будущее развитие музейной консервации. Они обладают потенциалом вывести качество сохранения культурного наследия, точность научных исследований и эффективность управления музеями на новый уровень. Именно эти аспекты целесообразно учитывать в качестве приоритетных направлений при разработке долгосрочной концепции развития музеев Узбекистана.

Заключение и рекомендации (Conclusion): В ходе данного исследования был проведён комплексный анализ процессов развития системы консервации, реставрации и

хранения музейных предметов в Узбекистане в период 1991-2025 годов с точки зрения влияния цифровой трансформации и технологий искусственного интеллекта на деятельность музеев. Проведённые исследования показали, что в годы независимости сохранение культурного наследия стало одним из приоритетных направлений государственной политики страны. В результате были осуществлены важные реформы по совершенствованию деятельности музеев, организации процессов консервации и реставрации на научной основе, приближению условий хранения музейных фондов к международным стандартам, а также укреплению материально-технической базы. Данные преобразования обеспечили значительные результаты в повышении безопасности музейных коллекций, сохранении их исторической и культурной ценности и передаче их будущим поколениям.

Результаты исследования показывают, что начиная со второго десятилетия XXI века цифровая трансформация стала неотъемлемой частью системы музейной консервации. Электронная каталогизация музейных фондов, цифровизация экспонатов, создание информационных баз данных, электронное документирование процессов консервации и использование информационно-коммуникационных технологий в управлении музеями положили начало качественно новому этапу развития данной сферы. Вместе с тем такие инновационные технологии, как искусственный интеллект, компьютерное зрение, 3D-сканирование, фотограмметрия и автоматизированные системы мониторинга, создают широкие возможности для более научно обоснованной организации процессов консервации и реставрации.

Также в ходе исследования было установлено, что, несмотря на начало процессов цифровой трансформации в музеях Узбекистана, уровень их развития остаётся неодинаковым в различных учреждениях. В некоторых музеях успешно функционируют современные лаборатории, системы электронного управления фондами и процессы цифровизации, тогда как в ряде региональных музеев наблюдается недостаток технической инфраструктуры, ограниченность специализированного программного обеспечения и нехватка квалифицированных специалистов, способных применять технологии искусственного интеллекта. Это свидетельствует о необходимости дальнейшей модернизации системы музейной консервации.

Результаты анализа литературы и сравнительного изучения международного опыта подтверждают, что современная музейная консервация основывается не только на традиционных реставрационных методах, но и на использовании цифровых технологий, искусственного интеллекта, анализа больших данных, устройств IoT и автоматизированных систем мониторинга. Опыт развитых стран показывает, что данные технологии позволяют осуществлять постоянный контроль физического состояния экспонатов, своевременно выявлять процессы разрушения, снижать расходы на консервацию и повышать качество научно обоснованных решений. В связи с этим поэтапное внедрение подобных инновационных решений в деятельность музеев Узбекистана является актуальной задачей.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые развитие системы консервации, реставрации и хранения музейных предметов в Узбекистане было комплексно рассмотрено во взаимосвязи с процессами цифровой трансформации и развитием технологий искусственного интеллекта. Кроме того, были научно обоснованы роль современных информационных технологий в совершенствовании процессов консервации, перспективные возможности применения искусственного интеллекта, а также механизмы адаптации международного опыта к национальной практике. Результаты исследования могут служить теоретической и методологической основой для дальнейших научных исследований в области музееведения, консервации и реставрации.

На основе результатов исследования целесообразно предложить следующие научно-практические рекомендации.

Во-первых, необходимо создать единую национальную информационную систему электронного музейного фонда Узбекистана и поэтапно интегрировать в неё все государственные музеи. Такая система значительно расширит возможности учёта музейных предметов, их научного описания, ведения истории консервации и контроля за перемещением экспонатов.

Во-вторых, рекомендуется оснащение лабораторий консервации и реставрации современным научным оборудованием, в частности 3D-сканерами, устройствами для мультиспектральной съёмки, диагностическими системами на основе искусственного интеллекта и средствами мониторинга микроклимата. Эти технологии позволят осуществлять регулярный контроль состояния экспонатов без нанесения им вреда и организовывать процессы консервации на научной основе.

В-третьих, необходимо повысить профессиональные компетенции специалистов, работающих в сфере музейной

консервации, в области цифровых технологий и искусственного интеллекта. С этой целью важно разработать специальные образовательные программы, организовать курсы повышения квалификации и расширить международное сотрудничество в области обмена опытом между высшими учебными заведениями, научными центрами и музеями.

В-четвёртых, рекомендуется внедрение в процессы консервации и реставрации автоматизированных систем мониторинга на основе искусственного интеллекта. Такие системы способны непрерывно контролировать показатели температуры, влажности, освещения и других параметров микроклимата, своевременно выявлять факторы риска для экспонатов и предотвращать возможные повреждения. В результате повысится уровень долгосрочного сохранения музейных фондов.

В-пятых, целесообразно реализовывать междисциплинарные научные проекты с участием специалистов в области музееведения, информационных технологий, материаловедения, химии, физики и искусственного интеллекта. Подобное сотрудничество позволит создавать новые научные решения в сфере консервации и реставрации, а также адаптировать международный опыт к условиям национальной практики.

Таким образом, цифровая трансформация и технологии искусственного интеллекта в ближайшей перспективе останутся одними из ключевых факторов развития музейной консервации и реставрации. Научно обоснованное и поэтапное внедрение инновационных технологий в музеях Узбекистана будет способствовать надёжному сохранению объектов культурного наследия, повышению их научной ценности, формированию системы консервации, соответствующей международным стандартам, а также повышению эффективности управления музеями.

В связи с этим укрепление сотрудничества между государственными органами, научными учреждениями, организациями высшего образования и музеями, поддержка внедрения инновационных технологий и подготовка высококвалифицированных кадров являются одними из важнейших стратегических направлений, обеспечивающих устойчивое развитие данной сферы.

References

1. Muñoz Viñas, S. Contemporary Theory of Conservation. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
2. Caple, C. Conservation Skills: Judgement, Method and Decision Making. London: Routledge, 2000.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Muzeylar to‘g‘risida”gi Qonuni. 1998-yil 12-yanvar.
4. Styliani, S., Fotis, L., Kostas, K., & Petros, P. Virtual museums: A survey and some issues for consideration. Journal of Cultural Heritage, 10(4), 520-528, 2009. DOI: 10.1016/j.culher.2009.03.003.
5. Remondino, F., & Campana, S. 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Oxford: Archaeopress, 2014.
6. Harisanty, D., Obille, K. L. B., Anna, N. E. V., Purwanti, E., & Retrialisca, F. Cultural heritage preservation in the digital age, harnessing artificial intelligence for the future: A bibliometric analysis. Digital Library Perspectives, 40(4), 609-630, 2024. DOI: 10.1108/DLP-01-2024-0018.
7. UNESCO. Charter on the Preservation of Digital Heritage. Paris: UNESCO, 2003.
8. Ashley-Smith J., Burmester A., Eibl M. Climate for Collections: Standards and Uncertainties. London: Archetype Publications, 2012.
9. Moysiadis V., Sarigiannidis P. Digital transformation in cultural heritage management: Technologies and applications // Sustainability. 2020. Vol.12. DOI:10.3390/su12187388.
10. ICCROM. Our Collections Matter Toolkit. Rome: International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 2021.
11. Ioannides, M., Magnenat-Thalmann, N., Fink, E., Zarnic, R., Yen, A., & Quak, E. (Eds.). Digital Heritage: Progress in Cultural Heritage Documentation, Preservation and Protection. Springer, 2018. DOI:10.1007/978-3-030-01762-0.
12. Staniforth, S. (Ed.). Historical Perspectives on Preventive Conservation. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2013.
13. European Commission. Digital Transformation of Cultural Heritage. Brussels: European Commission, 2021.