

Бай Сюйдун

**Проблема восприятия
древнего искусства пещер Могао
в современном мире**

В статье исследуется потенциал и ограничения применения новых технологий в сохранении китайского культурного наследия, а именно комплекса пещер Могао (Китай). Ключевая трудность современного восприятия древнего искусства Дуньхуана связана не только с задачами физического сохранения, но и с ослаблением тех пространственных, иконографических и зрительских условий, в которых формировался смысл этого памятника. В этой связи в статье рассматриваются цифровые формы современной демонстрации, виртуальной реконструкции и ИИ-опосредованной интерпретации, меняющие способы показа, восприятия и представления дуньхуанского наследия. ИИ в данном контексте следует понимать не как способ замены художественного оригинала, а как ограниченное вспомогательное средство, содействующее пояснению визуальных деталей, реконструкции визуального восприятия произведения. Автор настаивает на том, что цифровые формы репрезентации требуют осторожного подхода, поскольку вне связи с художественной структурой произведения и его культурным контекстом они могут привести к упрощению восприятия древнего искусства пещер Дуньхуана.

Ключевые слова: дуньхуанское искусство; пещеры Могао; культурное наследие; фрески пещер Могао; иконография фресок пещер Могао; смысловой контекст фресок; фэйтянь; «Царь-олень»; технологии ИИ для демонстрации фресок Дуньхуана; музейная цифровизация; охрана памятников

Бай Сюйдун

Санкт-Петербургская академия художеств имени Ильи Репина.

Аспирант кафедры зарубежного искусства

(научный руководитель кандидат искусствоведения,

доцент кафедры русского искусства Томсон О. И.).

Россия, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 17.

E-mail: szartbx@163.com

ORCID: 0000-0001-7222-3455;

SPIN-код: 1252-4818; AuthorID: 1304698

Bai Xudong

**Issue of Perceiving the Ancient Art of the Mogao Caves
in the Modern World**

This article examines the potential and limitations of applying new technologies to the preservation of the cultural heritage of the Mogao Caves complex. The key difficulty in the modern perception of Dunhuang art is connected not only with the tasks of physical

preservation, but also with the weakening of the spatial, iconographic, and viewing conditions in which the meaning of this monument originally took shape. In this regard, the article considers digital forms of contemporary display, virtual reconstruction, and AI-mediated interpretation, all of which alter the ways in which Dunhuang heritage is shown, perceived, and represented. In this context, AI should be understood not as a means of replacing the artistic original, but as a limited auxiliary tool that helps clarify visual details and reconstruct the sequence of viewing involved in the understanding of the work. The author insists that digital forms of representation require a cautious approach, since, when detached from the artistic structure of the work and its cultural context, they may lead to an oversimplified perception of ancient Dunhuang art.

Keywords: Dunhuang art; Mogao Caves; cultural heritage; murals of the Mogao Caves; iconography of the Mogao Caves; semantic context of murals; feitian; “jingbianhua”; “Deer King”; AI technologies for Demonstrating Dunhuang murals; museum digitalization; heritage conservation

Bai Xudong

St Petersburg Repin Academy of Fine Arts.

Postgraduate student of the Department of Foreign Art

(academic adviser: Associate Professor of the Department of Russian Art, PhD in Art History O. I. Thomson).

Russia, 199034, St Petersburg, Universitetskaya nab., 17.

E-mail: szartbx@163.com

ORCID: 0000-0001-7222-3455;

SPIN-code: 1252-4818; AuthorID: 1304698

Дуньхуан, расположенный на западе китайской провинции Ганьсу, исторически служил важным узлом Великого шелкового пути и играл значимую роль в культурном обмене между Востоком и Западом. Искусство Дуньхуана, представленное прежде всего пещерами Могао, являет собой синтез архитектуры, настенной живописи, скульптуры и буддийских текстов. Эти памятники, веками свидетельствующие о диалоге различных цивилизаций, сегодня сталкиваются с трудностями современного восприятия. Несмотря на интерес к прошлому и резкое увеличение туристических потоков, древняя культура, ее художественный и смысловой строй не становятся доступнее для современного зрителя.

Один из ведущих исследователей этого вопроса Сяо Хуайдэ, рассматривая пути популяризации культуры Дуньхуана, выделяет три ключевые проблемы: интерпретации древнего искусства Дуньхуана в современном контексте; использования современных медиасредств распространения; интеграции культуры Дуньхуана в систему современной эстетики [7, с. 84].

Эти три практических затруднения косвенно, но весьма показательно выявляют трудности смысловой интерпретации древнего искусства в современных условиях. С одной стороны, современная аудитория всё в меньшей степени способна самостоятельно интерпретировать искусство Дуньхуана вне специализированных знаний, что формирует разрыв на уровне смыслов. С другой – технологические достижения, значительно облегчая сохранение и распространение искусства Дуньхуана, порождают формальные потери и искажения, обусловленные цифровым и фрагментарным характером презентации современных медиасред.

Обращение же к вопросам интеграции с современной эстетикой выявляет еще один уровень проблем – несоответствие, отражающее глубинные различия между современными эстетическими запросами и духовно-культурными потребностями, сформированными в контексте древней традиции Китая.

Показателен пример, на который указывает Валери Хансен в книге «Новая история Шелкового пути». Отмечая постоянную смену культурных координат, автор пишет, что «даже жители исторического Шелкового пути нередко воспринимали инокультурные феномены фрагментарно и с существенными искажениями» [18, р. 20]. Этот факт подтверждает, что понимание таких межвременных и межкультурных феноменов, как искусство Дуньхуана, всегда опосредовано специфическими системами знания. В современную эпоху эта зависимость не ослабевает, а, напротив, усиливается по причине возрастающей профессионализации знания и «фастфудизации» массовой культуры, что в итоге приводит к более глубокому и структурному разрыву смыслов.

Зритель, восхищаясь настенными росписями, часто ограничивается визуальным восприятием цвета и формы, не углубляясь в духовное измерение образов, таких, например, как сострадание Будды, трансцендентность небесных танцовщиц – фэйтяней, космический порядок, закодированный в росписях потолков. Этот феномен отражает фундаментальные противоречия поколений: культурное наследие редуцируется до материального объекта, в то время как его «живую систему смыслов» можно сохранить лишь

через современное выражение и духовную связь поколений [1, с. 44; 14, р. 166].

Обратимся для примера к пещерам № 254 и 257 эпохи Северной Вэй (386–534). Художественная структура этих ранних центральностолпных пещер Могао прежде всего основывается на самом их пространстве, где передняя камера обычно имеет двускатное перекрытие – так называемый склон в форме чело-века (кит. 字坡, жэньцзы со), поскольку очертания карниза напоминают китайский иероглиф 人 (жэнь ‘человек’); самая дальняя камера оформлена плоским кессонированным потолком (кит. 平棋, пинци), разделенным на несколько квадратов, каждый из которых обычно украшен симметричным непрерывным орнаментом из водных растений, выполнявшим в религиозной символике функцию защиты пещеры от огня. В средней и дальней зонах пещеры высечен опорный центральный столп, соединяющий пол и свод. На каждой из четырех сторон квадратного в сечении столпа устроены ниши со скульптурными изображениями Будды или нанесены фрески; между столпом и тремя стенами образуется лентообразное пространство, требующее обхода. Исследователь Чжоу Чжэньжу трактует этот столп как символический эквивалент буддийской пагоды, облегчающий ритуальную функцию обхода во время богослужений [5]. Входя в пещеру, зритель сначала оказывается в зоне, предназначенной для собрания и поклонения, далее углубляется в пространство, организованное вокруг центрального столпа, концентрирующего в одном объеме скульптуру и живопись и создающего ритуальную ось, благодаря чему взгляд посетителя и его маршрут при поклонении оказываются взаимосвязанными.

Но начиная с эпохи Суй (581–618) и особенно в танский период (618–907) форма пещер постепенно меняется в сторону алтарной организации¹: яснее выстраивается ось, а зрительный центр смещается от обходного столпа к главному образу на центральной стене. Таким образом, пространство пещеры в разные эпохи выступает не как нейтральная оболочка, а становится главным условием, определяющим расположение изображений, направление ритуала, формирование зрительного центра и ритм восприятия.

В этой пространственной системе важнейшими элементами в оформлении верхних зон пещер являются летающие божества фэйтяни. В отличие от западных античных летящих фигур или более поздних ангельских образов дунхуанские фэйтяни не имеют крыльев, древние художники не стремились передать анатомию тела. Напротив, акцент переносится на линию, ткань и позу. Художественная задача этих образов состоит не в натуралистическом воспроизведении движения, а в том, чтобы придать настенным росписям в верхнем регистре текучесть, легкость и сакрализированный характер.

Фреска «Царь-олень» в пещере № 257 эпохи Северной Вэй показывает, каким образом повествовательная живопись на стене способна организовать и отразить продолжительность времени, передать смысл и ритм изображения на одной плоскости. Композиция разворачивается в пространстве и представляет несколько ключевых эпизодов: спасение тонущего человека девятицветным оленем², нарушение клятвы, предательство, царскую охоту и последующее нравственное преображение царя под воздействием речи оленя. На этой фреске главными персонажами являются олень, спасенный человек, царь, царица и сопровождающие, а образы реки, скалы, деревья, дворцовые постройки и колесница формируют фон и одновременно служат переходами между эпизодами.

Фигура оленя чаще всего дана в профиль, его контур ясно читается, форма тела строится не при помощи светотеневой моделировки, а за счет линии и цветового пятна. Отношения между фигурами, скалами и архитектурой не определяются естественными пропорциями, что говорит о том, что композиция не подчинена задачам внешнего правдоподобия. Вся сцена имеет повествовательный характер, не сводится к одному моменту, а представляет несколько временных фаз на одной фреске: действие развивается от краев к центру, в котором достигает кульминации.

Такой способ организации композиции отличается и от замкнутого пространства картины, и от последовательного развертывания свитка: на фиксированной плоскости пещеры художник решает задачу изображения непрерывного времени. Здесь

религиозно-этический смысл передается не посредством отвлеченного назидания, а через отношения между персонажами истории, становясь художественной формой, доступной зрительному восприятию.

Таким образом, своеобразие искусства Могао определяется и богатством сюжетов, и структурным единством пространства, образа и истории повествования. Во взаимодействии архитектуры, скульптуры и живописи раскрывается целостность искусства Могао, и только с учетом всех исторически сложившихся нюансов древней культуры дальнейшее обсуждение цифровой репрезентации получает прочный методологический фундамент. Вопрос состоит не только в степени четкости изображения, но и в том, может ли новая медиальная среда выявить эту сложную художественную структуру, образованную пространственными уровнями, формальной организацией и ритмом повествования.

Как показала практика, цифровые инновации, основанные на современных медиатехнологиях и искусственном интеллекте (ИИ), не отвергают традицию и прокладывают путь к восстановлению диалогичности дуньхуанского искусства в современном мире. Генеративный ИИ может превращать такие сюжеты, как «Царь-олень», в интерактивную анимацию, а технологии дополненной реальности позволяют «оживить» небесных танцовщиц на ладони зрителя [3, с. 145]. Технологии выступают не просто медиумом, но и «культурным переводчиком», разрушающим пространственно-временные барьеры исторического контекста, и превращают религиозные нарративы, эстетические символы и философские метафоры Дуньхуана в новый язык цифровой эпохи [12, с. 13]. Таким образом, сегодня искусство Дуньхуана переходит от музейного экспоната к «живому существованию».

Поскольку одной из наиболее острых проблем, с которыми сталкивается сегодня древнее искусство Дуньхуана, является утрата в современном обществе смыслового контекста и его символической системы, то образы и орнаменты, насыщенные религиозной и философской семантикой, сегодня нередко воспринимаются лишь как декоративные элементы или культурные символы Дуньхуана

[17, р. 298]. Даже при понимании их религиозного и философского содержания современному зрителю трудно в полной мере войти в то культурное пространство и художественный мир, в котором эти образы первоначально существовали и функционировали. Многие зрители, привлекаемые яркостью красок и художественным стилем настенных росписей, не способны распознать в них этическую глубину и духовные аллюзии. Подобное «встраивание без смысла», по-видимому, связано с утратой религиозной основы восприятия, с барьерами специализированного языка и с замкнутостью экспертного знания. В результате духовное измерение произведений постепенно отступает на второй план, а культурное наследие воспринимается как статичная экспозиция, лишенная связи с повседневной жизнью [14].

Кроме того, действующие механизмы охраны выявляют заметный разрыв между технической рациональностью и культурной ценностью памятника. Поддержание необходимого микроклимата в пещерах и базовая цифровая фиксация, включая фотосъемку и размещение материалов в базах данных, позволяют сохранять физическое состояние росписей, однако сами по себе не возвращают им первоначального культурного контекста. Более того, использование академической терминологии в официальных экскурсиях и пояснительных текстах во многих случаях лишь усиливает дистанцию между публикой и художественным объектом. Когда же культурное наследие оказывается заключено преимущественно в исторический или иной профессиональный дискурс, его реальное воздействие на современного зрителя неизбежно становится весьма ограниченным.

Преодоление этой проблемы, как представляется, требует выработки новых способов переосмысления и интерпретации культурного наследия с опорой на цифровые медиумы. Речь идет не просто о сохранении материального тела объекта, а об активизации его смысловой структуры и вовлечении в современные процессы коммуникации и идентичности. Это означает, что цифровизация не должна сводиться к механическому переносу культурного наследия в цифровую среду с целью визуального воспроизведения [1, с. 43].

Она должна стать актом смыслового перевода, где цифровые технологии, в том числе ИИ, выступают посредниками в трансформации восприятия.

Таким образом, проблема «встраивания» дуньхуанского искусства в современность не решается простым цифровым отображением: необходимы интеллектуальные и интерпретационные усилия, способные раскрыть содержание культурного послания через призму актуальных смыслов и духовных потребностей. Именно здесь ИИ и сопутствующие ему технологии могут продемонстрировать новые возможности для преодоления барьеров традиционного восприятия и поспособствовать восстановлению связей между культурой прошлого и современным обществом [1, с. 43].

В последние годы стремительное развитие технологий искусственного интеллекта, особенно в сферах распознавания изображений, глубокого обучения, виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальностей [6, с. 95; 8, с. 3], дало новый импульс процессам охраны и презентации дуньхуанского культурного наследия [11, с. 5]. ИИ не только повысил эффективность обработки текстов и точность реставрации артефактов, но и позволил представить культурное содержание в более инновационной и интерактивной форме.

Перед лицом огромного объема данных – настенных росписей, скульптур, письменных источников и архитектурных пространств пещер – технологии ИИ открывают новые траектории как для сохранения, так и для интерпретации дуньхуанского искусства. Их значимость заключается прежде всего в том, что они способны воссоздать ауру, «живое присутствие» древнего искусства в современной культурной среде.

В результате ИИ создает не только визуальную презентацию культурных артефактов, но и содержательную реконструкцию смыслов и актуализирует духовную составляющую [19, р. 8; 21, р. 3]. ИИ становится активным участником культурной трансляции, способным артикулировать новые формы общения между прошлым и настоящим.

Одной из ключевых технологий, лежащих в основе применения искусственного интеллекта в охране дуньхуанского наследия,

является распознавание изображений [16, р. 42]. Современные модели глубокого обучения, такие как Inception V3, Inception V4 и ResNet, добились значительного прогресса в классификации и интерпретации визуальных данных. Алгоритмы этого типа заметно повышают точность анализа изображений. Однако именно в этой точке особенно остро встают вопросы о принципах действия ИИ и о тех последствиях, к которым может приводить его применение [21, р. 8; 4, с. 118; 7, с. 1].

Также важно отметить, что любая система ИИ зависит от качества исходных данных и схемы их аннотирования. Ошибки в разметке могут привести к формированию искаженных моделей распознавания, что, в свою очередь, вызовет цепочку неправильных решений. Особенно опасным это становится в сферах, требующих высокой степени экспертизы – например, в реставрации настенных росписей. Здесь чрезмерное упование на ИИ может привести к потере подлинности и аутентичности художественного образа.

Так, использование модели Inception V3 при анализе дуньхуанских фресок позволяет увидеть и потенциальные риски подобного подхода. В ходе обработки произведения система стандартизирует данные, переводя уникальные визуальные элементы в абстрактные числовые параметры [16, р. 4]. В результате сглаживаются те особенности, которые различимы только при непосредственном зрительном наблюдении и тактильном прикосновении³.

Особого внимания заслуживает и новая тенденция пользовательского участия в создании культурного контента с помощью ИИ. Так, приложения, преобразующие селфи в изображения в стиле дуньхуанских фресок, делают массового зрителя не только потребителем, но и в определенном смысле соавтором культурного продукта. Подобная модель «участвующего создания культуры» размывает границу между профессиональным знанием и повседневной эстетикой, вовлекая широкую аудиторию в процессы интерпретации и взаимодействия с культурным наследием.

Именно на этом уровне особенно заметным становится риск смыслового разрыва: в условиях доминирования развлекательной

интернет-культуры подобное соавторство массового пользователя всё чаще ориентировано не на осмысление культурного кода, а на его игровую переработку, узнаваемые визуальные клише и быстрое эмоциональное потребление. В итоге дуньхуанские образы выводятся из их историко-духовного контекста и сводятся к автономным, легко воспроизводимым символам.

Именно здесь возникает и серьезная потенциальная угроза: если применение ИИ оказывается ориентировано прежде всего на сенсационность или коммерческое потребление, появляется опасность формирования своеобразной «символической фаст-фуд-культуры», противоречащей эстетическим и духовным принципам дуньхуанского искусства. В условиях рыночного давления технологии способны подменять глубинные смыслы поверхностной визуальной привлекательностью, а подлинное восприятие – тиражируемым эффектом.

Следовательно, важно не только подчеркивать интерактивный потенциал ИИ, но и достаточно четко обозначать ценностные и этические пределы его применения. В противном случае возникает риск того, что цифровые технологии будут работать не на сохранение культуры, а на ее отчуждение и коммерциализацию [20].

Внедрение технологий ИИ позволяет осуществить пересмотр смысловых структур дуньхуанского искусства. Когда алгоритмы переводят струящиеся одежды небесных танцовщиц фэйтянь в числовые параметры, а буддийские тексты – в семантические модули, с неизбежностью возникает принципиальный вопрос о том, что именно в культурном коде должно быть сохранено, что может быть утрачено, а что подлежит переосмыслению.

Таким образом, проблема цифровой репрезентации дуньхуанского искусства не сводится к вопросу о технической точности, доступности или эффектности показа. Существенно важнее то, каким образом в новых медиальных условиях может быть сохранена внутренняя связь между пространственной структурой пещеры, системой росписей, скульптурным оформлением и зрительским опытом.

Проведенный анализ показывает, что художественная специфика искусства Могао раскрывается в целостном взаимодействии

архитектурной формы, настенной живописи и организованного восприятия: в переходе от входного пространства к главному залу, в различии между центральностолпной и алтарной организацией пещеры, пространственной роли фэйтяней, в композиционной логике цзинбяньхуа⁴ и повествовательной структуре джатака⁵. Поэтому цифровые технологии имеют методологическую ценность лишь в том случае, если они помогают современному зрителю приблизиться к исходной пространственной, образной и зрительской логике памятника. Иначе говоря, задача состоит не в том, чтобы заменить древнее произведение его современной цифровой версией, а, используя средства цифровой репрезентации, более адекватно раскрыть художественную структуру дуньхуанского искусства и сохранить возможность его осмысленного восприятия для современной культуры.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Данное положение не означает полного исчезновения центральностолпных пещер. Их архитектурная и символическая функция получила дальнейшее развитие в новых типах пещер, в частности в пещерах с центральным алтарем, где идея организации сакрального пространства вокруг главного образа сохранила преемственность, хотя ее архитектурное воплощение изменилось.

² Олень девяти цветов – это воплощение Будды в одной из его прошлых жизней. Образ происходит из индийской буддийской притчи «История о Царолене», которая пришла в Китай вместе с буддизмом. Композиция на северновэйской фреске пещеры № 257 Могоа в Дуньхуане является самым известным изображением на эту тему. «Девять цветов» не означают буквально девять конкретных цветов, а являются символом полноты, святости и великого достоинства в буддизме, олицетворяя милосердие и мудрость Будды.

³ Показательно, что при исследовании дуньхуанских сутр только опытный исследователь, внимательно рассматривая оборотную сторону свитка, смог обнаружить текст, нанесенный там для удобства ритуального развертывания. Алгоритм, опирающийся лишь на лицевое изображение, попросту может проигнорировать информацию на обороте.

⁴ Цзинбяньхуа (кит. 经变画) – буддийские настенные росписи в Дуньхуане, иллюстрирующие буддийские сутры. Представляют собой визуализацию религиозных текстов, были особенно распространены в эпоху Тан.

⁵ Джатака – это сборник древнеиндийских буддийских текстов, описывающий прошлые жизни Будды Шакьямуни в виде животных, людей или божеств. Эти сюжеты служат иллюстрацией моральных принципов: милосердия, самопожертвования, честности и сострадания. В искусстве Дуньхуана джатака-фрески являются одним

из важнейших ранних жанров, где сцены из джатак использовались для наглядного изложения буддийского учения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Бай Сюйдун*. Чуаньчэн цза йшэн: цун Дуньхуан ишу дао Дуньхуан шуцзы ишу. [Бай Сюйдун. Наследие и возрождение: от искусства Дуньхуана к цифровому искусству Дуньхуана] // Си Лин и цун. 2023. № 6. С. 41–44 (на кит. яз.; 白旭东. 传承再生: 从敦煌艺术到敦煌数字艺术 // 西冷艺丛, 2023(6): 41–44). DOI:10.5281/ZENODO.18900435.

2. *Ван Ижун, Мэн Инцзе, Чжао Яцзе, Чэнь Вэйминь*. Дуньхуансюэ шуцзы тушугуань чжун шуцзы тусян дэ чули цзи цуньчу. [Ван Ижун, Мэн Инцзе, Чжао Яцзе, Чэнь Вэйминь. Обработка и хранение цифровых изображений в цифровой библиотеке дуньхуановедения] // Цинбао кэсюэ. 2005. № 8. С. 1229–1232 (на кит. яз.; 万毅荣, 蒙应杰, 赵雅洁, 陈伟民. 敦煌学数字图书馆中数字图像的处理及存储 // 情报科学, 2005(10): 1229–1232).

3. *Ли Дадин, Ян Мэнцинъ, Бо Лунвэй и др.* Тигань цзишу цзай Дуньхуан ишу цзяоху чжаньши чжун дэ инюн чугань. [Ли Дадин, Ян Мэнцинъ, Бо Лунвэй и др. Применение технологии управления движениями в интерактивной демонстрации дуньхуанского искусства] // Исследования Дуньхуана. 2015. № 4. С. 145–150 (на кит. яз.; 李大丁, 杨梦琴, 薄龙伟 等. 体感技术在敦煌艺术交互展示中的应用初探. 敦煌研究, 2015 (4): 145–150). DOI: 10.13466/j.cnki.dyyj.2015.04.020.

4. *Лю Ган, Ли Ши*. Дуньхуан бихуа цзисуаньцзи цуньчу юй цзайсянь ситун дэ пинтай цзяньшэ. [Лю Ган, Ли Ши. Создание платформы для компьютерного хранения и воспроизведения дуньхуанских фресок] // Исследования Дуньхуана. 2000. № 4. С. 112–118 (на кит. яз.; 刘刚, 李实. 敦煌壁画计算机存贮与再现系统的平台建设. 敦煌研究, 2000 (4): 112–118).

5. *Сунь Ихуа, Чжоу Чжэньжу*. Могао ку ди 254, 257 чжунсиньжу ку дэ фуяоань яньцзю юй минчэн као — Тасы [Сунь Ихуа, Чжоу Чжэньжу. Исследование реконструкции и наименования центральностолпных пещер № 254 и 257 Могао: «Тасы» («Храм-пагода»)] // Чжунго цзяньчжу шилунь хуэйкань. 2019. Вып. 18. С. 161–176 (на кит. яз.; 孙毅华, 周真如. 莫高窟第254、257窟中心柱窟的复原研究与名称考——塔寺 // 中国建筑史论汇刊. 2019. 第18辑. 第161–176页).

6. *Сунь Лилян, Ли Дадин*. Дуньхуан шику шуцзыхуа гунцзо чжун дэ дунку цюаньцзин манью цзишу чубушу инъюн. [Сунь Лилян, Ли Дадин. Первоначальное применение технологии панорамной экскурсии в цифровизации дуньхуанских пещер] // Исследования Дуньхуана. 2010. № 6. С. 93–97 (на кит. яз.; 宋利良, 李大丁. 敦煌石窟数字化工作中的洞窟全景漫游技术初步应用. 敦煌研究, 2010 (6): 93–97). DOI: 10.13466/j.cnki.dyyj.2010.06.015.

7. *Сяо Хуайдэ*. Дуньхуан вэньхуа дэ дандай цзячжи юй баоху луцзин. [Сяо Хуайдэ. Современная ценность культуры Дуньхуана и пути её сохранения] // Дуньхуан яньцзю. 2014. № 2. С. 82–87 (на кит. яз.; 肖怀德. 敦煌文化的当代价值与保护路径 // 敦煌研究, 2014(2): 82–87). DOI: 10.13466/j.cnki.dyyj. 2014.02.011.

8. *У Цзянь*. Шикусы вэньу шуцзыхуа дэ нэйхань – жун сюэшу, цзишу, ишу юй ити. [У Цзянь. Суть цифровизации памятников пещерных храмов: сочетание науки, технологий и искусства] // Исследования Дуньхуана. 2015. № 3. С. 1–6 (на кит. яз.; 吴健. 石窟寺文物数字化的内涵 – 融学术、技术、艺术于一体. 敦煌研究, 2015 (3): 1–6). DOI: 10.13466/j.cnki.dyyj.2015.03.001.

9. *Фу Синь, Ма Сяоцзюань, Сунь Чжицзюнь*. Посу бихуа дэ шуцзыхуа фуяоань яньцзю – и Дуньхуан бихуа вэй ли. [Фу Синь, Ма Сяоцзюань, Сунь Чжицзюнь. Исследование цифровой реставрации повреждённых фресок на примере дуньхуанских фресок] // Журнал «Декор». 2019. № 1. С. 102–107 (на кит. яз.; 付心仪, 麻晓娟, 孙志军. 破损壁画的数字化复原研究 – 以敦煌壁画为例. 装饰, 2019 (1): 102–107). DOI: 10.16217/j.cnki.szxh.2019.01.019.

10. *Хань Чуньпин*. Дуньхуан ишу юй шуцзыхуа. [Хань Чуньпин. Рукописи Дуньхуана и их цифровизация] // Сборник исследований дуньхуанологии. 2013. № 2. С. 158–164 (на кит. яз.; 韩春平. 敦煌遗书与数字化. 敦煌学辑刊, 2013 (2): 158–164).

11. *Хань Чуньпин*. Дуньхуансюэ шуцзыхуа яньцзю цзуншу. [Хань Чуньпин. Обзор исследований цифровизации дуньхуанской науки] // Сборник исследований дуньхуанологии. 2009. № 4. С. 152–160 (на кит. яз.; 韩春平. 敦煌学数字化研究综述. 敦煌学辑刊, 2009 (4): 152–160).

12. *Чжоу Цзяньсинь, Се Цзиньмяо*. 2024 нянь вэньхуа шуцзыхуа яньцзю: цяньянь жэдянь, доюань шицзю юй вэйлай чжаньван. [Чжоу Цзяньсинь, Се Цзиньмяо. Исследования цифровизации культуры в 2024 году: передовые темы, множественные перспективы и будущие направления] // Яньтай дасюэ сюэбао (чжэсюэ шэхуэй кэсюэ бань). 2025. Т. 38, № 3. С. 1–19 (на кит. яз.; 周建新, 谢金苗. 2024年文化数字化研究 – 前沿热点、多元视角与未来展望 // 烟台大学学报 (哲学社会科学版), 2025, 38(3): 1–19).

13. *Чэнь Чжэньван, Фань Цзиньши*. Вэньхуа кэцзи жунхэ цзай вэньхуа ичань баоху чжун дэ юньюн – и Дуньхуан Могаоку шуцзыхуа вэй ли. [Чэнь Чжэньван, Фань Цзиньши. Применение культурно-технологической интеграции в охране культурного наследия: на примере цифровизации пещер Могао] // Исследования Дуньхуана. 2016. № 2. С. 1–8 (на кит. яз.; 陈振旺, 樊锦诗. 文化科技融合在文化遗产保护中的运用 – 以敦煌莫高窟数字化为例. 敦煌研究, 2016 (2): 1–8). DOI: 10.13466/j.cnki.dyyj.2016.02.001.

14. *Assmann J.* Cultural Memory and Early Civilization: Writing, Remembrance, and Political Imagination. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. DOI: 10.1017/CBO9780511804533.

15. *Berger J.* Ways of Seeing. London: Penguin Books, 1972.

16. *Cao J., Yan M., Jia Y. et al.* Application of a modified Inception-v3 model in the dynasty-based classification of ancient murals // EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. 2021. Vol. 2021. No. 1. P. 49. DOI: 10.1186/s13634-021-00740-8. EDN: UULHRP. DOI: 10.1186/s13634-021-00740-8.

17. *Elikhina Y. I.* The Dunhuang and Yulin cave museum complexes // The Issues of Museology. 2021. V. 12. No. 2. P. 296–309. DOI: 10.21638/spbu27.2021.212. EDN: CSDDNA.

18. Hansen V. *The Silk Road: A New History*. Oxford : Oxford University Press, 2012. 10.1093/acprof:oso/9780195159349.001.0001.
19. Hui Ren, Ke Sun, Fanhua Zhao et al. Dunhuang murals image restoration method based on generative adversarial network // *Heritage Science*. 2024. V. 12. No. 1. P. 39 (1–20). DOI: 10.1186/s40494-024-01159-8. EDN: EIRAWO.
20. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. Paris : UNESCO, 2021. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455> (дата обращения: 10.03.2026).
21. Xu Zhigang, Zhang Chenmin, Wu Yanpeng. Digital inpainting of mural images based on DC-Cycle GAN // *Heritage Science*. 2023. V. 11. No. 1. P. 169 (1–13). DOI: 10.1186/s40494-023-01015-1. EDN: STWXXF.

REFERENCES

1. Bai, Xudong. Chuancheng zaisheng: cong Dunhuang yishu dao Dunhuang shuzi yishu [*Inheritance and Rebirth: From Dunhuang Art to Dunhuang Digital Art*]. In Xi Ling yi cong, 2023, no. 6, pp. 41–44. (In Chinese). <https://doi.org/10.5281/zenodo.18900435>
2. Wang, Yirong, Meng, Yingjie, Zhao, Yajie, Chen, Weimin. Dunhuangxue shuzi tushuguan zhong shuzi tuxiang de chuli ji cunchu [*Processing and Storage of Digital Images in the Digital Library of Dunhuang Studies*]. In Qingbao kexue, 2005, no. 10, pp. 1229–1232. (In Chinese).
3. Li, Dading, Yang, Mengqin, Bo, Longwei, et al. Tigan jishu zai Dunhuang yishu jiaohu zhanshi zhong de yingyong chutan [*Preliminary Study on the Application of Motion-Sensing Technology in the Interactive Display of Dunhuang Art*]. *Dunhuang yanjiu*, 2015, no. 4, pp. 145–150. (In Chinese). <https://doi.org/10.13466/j.cnki.dyyj.2015.04.020>
4. Liu, Gang, Li, Shi. Dunhuang bihua jisuanji cunchu yu zaixian xitong de pingtai jianshe [*Construction of a Platform for Computer Storage and Reproduction of Dunhuang Murals*]. In *Dunhuang yanjiu*, 2000, no. 4, pp. 112–118. (In Chinese).
5. Sun, Yihua, and Zhenru Zhou. *A Restorative Study and Name Investigation of the Central-Pillar Caves in Mogao Caves 254 and 257: The Stūpa-Temple*. In *Journal of Chinese Architectural History*, no. 18, 2019, pp. 161–176.
6. Sun, Liliang, Li, Dading. Dunhuang shiku shuzihua gongzuo zhong de dongku quanjing manyou jishu chubu yingyong [*Preliminary Application of Panoramic Roaming Technology in the Digitalization of Dunhuang Grottoes*]. In *Dunhuang yanjiu*, 2010, no. 6, pp. 93–97. (In Chinese). <https://doi.org/10.13466/j.cnki.dyyj.2010.06.015>
7. Xiao, Huaide. *Dunhuang wenhua de dangdai jiazhi yu baohu lujing [Contemporary Value of Dunhuang Culture and the Ways of Its Preservation]*. In *Dunhuang yanjiu*, 2014, no. 2, pp. 82–87. (In Chinese). <https://doi.org/10.13466/j.cnki.dyyj.2014.02.011>
8. Wu, Jian. Shikusi wenwu shuzihua de neihan – rong xueshu, jishu, yishu yu yiti [*The Connotation of the Digitalization of Grotto-Temple Cultural Relics: Integration*

of *Scholarship, Technology, and Art*]. In *Dunhuang yanjiu*, 2015, no. 3, pp. 1–6. (In Chinese). <https://doi.org/10.13466/j.cnki.dyyj.2015.03.001>

9. Fu, Xinyi, Ma, Xiaojuan, Sun, Zhijun. Posun bihua de shuzihua fuyuan yanjiu – yi Dunhuang bihua wei li [*Research on the Digital Restoration of Damaged Murals: The Case of Dunhuang Murals*]. In *Zhuangshi*, 2019, no. 1, pp. 102–107. (In Chinese). <https://doi.org/10.16217/j.cnki.szb.2019.01.019>

10. Han, Chunping. Dunhuang yishu yu shuzihua [*Dunhuang Manuscripts and Digitalization*]. In *Dunhuangxue jikan*, 2013, no. 4. (In Chinese).

11. Han, Chunping. Dunhuangxue shuzihua yanjiu zongshu [*A Review of Studies on the Digitalization of Dunhuang Studies*]. In *Dunhuangxue jikan*, 2009, no. 4, pp. 168–183. (In Chinese).

12. Zhou, Jianxin, Xie, Jinmiao. 2024 nian wenhua shuzihua yanjiu: qianyan redian, duoyuan shijiao yu weilai zhanwang [*Studies on Cultural Digitalization in 2024: Frontier Hotspots, Diverse Perspectives, and Future Prospects*]. In *Yantai daxue xuebao* (zhexue shehui kexue ban), 2025, vol. 38, no. 3, pp. 1–19. (In Chinese).

13. Chen, Zhenwang, Fan, Jinshi. Wenhua keji ronghe zai wenhua yichan baohu zhong de yunyong – yi Dunhuang Mogaoku shuzihua wei li [*Application of Cultural and Technological Convergence in Cultural Heritage Protection: A Case Study of the Digitalization of the Mogao Grottoes*]. In *Dunhuang yanjiu*, 2016, no. 2, pp. 100–107. (In Chinese). <https://doi.org/10.13584/j.cnki.issn1000-4106.2016.02.014>

14. Assmann, J. *Cultural Memory and Early Civilization: Writing, Remembrance, and Political Imagination*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804533>

15. Berger, J. *Ways of Seeing*. London: Penguin Books, 1972.

16. Cao, J., Yan, M., Jia, Y., et al. *Application of a modified Inception-v3 model in the dynasty-based classification of ancient murals*. In *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2021, vol. 2021, no. 1, p. 49. <https://doi.org/10.1186/s13634-021-00740-8>

17. Elikhina, Iu. I. Dun'khuan i Iuilin' – peshchernye muzeinye komplekсы [*Dunhuang and Yulin Cave Museum Complexes*]. In *Voprosy muzeologii*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 296–309. (In Russian). <https://doi.org/10.21638/spbu27.2021.212>

18. Hansen, V. *The Silk Road: A New History*. Oxford: Oxford University Press, 2012. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195159349.001.0001>

19. Ren, Hui, Sun, Ke, Zhao, Fanhua, et al. *Dunhuang murals image restoration method based on generative adversarial network*. In *Heritage Science*, 2024, vol. 12, no. 1, p. 39. <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01159-8>

20. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence* [Electronic resource]. Paris: UNESCO, 2021. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455> (accessed: 10.03.2026).

21. Xu, Zhigang, Zhang, Chenmin, Wu, Yanpeng. *Digital inpainting of mural images based on DC-Cycle GAN*. In *Heritage Science*, 2023, vol. 11, no. 1, p. 169. <https://doi.org/10.1186/s40494-023-01015-1>



1. Царь-олень. С фрагментом. Дуньхуанские настенные росписи.
Пещера № 257. Северная Вэй, конец V в. Краска на грязевой стене.
Коллекция Института дуньхуанских исследований.
Фото Института дуньхуанских исследований