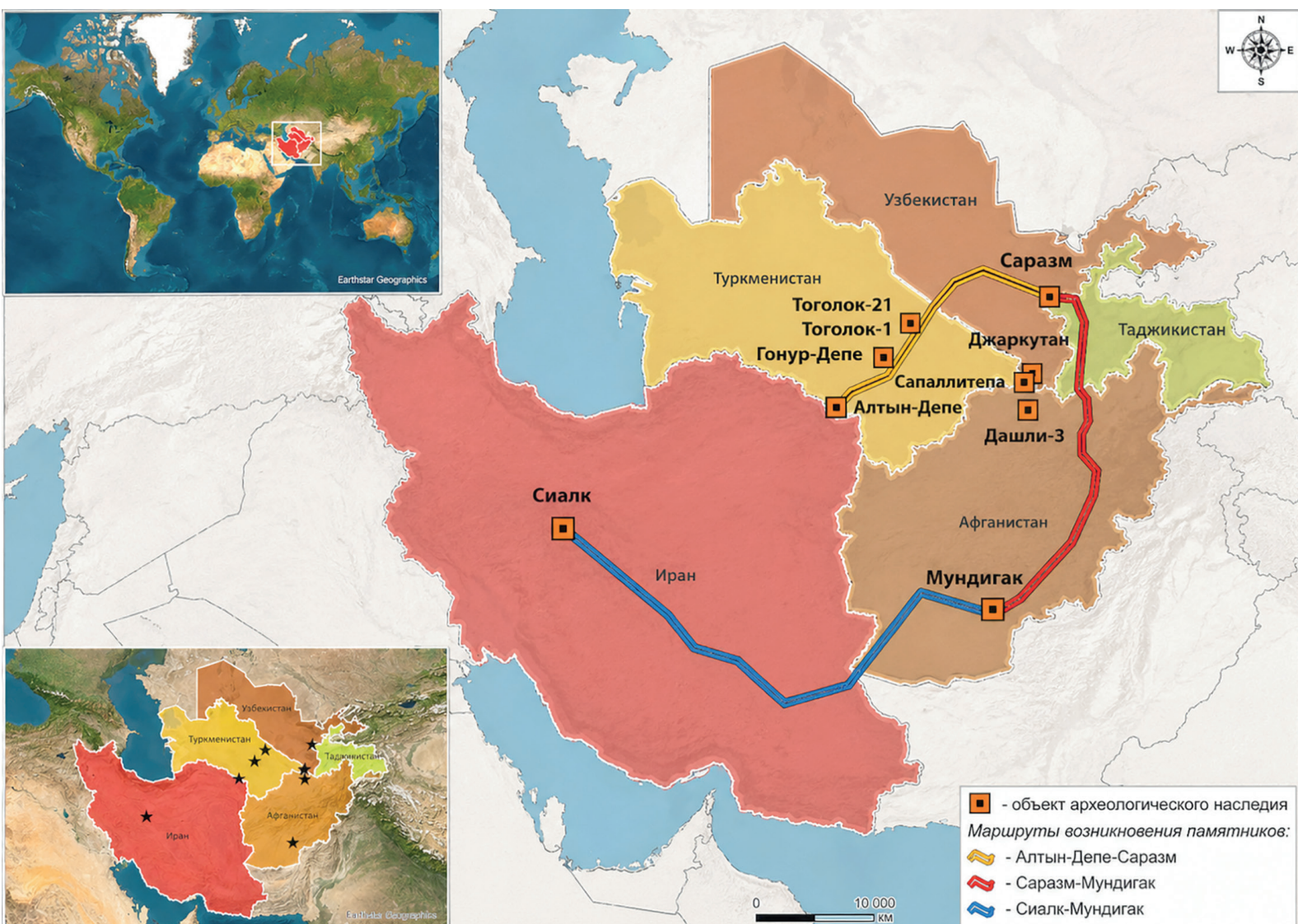


O'RTA OSIYO
BRONZA DAVRI IBODATXONA
ME'MORCHILIGI:

TIPOLOGIK TAHLIL VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH

Рис.1.





**Курбонов Абдусамад
Мелигалеевич,**

Термезский государственный
университет, преподаватель



**Воробьева Елена
Евгеньевна,**

кандидат исторических наук, доцент
Казанский (Приволжский) федеральный универ-
ситет доцент кафедры археологии и реставрации
наследия
Института международных отношений, истории и
востоковедения



Сайфутдинова Гузель Маратовна,

кандидат технических наук, доцент
Институт археологии им. А.Х. Халикова
Академии наук Республики Татарстан заведующий
отделом геоинформационных технологий; Казан-
ский (Приволжский) федеральный университет
доцент кафедры геофизики и геоинформационных
технологий Института геологии и нефтегазовых
технологий

Annotatsiya:

Tarixiy-madaniy meros obyektlarini asrash zamonaviy arxeologiya fanining eng dolzarb va vazifasidir. Tadqiqot doirasida ibodatxonalar mintaqadagi qadimgi jamiyatlar hayotining diniy, ijtimoiy va xo'jalik jihatlarini o'zida mujassam etgan murakkab ko'p vazifali tuzilmalar sifatida tahlil qilinishiga alohida e'tibor qaratilgan. Ushbu maqolada O'rta Osiyoning bronza davri ibodatxona me'morchiligini har tomonlama o'rganish va saqlash uchun 3D modellashtirish usullari hamda GIS texnologiyalarini uyg'unlashtirgan zamonaviy yondashuvlar qo'llanilgan. Sarazm, Sopollitepa, Dashli, Gonur-Depe, To'g'oloq va Jarqo'ton kabi muhim arxeologik yodgorliklar misolida raqamli texnologiyalarning yo'q bo'lib

ketish xavfi ostidagi obyektlarni hujjatlashtirish, tahlil qilish va tasvirlashdagi samaradorligi namoyon etilmoqda.

O'tkazilgan tipologik tahlil bronza davri muqaddas inshootlarini o'rganishga tizimli yondashuvni ta'minlaydi, bu esa ularning Markaziy Osiyoning qadimgi jamiyatlarida tutgan o'rnini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Raqamli qayta tiklashning zamonaviy usullaridan foydalanish yo'qolgan me'moriy unsurlarni aniq qayta yaratish imkonini beradi, shuningdek, madaniy meros obyektlarining rejalashtirish yechimlari, konstruktiv xususiyatlari va ma'naviy jihatlarini batafsil fazoviy tahlil qilish imkonini yaratadi.

Olingan natijalar Markaziy Osiyoning bronza davridagi urbanizatsiya va madaniyat

shakllanishi jarayonlarini tushunishda katta ilmiy ahamiyatga ega boʻlib, arxeologik merosni saqlashning zamonaviy usullari uchun amaliy qiymatga ham egadir.

Kalit soʻzlar:

Oʻrta Osiyo, bronza davri, arxeologik yodgorlik, 3D modellashtirish, ibodatxona meʼmorchiligi, madaniy meros, geografik axborot tizimi texnologiyalari, Sarazm, Dashli, Gonur-Depe, Toʻgʻoloq, Jarqoʻton, Sopollitena.

ХРАМОВАЯ АРХИТЕКТУРА БРОНЗОВОГО ВЕКА СРЕДНЕЙ АЗИИ: ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация:

Сохранение объектов историко-культурного наследия представляет собой важнейшую задачу современной археологической науки. В рамках исследования особое внимание уделено анализу культовых сооружений как сложных полифункциональных образований, интегрировавших в своей структуре в религиозные, социальные и хозяйственные аспекты жизни древних обществ региона. В данной статье применяются современные подходы, сочетающие методы 3D-моделирования и ГИС-технологий для комплексного изучения и сохранения храмовой архитектуры бронзового века Средней Азии. На примере ключевых археологических памятников – Саразм, Сапаллитена, Дашли, Гонур-Депе, Тоголок и Джаркутан – демонстрируется эффективность цифровых технологий в документировании, анализе и визуализации объектов, находящихся под

угрозой разрушения.

Проведённый типологический анализ обеспечивает системный подход к изучению сакральных сооружений бронзового века, способствуя более глубокому пониманию их роли в древних обществах Средней Азии. Использование современных методов цифровой реконструкции позволяет не только точно воспроизводить утраченные архитектурные элементы, но и проводить детальный пространственный анализ планировочных решений, конструктивных особенностей и семантики объектов культурного наследия.

Полученные результаты имеют значительную научную ценность для понимания процессов урбанизации и культурогенеза в Средней Азии эпохи бронзы, а также практическое значение для современных методов сохранения археологического наследия.

Ключевые слова:

Средняя Азия, эпоха бронзы, археологический памятник, 3D-моделирование, храмовая архитектура, культурное наследие, ГИС-технологии, Саразм, Дашли, Гонур-Депе, Тоголок, Джаркутан, Сапаллитена.

BRONZE AGE TEMPLE ARCHITECTURE IN CENTRAL ASIA: TYPOLOGICAL ANALYSIS AND APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGY

Abstract:

The preservation of historical and cultural heritage sites is a crucial task for modern archaeological science. This study focuses on

analyzing religious structures as complex, multi-functional entities that integrate religious, social, and economic aspects of ancient societies in the region. The article employs modern approaches that combine 3D modeling and GIS technologies to comprehensively study and preserve the Bronze Age temple architecture of Central Asia. The example of key archaeological sites, such as Sarazm, Sapanaltepe, Dashli, Gonur, Togolok, and Jarkutan, demonstrates the effectiveness of digital technologies in documenting, analyzing, and visualizing sites that are at risk of destruction.

The conducted typological analysis provides a systematic approach to the study of Bronze Age sacred structures, contributing to a deeper understanding of their role in ancient societies in Central Asia. The use of modern digital reconstruction methods allows not only for the accurate reproduction of lost architectural elements, but also for the detailed spatial analysis of planning solutions, structural features, and the semantics of cultural heritage sites.

The obtained results have significant scientific value for understanding the processes of urbanization and cultural genesis in Bronze Age Central Asia, as well as practical significance for modern methods of preserving archaeological heritage.

Keywords:

Central Asia, Bronze Age, archaeological site, 3D modeling, temple architecture, cultural heritage, GIS-technologies, Sarazm, Dashli, Gonur, Togolok, Jarkutan, Sapallitepa.

Историческая (археологическая) изученность храмовой архитектуры эпохи бронзы Средней Азии.

Во второй половине II тыс. до н.э. в Средней Азии и прилегающих регионах среди местного населения начинает формироваться система ирригационного земледелия. В результате этого аграрного переворота в оазисах формируются первые центры с признаками урбанизации, центры первых политических и религиозных институтов, свидетельством которых являются храмы и дворцовые сооружения. Яркими примерами данного процесса являются такие объекты археологического наследия как: Алтын-депе, Намазга-депе и Уллу-депе в Южном

Туркменистане, Гонур-Депе в Маргиане, Сапаллитепа и Джаркутан в Северной Бактрии, Дашли-3, Мундигак в Южной Бактрии (на севере Афганистана), а также Шахр-и-Сухте и Хисар на юго-востоке Ирана (рис.1).

Храмы и дворцовые сооружения бронзового века, расположенные в южных регионах Центральной Азии, вызывают особый научный интерес с историко-археологической точки зрения. В последней трети XX - в начале XXI вв. в результате археологических раскопок, проведённых в Туркменистане, Таджикистане, южных районах Узбекистана и на севере Афганистана, были выявлены значительные памятники бронзового века. Исследователи отмечают, что вышеназванные объекты археологического наследия в определённой степени обладают архитектурной и культурной взаимодействиями между собой.

Одной из древнейших оседлых культур в истории не только Центральной Азии, но и всего Древнего Востока считается культура Джейтун, сформировавшаяся ещё в неолите на склонах Копетдага. Эта культура представляет собой устойчивый пример оседлого образа жизни, основанного на земледелии. Согласно археологическим данным, в процессе своего развития и географического расширения культура Джейтун не только распространилась на территории Сумбар, Атрак и Намазга в южном Туркменистане (Сарианиди, 1990; Masson, 2011. Р. 74-75.), но и установила активные культурные связи с цивилизациями Месопотамии и Индии (Бокиев и др., 2015. С. 61), что, несомненно, отразилось на храмовой архитектуре данного археологического памятника.

С 1970-х годов по настоящее время на территории Древней Бактрии и Маргианы, а также в археологическом комплексе Саразм, расположенном в пределах Древней Согдианы, проводятся систематические археологические исследования. В результате археологических изысканий были выявлены многочисленные археологические памятники, относящиеся к бронзовому веку, в том числе и объекты храмовой архитектуры.

По утверждению исследователей, цивилизация, сложившаяся в данном регионе, обладает рядом уникальных черт, характерных для развитых культурных образований Древнего Востока – таких как Шумер, Элам, Восточный Иран и Белуджистан (Сарианиди, 1977; Исаков, 1986; 1991; Ширинов, 1993; Шайдуллаев, 2009). Эти особенности ярко проявляются в планировке поселений, архитектуре, ремесленном производстве и образцах изобразительного искусства (Сагдуллаев и др., 2020. С. 98). Одним из таких памятников является Саразм, относящийся к начальному этапу энеолита и бронзового века (Исаков, 1991. С. 92).

Тщательное археологическое исследование Саразма позволило исследователям выделить четыре этапа (табл. 1) в строительной истории поселения Саразм, которые отражают основные тенденции в материальной культуре и формировании религиозных представлений. Так, в ходе археологических работ в Саразме в различных стратиграфических слоях были выявлены помещения с



Рис.2.



Рис.3.

алтарями, связанными с огнепоклонничеством. (Besenval, Isakov, 1989. P. 5–20; Исаков, 1986).

Таблица 1.

Этапы строительства Саразма

№	Название	Даты
1	Саразм I	3100-2900 гг. до н.э.
2	Саразм II	2900-2600 гг. до н.э.
3	Саразм III	2600-2300 гг. до н.э.
4	Саразм IV	2300-2000 гг. до н.э.

В частности, по мнению археолога А. Исакова, руководившего раскопками данного объекта, первые два этапа относятся к эпохе энеолита, а на втором этапе развития поселения – Саразм-2 – в составе многокомнатного жилого комплекса появляется семейное святилище с круглым алтарём (рис. 2). Именно в этот период в двух местах территории Саразма были построены специальные храмы для огнепоклонников. Стены этих храмов были окрашены в красный цвет, а в центре размещался квадратный алтарь (рис. 3).

На третьем этапе развития Саразма формируется комплекс монументальных сооружений, имеющих общественный характер. Его структура включала в себя общественное святилище, коллективные хранилища и помещения для хранения религиозной атрибутики (Исаков, 1986. С. 45-46).

Начиная с третьего этапа развития поселения Саразм (рис. 4), архитектура храмов данного объекта приобретает

монументальный характер, что свидетельствует о формировании целостной и завершённой формы религиозных верований на рассматриваемой территории.

В 1970 году на территории Северного Афганистана в местности Дашли был открыт уникальный памятник эпохи бронзы Древней Бактрии – Дашли-3, считающийся одним из первых крупных религиозных центров огнепоклонников. В ходе раскопок в центре археологического комплекса был выявлен храм круглой формы, окружённый тройной системой оборонительных стен (Сарианиди, 1977. С. 34).

В.И. Сарианиди сопоставил храм Дашли-3 с памятником Тепе-Гавра в Северной Месопотамии, выявив множество сходств в принципах планировки и архитектурном оформлении. Кроме того, археологические материалы, полученные из отдельных слоёв Дашли-3, свидетельствуют о его культурной близости к ряду археологических объектов, расположенных на территории современного Ирана (Сарианиди, 1977. С. 40).

К. Шиппман сравнил храм в Дашли-3 с огнепоклонническими храмами более позднего периода в Иране – Тепе Нуши-Джан, датируемым VIII–VII вв. до н.э., и Дахана-и-Голаман, относящимся к VII–VI вв. до н.э. (Schirpman, 1971. P. 26). Однако, учитывая, что эти сооружения были построены значительно позже храма Дашли-3, различия между ними становятся весьма существенными (Сарианиди, 1977. С. 40).

Памятник Тоголок-1 представляет собой сельский храм, свидетельством чего, по мнению исследователей, является фиксация возле храма т.н. хозяйственной зоны, предназначенной для приготовления священного напитка – предположительно хаомы (Эсанов, 2007. С. 127). С архитектурной точки зрения, храмы Тоголок-1 и Тоголок-21 отличаются от культовых сооружений Бактрии – таких как храмы Дашли-3 и Джаркутан. Так, Тоголок-21 был окружён двумя оборонительными стенами и имел 9 помещений, на Тоголок-1 фиксируется только одна оборонительная стена и 34 помещения, служившие местами проведения огнепоклоннических ритуалов. Центральным ядром комплекса было сооружение культурно-духовного характера, в котором совершались религиозные обряды. В храмовой зоне были обнаружены керамические сосуды, связанные с религиозной практикой. В северной зоне комплекса были найдены ценные предметы и сосуды, использовавшиеся в религиозных церемониях. С противоположной стороны захоронения были обнаружены кости жертвенного быка.

Среди храмов Маргианы особое место занимает храмовая архитектура памятника Гонур-депе, где с 1991 года и по настоящее время в южной части проводятся археологические работы. По архитектурному устройству храм Гонур-депе напоминал храмы Тоголок-1 и Тоголок-21, включая специально отведённые зоны для религиозных церемоний и вспомогательные постройки, расположенные рядом с основным храмом. Особенностью данного памятника является присутствие т.н. «белых комнат» (обмазаны белой штукатуркой). Любопытно, что «белые комнаты» археологически фиксируются не

только вблизи храмовых залов, но и в обычных домах жителей. Возможно, такие помещения служили местами семейного поклонения. В этих комнатах были найдены крупные керамические сосуды – хумы, внутри которых зафиксированы остатки священного напитка хаомы, а также используемых для его приготовления компонентов: эфедры и маковых семян (Сарианиди, 1993. С. 333-353). Это указывает на то, что у жителей Гонура существовала устоявшаяся традиция употребления священного напитка хаомы до начала религиозных церемоний.

В период с 1994 по 2003 годы на холме №6, где предположительно располагался храм огнепоклонников на объекте археологического наследия Джаркутан, Узбекско-немецкая археологическая экспедиция под руководством Ш. Шайдуллаева и Д. Хаффа провела исследования. В результате раскопок было внесено предположение, что храм Джаркутана был построен в XIV в. до н. э. на месте древней крепости на заключительной стадии функционирования поселения. Основываясь на уточнениях стратиграфической структуры, исследователи считают, что данный объект относится к Джаркутанскому этапу Сапаллинской культуры (Шайдуллаев, Хуфф, 1999. С. 31-42; Huff, 2000. P. 58-68). В ходе раскопок были выявлены дворец, жилые дома, ремесленные мастерские, а также укрепленный прямоугольный храм размером 44,5×60 м с круглыми и полукруглыми башнями (Аскаров, Ширинов, 1993. С. 168; Шайдуллаев, Хуфф, 1999. С. 31-42).

Археологические раскопки последних лет, особенно исследования на памятнике Джаркутан, значительно обогатили наши знания о храмовой архитектуре бронзового века на рассматриваемой территории.

Согласно данным археологических исследований, храмовая архитектура эпохи бронзы на территории Средней Азии (памятники Алтын-Депе, Саразм, Джаркутан, Гонур-Депе, Тоголок, Дашли и др.) демонстрирует как общие черты культового зодчества, так и региональные особенности. На основе анализа планировочных структур, функционального назначения и архитектурных форм разработана типологическая классификация, позволяющая систематизировать разнообразие храмовых комплексов данного периода (Курбонов, 2024. С. 322-336):

А) *Храмы с центральным алтарём* (Джаркутан (Южный Узбекистан), Тоголок-21 (Маргиана, Туркменистан). Характеризуются наличием ритуального очага или алтаря, расположенного в геометрическом центре сооружения. Вокруг него формируется открытое или полужакрытое сакральное пространство, что подчёркивает символическую значимость центра как оси мироздания. Данный тип отражает идею сакрального единства и, вероятно, связан с огненными культами.

В) *Многофункциональные (полифункциональные) храмы*. Представляют собой сложные архитектурные ансамбли, включающие помимо основного культового зала вспомогательные помещения: склады, комнаты жрецов, а также специализированные залы с иконографическими изображениями божеств. Подобная

структура свидетельствует о развитой жреческой иерархии и комплексном характере ритуальной практики. К данному типу можно отнести Дашли-3 (рис. 5) (Дашлынская цивилизация, Афганистан).

С) *Храмы с внешней ритуальной площадкой*. Отличаются наличием открытых дворов или специально организованных внешних пространств с алтарными конструкциями. Доступ к ним осуществлялся независимо от основного помещения, что возможно предполагает их использование для массовых церемоний или публичных обрядов.

Д) *Храмы с геометрической симметрией* (Саразм (Северный Таджикистан), Джаркутан). Обладают строгой планировочной структурой, основанной на радиальной, квадратной или иной геометрически выверенной схеме. Такая организация пространства, вероятно, отражает космологические представления и идею сакрального централизма. Примеры:

Предложенная типология охватывает основные вариации храмовой архитектуры Средней Азии в III-II тыс. до н. э., отражая как универсальные культовые принципы, так и локальные традиции. Указанные типы не являются взаимоисключающими – отдельные комплексы могут сочетать черты нескольких категорий, что требует более детального междисциплинарного изучения. Данная классификация служит методологической основой для дальнейших исследований, включая цифровую реконструкцию памятников и анализ их архитектурно-пространственной эволюции.

Комплексный подход исследования храмовой архитектуры бронзового века с применением 3D-моделирования и интеграции данных в геоинформационную систему
В рамках данного исследования реализован системный анализ историко-археологических материалов, выполнена трёхмерная реконструкция и проведена интеграция пространственных данных в геоинформационную систему. Объектом изучения выступили храмовые комплексы эпохи бронзы, расположенные на территории Средней Азии. Особое внимание уделено памятникам археологического наследия, включая Саразм, Сапаллитепа, Дашли, Гонур-Депе, Тоголок и Джаркутан (рис. 1). Исследование проводилось поэтапно с применением междисциплинарных методов:

1. *Историко-археологический анализ памятников археологии эпохи бронзы*, который включает систематизацию письменных и материальных источников, изучение хронологических рамок памятников (Саразм, Сапаллитепа, Дашли, Гонур-Депе, Тоголок, Джаркутан), анализ функционального назначения храмовых комплексов, исследование конструктивных особенностей архитектуры (Курбонов и др., 2024. С. 322-336). Историко-археологический анализ позволил установить точную хронологию развития храмовой архитектуры, выявить функциональную эволюцию культовых комплексов, определить региональные строительные традиции, реконструировать социально-религиозные аспекты храмового строительства.

Методологическая основа работы включает:

- систематизацию и критический анализ: письменных источников (античные свидетельства, клинописные тексты), археологических отчетов и архивных материалов, публикаций предшествующих исследователей;
- хронологический анализ: уточнение стратиграфии памятников, сравнительный анализ керамических комплексов, корреляцию с данными радиоуглеродного датирования;
- функциональный анализ: изучение планировки культовых комплексов, анализ находок в ритуальных контекстах, реконструкцию сакрального пространства;
- архитектурный анализ: исследование строительных техник, анализ конструктивных решений, выявление региональных строительных традиций.

Проведенное исследование позволило установить точную хронологическую последовательность развития храмовой архитектуры региона, выделив три основных периода:

- ранний бронзовый век (XXVIII-XXIII вв. до н.э.);
- средний бронзовый век (XXII-XIX вв. до н.э.);
- поздний бронзовый век (XVIII-XV вв. до н.э.).

В результате проведенного анализа была прослежена динамика развития культовых сооружений: от элементарных однокамерных святилищ раннего периода к сложным многосоставным храмовым комплексам позднего бронзового века. Установлены четкие региональные различия в строительных традициях: выделены маргианская архитектурная школа (памятники Гонур-Депе и Тоголок) и бактрийско-согдийские строительные каноны (Саразм, Джаркутан).

Параллельно осуществлена реконструкция ключевых аспектов религиозной и социальной организации:

- принципы зонирования сакрального пространства;
- структура жреческого сословия;
- характерные формы культовой практики.

Настоящее исследование базируется на анализе вторичных источников, включающих архивные материалы и опубликованные археологические отчеты, приведенные ранее в данной статье, по памятникам Средней Азии, без проведения оригинальных полевых изысканий. Методологическая основа работы ограничивается камеральной обработкой имеющегося материала исторических и археологических данных. Особый научный интерес представляет установленная взаимосвязь между морфологическими характеристиками культовых сооружений и особенностями религиозных практик, что получило системное отражение в изложенной ранее типологической классификации храмовых комплексов.

Полученные в ходе исследования результаты послужили фундаментом для создания трехмерных реконструкций, отличающихся научной обоснованностью и достоверностью.

II. 3D-реконструкция утраченных архитектурных элементов храмовых комплексов.

Предлагаемый алгоритм трехмерного моделирования сакральных архитектурных комплексов предполагает последовательную реализацию следующих этапов:

1) *Подготовка исходных данных.* Перед моделированием изучены планы комплексов, фотографии, схемы, археологические отчеты в бумажном и электронном виде. Планы и схемы храмовых комплексов использовались для точного позиционирования объектов. Материалы фотосъемок использовались для детализации сохранившихся фрагментов. Археологические отчеты – для учета стратиграфии и строительных технологий. Одной из главных проблем на данном этапе является отсутствие картографических и справочных материалов об изучаемом объекте культурного наследия, а существуют лишь упоминание о данном памятнике. В таком случае применяются аналогии из сопоставимых памятников (например, конструктивные элементы Гонур-Депе для реконструкции Сапаллитепы).

2) *Базовое моделирование геометрии* включает в себя создание цифровых двойников объектов. Первоначально оцифровывались исторические планы строений (стены, колонны, платформы) и сооружений с соблюдением масштаба. Далее выполнялась реконструкция утраченных частей на основе аналогий из сопоставимых памятников с учетом строительных технологий бронзового века, либо разработка альтернативных вариантов реконструкции, и построение объемных моделей. Например, для Саразма это восстановление сырцовых стен методом экструдирования с учетом толщины кладки (рис. 4). Для Алтын-Депе – моделирование колоннад по сохранившимся основаниям с опорой на аналогии из Маргианы (рис. 7) (Массон, 1981. С. 59). Для Тоголока – реконструкция алтарных платформ с использованием булевых операций для ниш и ступеней (рис. 8) (Сарианиди, 1990. С. 126).

3) *Детализация и текстурирование.* Например, для имитации эрозии кирпича или рельефного декора памятника Джаркутан применялась технология называемая ручная скульптура (Sculpt Mode) (рис. 6). Возможно нанесение материалов на основе фотограмметрии (если сохранены фрагменты штукатурки) или применение процедурных текстур для имитации сырца (в Blender: шум Перлина + цветовые карты по данным спектрофотометрии).

4) *Экспорт и создание анимаций.* По результатам моделирования, детализации и текстурирования археологических объектов возможно создание анимации, демонстрирующей быт, культуру жителей того времени и экспорт полученных результатов в универсальные форматы (.fbx/.obj). Так, например, анимирование выполнено для памятника Саразм.

5) *Верификация и уточнение моделей* – это сравнение с археологическими отчетами (первоисточниками), экспертная оценка реконструкций, корректировка на основе полученных данных.

Алгоритм моделирования реализован в программной среде Blender, который позволяет сочетать археологическую точность с гибкостью гипотетических реконструкций. Критически важна документация допущений (например, почему выбрана цилиндрическая, а не форма конической башен Тоголока (рис. 8). Готовые модели служат основой для пространственного анализа (например, расчет освещенности храмовых помещений) и виртуальной реставрации.

Цифровое моделирование этих храмов позволило не только визуально воссоздать утраченные архитектурные элементы, но и показать функциональное зонирование религиозных комплексов. Например, в реконструированной модели комплекса Джаркутан центральная часть здания увенчана куполообразной конструкцией, созданной на основе археологических остатков фундаментов и аналогий с памятниками Гонур-депе (Hiebert, 1994; Sarianidi, 2005).

Кроме того, в моделях были рассмотрены возможные отверстия и проёмы в стенах, через которые проникал солнечный свет. Это может свидетельствовать о солнечной символике в планировке храмовых сооружений. Также описанный ранее типологический подход позволяет выявить региональные различия в храмовой архитектуре, визуализируя их с помощью современных методов 3D-моделирования. Особенно чётко в реконструкциях отражаются такие элементы, как расположение алтарей, входные коридоры, ритуальные очаги и орнаментированные стены.

В процессе 3D-моделирования становится возможным проведение широкомасштабного анализа конструктивных элементов архитектуры храмов. Метод 3D-моделирования предоставляет возможность цифровой фиксации текущего состояния археологических объектов, выявления разрушенных элементов и разработки мер по их виртуальному сохранению. Это особенно актуально в контексте памятников бронзового века, построенных из сырцового кирпича и глины, подверженных разрушению под воздействием природных и временных факторов.

III. Интеграция и пространственный анализ археологических данных в геоинформационной системе. Проведённое исследование позволило реализовать комплексный и междисциплинарный подход к систематизации и анализу археологических данных эпохи бронзы на территории Средней Азии с использованием современных геоинформационных технологий (ГИС). В результате сформирована многоуровневая база пространственных данных, обеспечивающая эффективное хранение, визуализацию и пространственный анализ объектов культурного наследия, что существенно расширяет возможности их научного изучения и охраны.

Структура базы данных организована по принципу многослойности с топологической привязкой, что обеспечивает взаимосвязь и согласованность пространственных данных различных типов. Тематические слои включают:

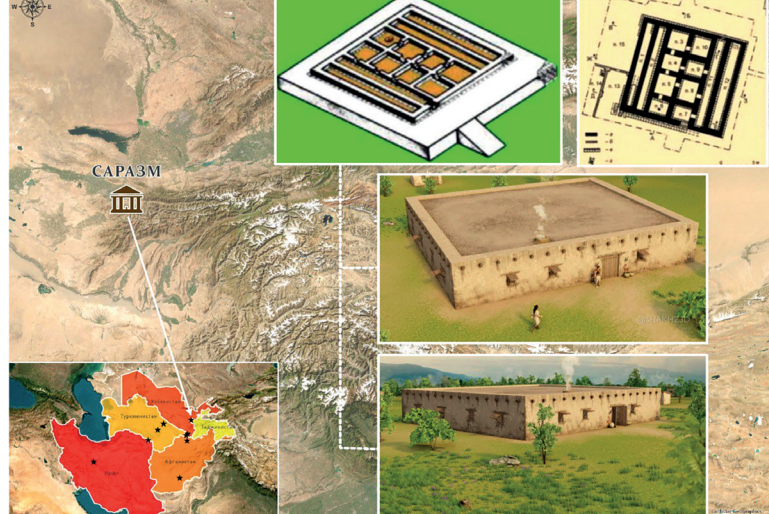


Рис.4.

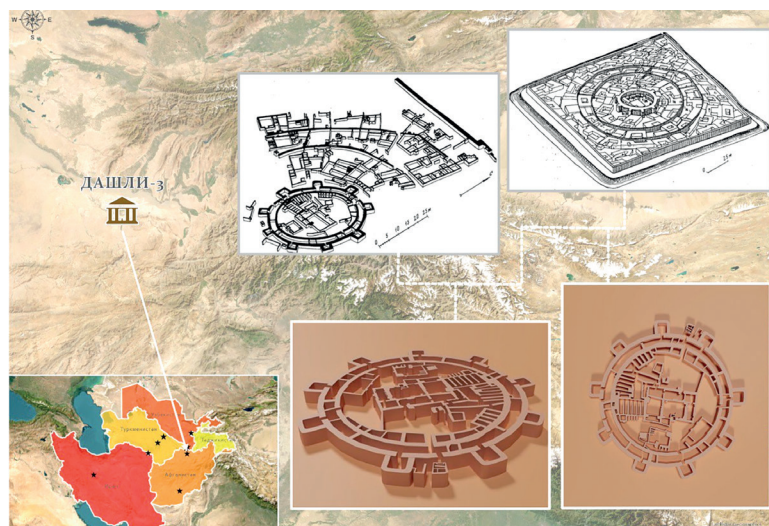


Рис.5.

- Административно-территориальное деление региона исследований (полигональный слой), позволяющее учитывать современное и историческое административное устройство территорий, что важно для контекстуализации археологических объектов в рамках геополитических границ и управления охраняемыми зонами;

- Локализацию объектов историко-культурного наследия (точечный слой), обеспечивающую точное географическое позиционирование памятников, что критично для мониторинга состояния и планирования полевых исследований;

- Исторические транспортные и миграционные маршруты (линейный слой), отражающие динамику перемещений населения, торговых связей и культурных контактов в бронзовом веке, что способствует реконструкции социально-экономических и культурных процессов;

- Растровые данные (планы, схемы, фотографии), включающие как современные аэрофотоснимки и спутниковые изображения, так и исторические карты, и археологические чертежи, что позволяет проводить сравнительный анализ и уточнять геопривязку объектов.

Семантическая информация структурирована в атрибутивных таблицах каждого тематического слоя, что обеспечивает возможность детального описания объектов и их классификации. Например, в полигональном слое

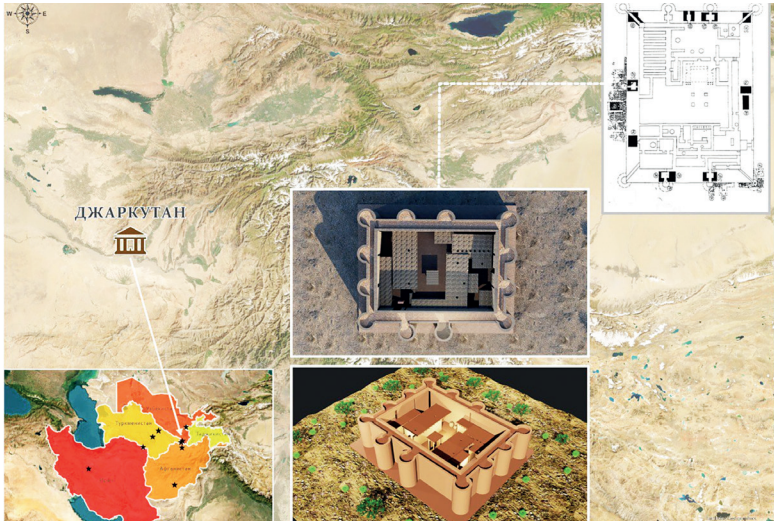


Рис.6.

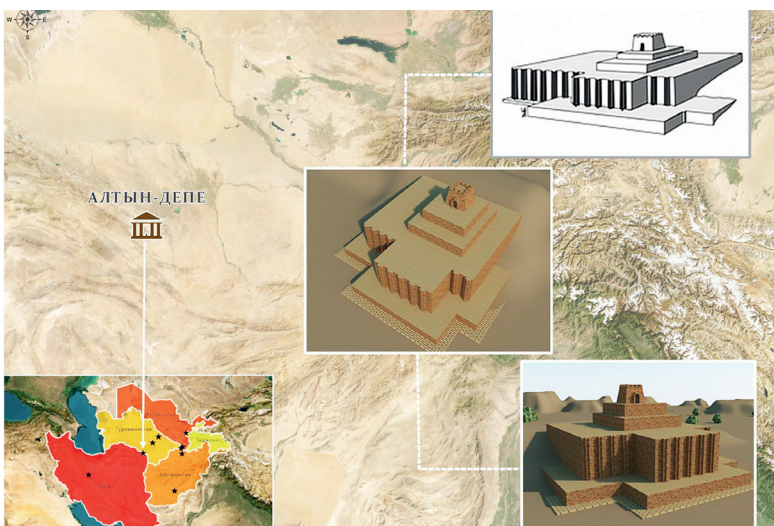


Рис.7.

фиксируются названия административных единиц, в точечном – наименования и типы памятников, а также их состояние и охранный статус.

Особое внимание уделено интеграции результатов трёхмерного моделирования утраченных архитектурных элементов храмовых комплексов (Саразм, Алтын-Депе, Дашли, Тоголок, Джаркутан), которые также представлены в базе данных с точной геопривязкой. Это позволяет не только визуализировать объекты в их историческом облике, но и проводить пространственный анализ взаимного расположения архитектурных элементов, выявлять типологические и конструктивные закономерности.

С помощью инструментов геообработки осуществлена пространственная привязка исторических схем, планов и карт, что обеспечило точную локализацию храмовых комплексов и позволило интегрировать разнородные источники данных в единую пространственную среду. Аналитические функции ГИС позволяют выполнять широкий спектр пространственных запросов, включая:

- поиск объектов по атрибутам и географическому положению;
- выборку памятников по заданным критериям;
- построение маршрутов и зон обследований для планирования полевых работ;

- создание буферных зон для оценки охранных границ и влияния антропогенных факторов;
- моделирование поверхностей, в том числе рельефа (Сайфутдинова и др., 2025. С. 273-282);
- формирование полигонов Тиссена для анализа пространственного распределения и зон влияния объектов;
- расчёт пространственных параметров и координат для дальнейших исследований и мониторинга и другие задачи.

Заключение.

Комплексный методологический подход демонстрирует эффективность сочетания 3D-моделирования и ГИС-технологий для изучения и сохранения объектов археологического наследия. Полученные результаты на примере храмовых комплексов бронзового века, таких как Саразм, Тоголок, Джаркутан, Гонур-Депе и Дашли – позволяют по-новому интерпретировать архитектурные традиции и социальные практики древних обществ Средней Азии. Трёхмерная реконструкция позволяет не только воссоздать внешний облик разрушенных памятников, но и раскрывает ключевые аспекты древней религиозной практики, архитектурных традиций и строительных технологий. Анализ ориентации построек, внутренней планировки и символики алтарей (жертвенников) даёт возможность по-новому интерпретировать ритуальную географию и религиозные обычаи.

Представленные методологические подходы служат важным инструментом в научной интерпретации, сохранении и передаче исторических памятников будущим поколениям. В перспективе полученные результаты позволяют осуществлять: мониторинг состояния памятников, разрабатывать охранные зоны, создавать виртуальные туры, выполнять междисциплинарные исследования урбанизации бронзового века, а также могут послужить материалом для научных публикаций, образовательных ресурсов, музейных экспозиций, и многое другое.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

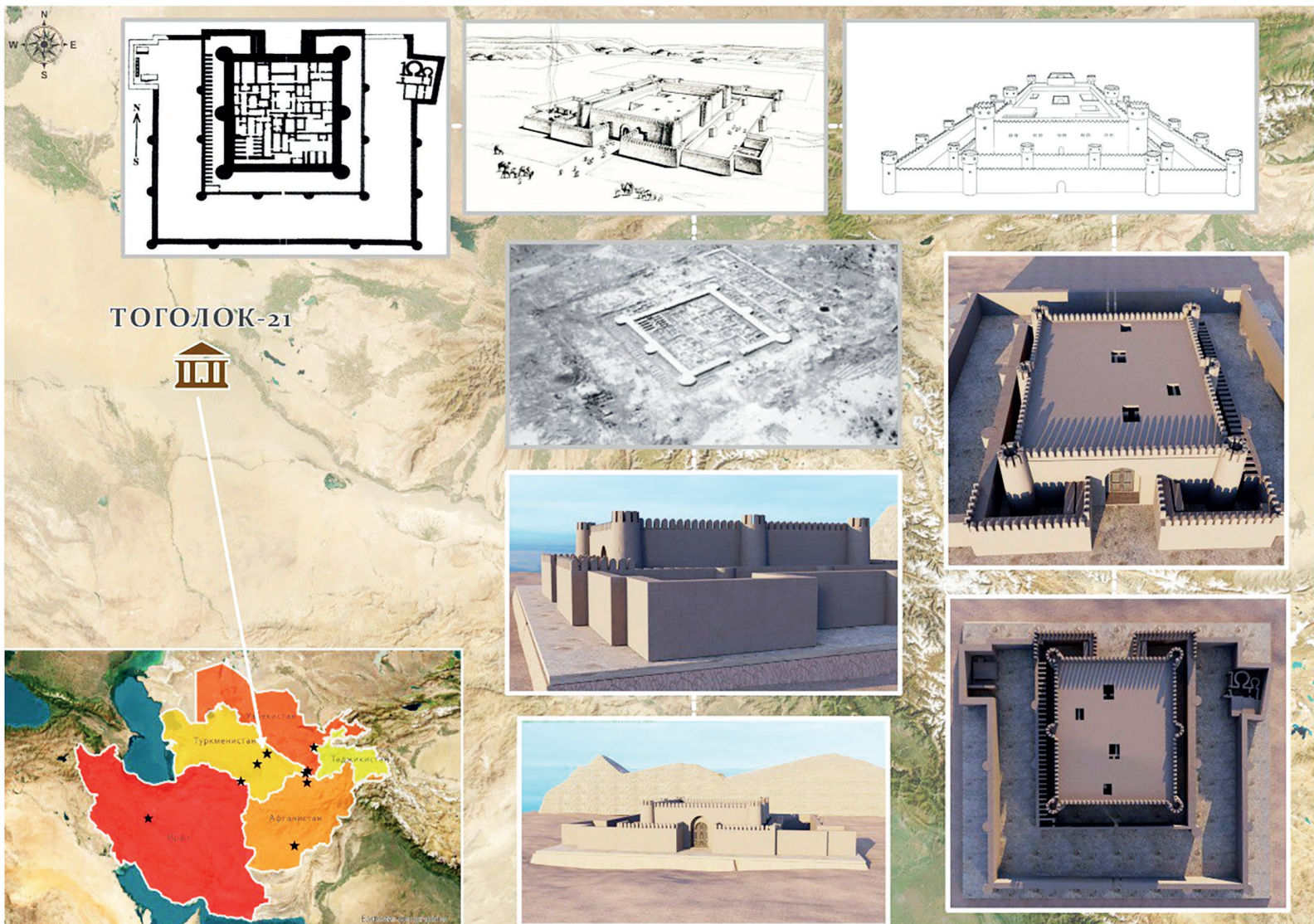
Besenal R., Isakov Sarazm et les débuts du peuplement agricole dans la région de Samarcand // Arts Asiatiques. Paris: l'Ecole française d'Extrême-Orient 1989. T. 44. P. 5-20.

Hiebert F. T. Origins of the Bronze Age Oasis Civilization in Central Asia. Cambridge: Peabody Museum Press, 1994. 256 p.

Huff D. Djarkutan (Archaeological research on Tepe VI) // ИМКУ 31. 2000. С.58-68.

Masson V. M. Formation and Blossom of a Civilization of Ancient Oriental Type in the South of Turkmenistan // Historical and Cultural Sites of Turkmenistan / ed. M. Mamedov. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service, 2011. P. 74-75.

Sarianidi, V. Margiana and Protozoroastrism. Athens:



Карон Editions. 1998. 192 p.

Schippmann, K. Die iranischen Feuerheiligtümer. (Religionsgeschichtliche Versuche und Vorarbeiten, F.), Berlin, 1971. 555 p.

Аскарлов А. А., Ширинов Т. Ш. Ранняя городская культура эпохи бронзы юга Средней Азии. Самарканд: Институт Археологии АН РУз им. Я.Гулямова, 1993. 168 с.

Бокиев А., Шайдуллаев А., Юлдошева З. Цивилизация Окса. Ташкент: «Yangi nashr», 2015. 176 с.

Есанов М. Х. Отражение авестийского общества в археологических материалах (на примере памятников материальной культуры бронзового века Древней Бактрии и Маргианы): дисс.... к.и.н. Самарканд: АН РУз Институт Археологии, 2007. 187 с.

Исаков А. И. Раскопки третьего сезона на Саразме в 1979 г. // АРТ. Душанбе, 1986. Вып. 19. С. 334-350.

Исаков А. И. Саразм – новый раннеземледельческий памятник Средней Азии // СА. 1986. № 1. С. 152-167.

Исаков А. И. Саразм (к вопросу становления древнеземледельческой культуры Зеравшанской долины). Душанбе: Дониш, 1991. 244 с.

Қурбонов А. М. Инновационные процессы в храмовых сооружениях Центральной Азии в эпоху бронзы // *Археология Евразийских степей*. Вып. 5, октябрь 2024 г., С. 322-336, doi:10.24852/2587-6112.2024.5.322.336.

Массон В. М. Алтын-депе / АН Туркменской ССР. Л.: Наука, 1981. 176 с.

Сасдуллаев А. Формирование историко-культурных регионов и проблемы этнической географии в Центральной Азии. Ташкент: «Университет», 2020.

236 с.

Сайфутдинова Г. М., Овечкина Л. В., Яранцева Н. С. Пространственная 3D визуализация территории объекта археологического наследия на примере Льяшевского городища // *Археология Евразийских степей*. 2025. №2. С. 273-282.

Сарианиди В. И. В поисках страны Маргаш. М. 1993, 362 с., 36 ил.

Сарианиди В. И. Древние земледельцы Афганистана. Материалы Советско-Афганской экспедиции. 1969-1974 гг. Москва: Наука, 1977. 172 с.

Сарианиди В. И. Древности страны Маргаш / Отв. ред. Росляков А. А. Ашхабад: «Ильям», 1990. 314 с.

Шайдуллаев Ш. Б., Хуфф Д. Некоторые результаты работ Узбекско-Германской экспедиции на городище Джаркутан // ИМКУ, Вып. 30. Самарканд, 1999. С. 31-42.

Шайдуллаев Ш. Б. Этапы возникновения и развития государственности на территории Узбекистана (на примере Бактрии). Дисс. ... докт. ист. наук Самарканд. 2009. 350 с.