



МӘДЕНИ МҰРА
ғылыми журнал

КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ
научный журнал

CULTURAL HERITAGE
science journal

ISSN: 3006-1377 (online)

№2 (113)

Астана
2026

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

ӘБДІҒАЛИҰЛЫ
Берік

– саяси ғылымдар кандидаты, алқа төрағасы (Қазақстан)

ИБРАЕВА
Ақмарал Ғосманқызы

– алқа төрағасының орынбасары, Қазақстан ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

ТАЙМАҒАМБЕТОВ
Жәкен Қожахметұлы

– ҚР ҰҒА академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

САМАШЕВ
Зайнолла Самашұлы

– тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

АЯҒАН
Бүркітбай Гелманұлы

– ҚР ҰҒА құрметті академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Еңбек сіңірген қайраткері (Қазақстан)

ОҢҒАРҰЛЫ Ақан

– тарих ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

ҮМІТҚАЛИЕВ
Ұлан Үмітқалиұлы

– тарих ғылымдарының кандидаты, профессор (Қазақстан)

ИСМАИЛОВА
Жанат Хамидовна

– тарих ғылымдарының докторы, профессор (Өзбекстан)

ЦЗИ Сяофен

– PhD докторы (Қытай)

ВОЛЬФРАМ Сабине

– PhD докторы (Германия)

ШТЕЙН Гил

– PhD докторы (АҚШ)

ОУТРАМ Алан

– PhD докторы (Ұлыбритания)

ШОМФАЙ Иштван

– PhD докторы (Венгрия)

ӘБДУАҚАП Қара

– PhD докторы (Түркия)

ДАВЫДОВ
Владимир Николаевич

– әлеуметтану ғылымдарының кандидаты, PhD докторы (Ресей Федерациясы)

АҒАТАЙ
Өткірбай Мылтықбайұлы

– PhD докторы (Қазақстан)

ДУВАНБЕКОВ
Руслан Сабырұлы

– PhD докторы (Қазақстан)

ИСКАКОВ
Қуаныш Алдабергенұлы

– PhD докторы (Қазақстан)

EDITORIAL BOARD:

Berik Abdygaliuly	– candidate of Political Science (Chairman of the editorial board) (Kazakhstan)
Akmaral Ibrayeva	– deputy chairman of the editorial board, Academician of the National Academy of Natural Sciences of Kazakhstan, Doctor of historical sciences, Professor (Kazakhstan)
Zhaken Taimagambetov	– academician of NAS RK, Doctor of Historical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Zainolla Samashev	– doctor of Historical Sciences, (Kazakhstan)
Ayagan Burkitbay	– Honorary Academician of the NAS RK, doctor of Historical Sciences, Professor, Honored Worker of RK (Kazakhstan)
Ongaruly Akan	– candidate of Historical Sciences (Kazakhstan)
Umitkaliev Ulan	– candidate of Historical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Ismailova Zhanat	– doctor of Historical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Ji Xiaofen	– PhD (China)
Wolfram Sabine	– PhD (Germany)
Gil Stein	– PhD (USA)
Alan Outram	– PhD (UK)
Somfai Istvan	– PhD (Hungary)
Abdulvahap Kara	– PhD (Turkey)
Davydov Vladimir	– candidate of Sociological Sciences, PhD (Russian Federation)
Agatay Otkirbay	– PhD (Kazakhstan)
Duvanbekov Ruslan	– PhD (Kazakhstan)
Iskakov Kuanysh	– PhD (Kazakhstan)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ӘБДІҒАЛИҰЛЫ
Берік

– кандидат политических наук (председатель коллегии) (Казахстан)

ИБРАЕВА
Акмарал Госмановна

– заместитель председателя коллегии, Академик Казахской национальной академии естественных наук, доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

ТАЙМАГАМБЕТОВ
Жакен Кожаметович

– академик НАН РК, доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

САМАШЕВ
Зайнолла Самашевич

– доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

АЯҒАН
Буркитбай Гелманулы

– Почетный академик НАН РК, доктор исторических наук, профессор, Заслуженный деятель РК (Казахстан)

ОНГАРУЛЫ Акан

– кандидат исторических наук (Казахстан)

УМИТКАЛИЕВ
Улан Умиткалиевич

– кандидат исторических наук, профессор (Казахстан)

ИСМАИЛОВА
Жанат Хамидовна

– доктор исторических наук, профессор (Узбекистан)

ЦЗИ Сяофен

– PhD доктор (Китай)

ВОЛЬФРАМ Сабине

– PhD доктор (Германия)

ШТЕЙН Гил

– PhD доктор (США)

ОУТРАМ Алан

– PhD доктор (Великобритания)

ШОМФАЙ Иштван

– PhD доктор (Венгрия)

КАРА Абдукап

– PhD доктор (Турция)

ДАВЫДОВ
Владимир Николаевич

– кандидат социологических наук, PhD доктор (Российская Федерация)

АГАТАЙ
Уткирбай Мылтыкбайулы

– PhD доктор (Казахстан)

ДУВАНБЕКОВ
Руслан Сабырулы

– PhD доктор (Казахстан)

ИСКАКОВ
Куаныш Алдабергенович

– PhD доктор (Казахстан)

МАЗМҰНЫ / CONTENT / СОДЕРЖАНИЕ

Музей ісі / Museology / Музейное дело

<i>Әбдіғалиұлы Б., Кадримбетова Н.</i> Музей кеңістігіндегі тас мүсіндер: ғылыми зерттеу және экспозициялау мәселелері	
<i>Әбдіғалиұлы Б., Кадримбетова Н.</i> Каменные изваяния в музейном пространстве: вопросы научного изучения и экспонирования	
<i>Abdighaliuly B., Kadrimbetova N.</i> Stone statues in museum spaces: issues of scholarly research and exhibition...	8
<i>Каженова Г.Т., Акжасарова А.К.</i> Визуальные стратегии Национального музея Республики Казахстан в контексте формирования национальной идентичности	
<i>Каженова Г.Т., Акжасарова А.К.</i> Ұлттық бірегейлікті қалыптастыру контексіндегі Қазақстан Республикасы Ұлттық музейінің визуалды стратегиялары	
<i>Kazhenova G.T., Akzhasarova A.K.</i> Visual strategies of the National museum of the Republic of Kazakhstan in the context of the formation of national identity.....	24
<i>Тынайқұлова М., Мұхтарова Г., Кадримбетова Н.</i> Reconstruction and museumification of the remains of the Golden Man: contemporary methods of research and digitalization	
<i>Тынайқұлова М., Мұхтарова Г., Кадримбетова Н.</i> Алтын адамның қанқа сүйегін жаңғырту және музейлендіру мәселелері: заманауи әдістері мен цифрландыру	
<i>Тынайқұлова М., Мұхтарова Г., Кадримбетова Н.</i> Реконструкция и музеефикация останков золотого человека: современные методы исследования и цифровизация.....	37
<i>Асылбекова Н.О., Баудиярова Қ.Б., Кистаубаева А.Қ.</i> Қазақ кесеқабы: көшпелі тұрмыстың музейлік бейнесі	
<i>Асылбекова Н.О., Баудиярова К.Б., Кистаубаева А.К.</i> Казахский кесеқап: музейное отражение кочевой бытовой культуры	
<i>Asylbekova N.O., Baudiyarova K.B., Kistaubayeva A.K.</i> Kazakh keseqap: the museum image of nomadic lifestyle.....	51

Археология / Archaeology / Археология

<i>Таймагамбетов Ж.К., Алипова С.Б.</i> О некоторых методах естественно-научных дисциплин применяемых в исследовании палеолита Казахстана	
<i>Таймагамбетов Ж.Қ., Алипова С.Б.</i> Қазақстан палеолитін зерттеуде қолданылатын жаратылыстану-ғылыми пәндердің кейбір әдістері туралы	
<i>Taimagambetov Zh., Alipova S.</i> On some methods of natural science disciplines applied in the study of the paleolithic of Kazakhstan.....	62
<i>Талеев Д.А.</i> Келес өңірі қалалары мен қоныстарының типологиясы	
<i>Талеев Д.А.</i> Типология городов и поселений Келесского региона	
<i>Taleev D.A.</i> Typology of cities and settlements of the Keles Region.....	75
<i>Бисембаев А., Калдыбаева Г., Ахатов Г.</i> Средневековый форпост Жезды на северных чинках Устьурта: предварительные итоги исследования	
<i>Бисембаев А., Калдыбаева Г., Ахатов Г.</i> Үстірттің солтүстік жартастарындағы ортағасырлық Жезді бекеті: зерттеудің алдын ала нәтижелері	
<i>Bisembayev A., Kaldybayeva G., Akhatov G.</i> Medieval outpost Zhezdy on the northern escarpments of Ustyurt plateau: preliminary results of the study.....	89
<i>Иманғалиева М., Акымбек Е.</i> Природный фактор в выборе трасс караванных путей средневековья в Талас-Асинском бассейне	

- Иманғалиева М., Ақымбек Е.** Талас-Аса алабындағы ортағасырлық керуен жолдарының бағыттарын таңдаудағы табиғи фактор
Imangaliyeva M., Akymbek Ye. Natural factor in the selection of medieval caravan routes in the Talas-Asa basin..... 99
- Мурғабиев С., Бахтыбаев М., Малдыбекова Л., Серікбай Ә.** Қаратау жартас суреттерінің ішкі семантикалық сипатын саралау
Мурғабиев С., Бахтыбаев М., Малдыбекова Л., Серікбай А. Анализ внутренней семантики наскальных рисунков Каратау
Murgabaev S., Bakhtybaev M., Maldybekova L., Serikbay A. Analysis of the Semantic Properties of the Karatau Rock Pictures..... 112
- Шағирбаев М.С., Ганиева А.С., Сәкенов С.Қ., Идришева Б.У.** Археозоологическая характеристика хозяйственного уклада казахской зимовки Тажегүл-2 XVIII–XIX вв.
Шағирбаев М.С., Ганиева А.С., Сәкенов С.Қ., Идришева Б.У. XVIII–XIX ғғ. Тәжіғүл-2 қазақ қыстауының шаруашылық құрылымының археозоологиялық сипаттамасы
Shagirbayev M.S., Ganiyeva A.S., Sakenov S.K., Idrisheva B.U. Archaeozoological characterization of the economic structure of the kazakh wintering site Tazhegul-2 of the 18th–19th centuries..... 125
- Бекзатқызы И.** Цифровые 3D-модели керамики как источник морфометрических данных (на материалах Костанайского областного историко-краеведческого музея)
Бекзатқызы И. Керамиканың цифрлық 3D-модельдері морфометриялық деректер көзі ретінде (Қостанай облыстық тарихи-өлкетану музейінің материалдары негізінде)
Bekzatkyzy I. Digital 3D models of ceramics as a source of morphometric data (based on the materials of the Kostanay regional museum of history and local lore)..... 148
- Этнология / Ethnology / Этнология**
- Somfai Kara D.** Kipchak-Turkic (Kuman) speaking peoples and Hungarian prehistory
Шомфай Кара Д. Қыпшақ-түркі (құман) халықтары және мажарлардың арғы тарихы
Шомфай Кара Д. Кыпчакско-тюркские (куманские) народы и предыстория венгров..... 162
- Әшбекова Г.У., Үмітқалиев Ұ.У., Саутбекова А.Г.** Қазақ халқының зергерлік бұйымдарындағы космологиялық символдар мен сакралдық түсініктер (Қазақстан Республикасының Ұлттық музейі материалдары негізінде)
Әшбекова Г.У., Умитқалиев У.У., Саутбекова А.Г. Космологические символы и сакральные представления в ювелирных изделиях казахского народа (на основе материалов Национального музея Республики Казахстан)
Eshbekova G.U., Umitkaliyev U.U., Sautbekova A.G. Cosmological symbols and sacred concepts in the jewelry of the Kazakh people (based on the materials of the National Museum of the Republic of Kazakhstan)... 168
- Ермекбаева М.А.** Қазақ мақал-мәтелдеріндегі қасқыр бейнесінің этномәдени семантикасы
Ермекбаева М.А. Этнокультурная семантика образа волка в казахских пословицах и поговорках
Yermekbayeva M.A. Ethnocultural semantics of the wolf image in Kazakh proverbs and sayings..... 179
- Жумадилова К.А., Әкиджи М., Утенов О.Т.** Түркі халықтарының дәстүрлі дүниетанымындағы «Жер-Су» ұғымы: мифологиялық негіздері мен мінәжат тәжірибелері
Жумадилова К.А., Әкиджи М., Утенов О.Т. Концепт «Жер-Су» в традиционном мировоззрении тюркских народов: мифологические основы и ритуальные практики
Zhumadilova K.A., Ekici M., Utenov O.T. The concept of «Yer-Sub» in the traditional worldview of Turkic peoples: mythological foundations and ritual practices..... 191

Тарих / History / История

- Сыдықов Е.Б., Дүйсен С.Ж., Жұманбай Р.Н.* 1920–1930 жылдары Қызылорда қаласында арнаулы орта және жоғары оқу орындарының құрылуы
Сыдықов Е.Б., Дүйсен С.Ж., Жұманбай Р.Н. Создание средних и высших учебных заведений в городе Кызылорда 1920-1930 годы
Sydykov E.B., Duysen S.Zh., Zhumanbay R.N. Establishment of secondary and higher educational institutions in the city of Kyzylorda 1920-1930 years..... 202
- Baigabatova N. K., Ishkalova G.I.* Labor market adaptation strategies of repatriates in the Zhetysu region
Байғабатова Н.К., Ишкалова Г.И. Репатрианттардың Жетісу облысының еңбек нарығына бейімделу стратегиялары
Байғабатова Н. К., Ишкалова Г.И. Стратегии адаптации репатриантов к рынку труда области Жетысу... 216
- Примкулова Г.Ж., Динашева Л.С., Орынбасарова Г.Ж.* Дәруіштер мұрасының Түркістан қаласының рухани-мәдени келбетін қалыптастырудағы рөлі мен маңызы
Примкулова Г.Ж., Динашева Л.С., Орынбасарова Г.Ж. Значение наследия дервишей в формировании духовного и культурного облика города Туркестан
Primkulova G.Zh., Dinasheva L.S., Orynbasarova G.Zh. The role of dervish heritage in shaping the spiritual and cultural identity of Turkestan..... 225

Шолу / Review / Обзор

- Жунисханов А., Маслов Х.Б., Құрманғалиев А. Ә.Т.* Төлеубаевтың «Раннесакская Шиликтинская культура» монографиясына шолу
Жунисханов А., Маслов Х.Б., Курманғалиев А. Обзор на монографию А.Т. Толеубаева «Раннесакская Шиликтинская культура»
Zhuniskhanov A., Maslov Kh.B., Kurmangaliev A. Review of A.T. Toleubayev's The Early Saka Shilikti Culture..... 238

Бекзаткызы И.

Институт археологии имени А.Х. Маргулана

Алматы, Казахстан

irinabekzatqyzy@gmail.com

ЦИФРОВЫЕ 3D-МОДЕЛИ КЕРАМИКИ КАК ИСТОЧНИК МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ (НА МАТЕРИАЛАХ КОСТАНАЙСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСТОРИКО-КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ)

Аннотация. Статья посвящена изучению аналитического потенциала цифровых трёхмерных моделей керамических сосудов эпохи бронзы как источника морфометрических данных. Материалом исследования послужили шесть сосудов синташтинско-петровской, алакульской и саргаринско-алексеевской культур из фондов Костанайского областного историко-краеведческого музея. Трёхмерные модели получены сканером структурированного подсвета EinScan-SP и обработаны в MeshLab. Морфометрический анализ включал верификацию точности цифровых измерений относительно натурных данных музейных паспортов, классификацию по индексу пропорциональности H/Dm и вычисление объёма V и площади поверхности S . Верификация показала, что отклонения не превышают 1,85% по всем линейным параметрам. Отклонение по Dm образца №1 в размере +3,03% отражает реальную геометрическую асимметрию тулова, подтверждённую анализом горизонтального сечения 3D-модели, и не является погрешностью измерения. Для образца №5 значение Dm , отсутствовавшее в музейной документации, восполнено на основе цифровой модели. Классификация по H/Dm в диапазоне 0,61–0,92 выявила типологические различия между культурными группами, которые сформулированы как гипотезы для последующих исследований на расширенных выборках. Вычисление V и S предоставило данные, недоступные при стандартной музейной документации. Результаты подтверждают аналитический потенциал 3D-моделей для морфометрического изучения керамических коллекций эпохи бронзы Казахстана.

Ключевые слова: 3D-моделирование, сканер структурированного подсвета, морфометрический анализ, керамика эпохи бронзы, цифровая археология, музейные коллекции, индекс пропорциональности, Казахстан.

Для цитирования: Бекзаткызы И. Цифровые 3D-модели керамики как источник морфометрических данных (на материалах Костанайского областного историко-краеведческого музея) // Мәдени мұра. 2026. №2 (113). С. 148-161 (рус.)

DOI: <https://doi.org/10.47500/2026.v26.i2.11>

Введение

Активное внедрение цифровых технологий в гуманитарные науки коренным образом изменило подходы к документированию, анализу и интерпретации археологического материала. Одним из наиболее динамично развивающихся направлений является трёхмерное моделирование археологических артефактов, которое открывает новые возможности для точных и воспроизводимых научных исследований. Переход от традиционных описательных методов к

количественному анализу с использованием цифровых моделей формирует новую исследовательскую парадигму в изучении материальной культуры древних обществ.

В мировой науке применение трёхмерных технологий в изучении керамики имеет уже устойчивую исследовательскую базу. Фундаментальный вклад в разработку методологии цифровой морфометрии внесли А. Karasik и U. Smilansky, впервые обосновавшие переход от традиционного графического

документирования к автоматизированному анализу на основе трёхмерного сканирования. На выборке из более чем 1000 фрагментов керамики авторы доказали, что цифровые методы обеспечивают точные, воспроизводимые профили и являются надёжным практическим инструментом в археологических исследованиях (Karasik, Smilansky, 2008:1148). В развитие этого подхода были разработаны математические инструменты для морфологического описания, классификации и типологического анализа керамических комплексов (Gilboa и др., 2004:681). Исследования показали, что количественный анализ геометрических параметров 3D-моделей керамических сосудов позволяет выявлять типологические группы и реконструировать традиции гончарного производства (Harush, Grosman, 2021:1).

В европейской науке активно формировалось направление геометрической морфометрии керамики. На материалах кельтского поселения Бибракт исследователи пришли к выводу, что морфометрические методы воспроизводят результаты традиционной типологии и обеспечивают объективно проверяемые количественные оценки (Wilczek и др., 2014:39). На обширном корпусе средневековой серой керамики Каталонии авторы выявили, что статистический анализ морфометрических данных позволяет обнаруживать типологические кластеры, недоступные визуальной экспертизе, а включение нормализованных пропорциональных переменных открывает возможности для реконструкции производственных практик (Trave Alleruz, 2022:1274). Помимо типологических задач, показана возможность применения трёхмерных цифровых моделей сосудов для тестирования их термомеханических свойств методом конечных элементов (Hein, Kilikoglou, 2020:187). В новейших исследованиях подтверждены возможности технологии для документирования и анализа бронзовой керамики Греции (Kantaros и др., 2024:11), а обзор компьютерных методов классификации и реконструкции керамики на основе 3D-моделей обосновал перспективность данного направления (Di Angelo и др., 2022:10). Таким образом, в международной практике 3D-модель артефакта рассматривается уже не как вспомогательный инструмент визуализации, а как самостоятельный научный источник

количественных характеристик формы.

В российской науке освоение 3D-технологий в археологии также вступило в активную фазу. Чистяков и др. представили методику сканирования археологических артефактов с применением сканеров структурированного подсвета. Авторы показали принципиальное различие между двумя основными методами оцифровки. По их данным, фотограмметрия даёт немасштабированные модели, пригодные преимущественно для документирования и визуализации, тогда как сканирование структурированным подсветом обеспечивает масштабированные модели, полностью соответствующие оригиналу и пригодные для верифицируемых морфологических и статистических исследований (Чистяков и др., 2019:104). Систематизированы методика и практика 3D-сканирования разнотипных артефактов, разработаны рекомендации по работе с объектами, обладающими различными физическими свойствами поверхности (Вавулин и др., 2014:21). Обосновано, что трёхмерные модели, в отличие от традиционных двухмерных чертежей и фотографий, сохраняют пространственные характеристики объекта и открывают возможность неограниченного количества последующих измерений и интерпретаций (Зайцева, 2014:13). Исследования подтвердили, что только трёхмерные модели автоматически масштабируются и пригодны для высокоточных метрических исследований, а также позволяют вычислять объём артефакта, что принципиально недоступно при использовании фотографии и рисунка (Бочарова и др., 2022:157).

В казахстанской науке цифровые технологии в области археологии применяются на протяжении двух десятилетий. Первые шаги в этом направлении были сделаны в рамках государственной программы «Мадени мұра», в ходе которой осуществлялась масштабная работа по цифровому документированию объектов историко-культурного наследия (Өбілбекұлы, 2019:62). В продолжение этой работы в рамках программы «Сакральный Казахстан» были созданы 3D-модели различных объектов культурного значения. Параллельно накапливался опыт трёхмерного моделирования конкретных памятников и артефактов. Методом фотограмметрии получены модели погребальных комплексов

Сарыарки (Асылбеков, 2019:617), древнего буддийского изображения на камне в районе Текели (Антонов, 2018:606), а также артефактов могильника Кырыкүнгір (Умиткалиев и др., 2020:85). Тлеугабулов др. ввели в научный оборот методику трёхмерного документирования сырцовых мавзолеев Тенгиз-Коргалжынской впадины, охватывающую 25 цифровых моделей исчезающих памятников позднесредневекового зодчества (Тлеугабулов и др., 2022:1094). Наряду с этим развиваются подходы к геоинформационному картографированию памятников (Мухаметзянов, Хабдулина, 2024:115). Всё это свидетельствует о том, что цифровая археология последовательно утверждается в Казахстане как перспективное научное направление.

Вместе с тем аналитический потенциал 3D-моделей в казахстанской науке остаётся недостаточно реализованным. Цифровые модели используются преимущественно в целях документирования и визуализации, тогда как их применение в качестве самостоятельного источника количественных морфометрических данных до настоящего времени не получило систематического развития. Настоящее исследование направлено на восполнение указанного пробела. Его целью является методологическая апробация 3D-моделей керамических сосудов как самостоятельного

источника морфометрических данных на материале Костанайского областного историко-краеведческого музея.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: верификация точности цифровых измерений путём сопоставления с натурными данными музейных паспортов; извлечение линейных геометрических параметров из 3D-моделей шести сосудов синташтинско-петровской, алакульской и саргаринско-алексеевской культур; вычисление объёма V и площади поверхности S ; морфометрическая классификация сосудов на основе индекса H/D_m и формулирование наблюдений как гипотез для последующих исследований на расширенных выборках.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили 6 керамических сосудов эпохи бронзы из фондов Костанайского областного историко-краеведческого музея (Таблица 1, Рис. 1). Основными критериями отбора стали сохранность артефактов и их пригодность для геометрического анализа, в частности отсутствие значительных деформаций тулова, утрат венчика или основания. Коллекция охватывает три культурные традиции степной Евразии эпохи бронзы. Синташтинско-петровская

№ обр.	Инв. номер	Памятник	Культура	Натурные размеры, мм			
				H	D _r	D _m	D _d
1	КП 12259 А 844	Бестамак, погр. 20	Синташтинско-петровская	87	93	101	52
2	КП 6906 А 247	Джангильды 5, погр. 35.	Алакульская	59	94	99	48
3	КП 11614 А 468	Бестамак, погр. 4.	Синташтинско-петровская	167	165	185	65
4	КП 6899 А 250	Джангильды 5, погр. 35.	Алакульская	116	124	134	69
5	КП 7337 А 301	Джангильды 5, погр. 82 Б.	Алакульская	38	49	–	26
6	КП 363	Алексеевский	Саргаринско-алексеевская	110	123	133	79

Таблица 1. Характеристика исследуемых керамических сосудов

Table 1. Characteristics of the studied ceramic vessels

Примечание: H – высота (мм); D_r – диаметр горловины (мм); D_m – максимальный диаметр тулова (мм); D_d – диаметр дна (мм).

Note: H – height (mm); D_r – rim diameter (mm); D_m – maximum body diameter (mm); D_d – base diameter (mm).

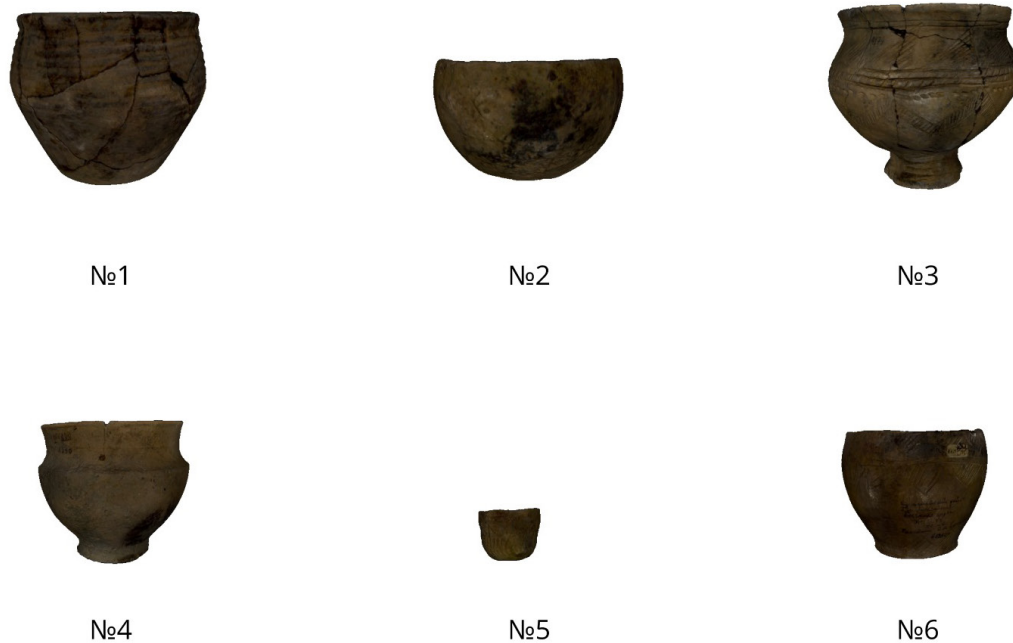


Рис. 1. Цифровые 3D-модели исследуемых керамических сосудов
Fig. 1. Digital 3D models of the studied ceramic vessels

традиция представлена образцами №1 и №3, алакульская – №2, №4, №5, саргаринско-алексеевская – образцом №6.

Трёхмерное сканирование артефактов проводилось непосредственно в фондохранилище Костанайского областного историко-краеведческого музея с применением сканера структурированного подсвета EinScan-SP. Выбор данного типа оборудования обусловлен его способностью формировать масштабированные модели, метрически соответствующие оригиналу и пригодные для верифицируемых морфологических исследований.

Сканирование каждого сосуда выполнялось с нескольких ракурсов, обеспечивая полный охват всех геометрически значимых поверхностей артефакта, включая внутреннюю полость, боковые стенки и основание. Количество снимков варьировало от 56 до 78 для миниатюрных образцов и от 80 до 120 для крупных сосудов. Управление процессом сканирования и первичная обработка данных выполнялись в программном обеспечении Shining 3D EXScan S. Полученные модели экспортировались в формат OBJ для дальнейшей аналитической обработки.

Модели были импортированы в программную среду MeshLab и прошли

процедуру автоматизированного выравнивания по главным осям инерции с последующей фиксацией матрицы координат. Это позволило унифицировать ориентацию моделей в пространстве и обеспечить измерение параметров по осям X, Y, Z в единой системе координат (Karasik, Smilansky, 2008:1152). Перед извлечением объёмных характеристик выполнялась верификация топологической замкнутости каждой модели. Все шесть моделей показали нулевое значение открытых рёбер, что подтверждает отсутствие незамкнутых участков на поверхности и является необходимым условием корректного вычисления объёма (Di Angelo и др., 2022:10).

Измерения линейных параметров выполнялись комбинированным способом. Высота сосудов рассчитывалась по вертикальной оси от плоскости дна до наивысшей точки венчика (Рис. 2).

Максимальный диаметр тулова фиксировался автоматически как наибольшее значение ограничивающего контейнера (Bounding Box) по осям X и Y после выравнивания модели по главным осям инерции. Диаметры горловины и дна определялись вручную методом поточечного измерения путём визуальной идентификации границ соответствующих



Рис. 2. Извлечение линейных параметров керамического сосуда в программной среде MeshLab
Fig. 2. Extraction of linear parameters of a ceramic vessel in MeshLab

частей сосуда. Объём и площадь поверхности извлекались автоматически средствами MeshLab (Di Angelo и др., 2022:10).

Анализ

Верификация точности цифровых данных. Сопоставление натуральных и цифровых измерений продемонстрировало высокую степень соответствия по всем шести образцам (Таблица 2). Нулевые отклонения по диаметру дна у образцов №2, №3 и №4 свидетельствуют о том, что плоское основание является наиболее стабильным геометрическим элементом, воспроизводимым 3D-моделью без потери точности. Геометрически простые поверхности воспроизводятся цифровыми методами с наибольшей точностью, тогда как сложные криволинейные поверхности подвержены незначительным систематическим отклонениям, обусловленным алгоритмическими особенностями и реальной геометрической неравномерностью изделий (Karasik, Smilansky, 2008:1148).

Наибольшее отклонение по высоте зафиксировано у образца №6 и составило -1,47%, что остаётся в пределах допустимой погрешности. По диаметру горловины наибольшее отклонение показал образец №4 (+1,34%), по диаметру дна – образец №5 (+0,42%). Совокупность этих данных подтверждает, что метод сканирования структурированным подсветом обеспечивает стабильные и воспроизводимые результаты на материале различных по форме и размеру сосудов.

Как показали результаты сравнительного анализа (Таблица 2), отклонение по параметру максимального диаметра у Образца №1

составило +3,03%, что является наибольшим значением среди всей исследуемой коллекции. Все прочие образцы продемонстрировали показатели, не превышающие 1,85%. Данное обстоятельство потребовало отдельного аналитического рассмотрения.

С целью выяснения природы выявленного отклонения в программной среде MeshLab было построено горизонтальное сечение 3D-модели на уровне максимального расширения тулова. Реальный профиль сосуда был сопоставлен с эталонной окружностью, соответствующей паспортному значению диаметра 101 мм.

Визуализация сечения (Рис. 3б) показала, что контур реального профиля не совпадает с эталонной окружностью. По одной оси контур выходит за её пределы, по перпендикулярной оси отступает внутрь. Таким образом, сосуд имеет не круглое, а эллипсовидное сечение.

Максимальный диаметр сечения (D_{max}) составил 104,06 мм, минимальный (D_{min}) – 97,15 мм, разность перпендикулярных осей равна 6,91 мм. Паспортное значение D_m в размере 101 мм представляет собой результат однократного штангенциркульного замера и закономерно располагается между полученными экстремальными значениями, что объясняет зафиксированное в таблице верификации отклонение +3,03%. Следовательно, данное отклонение обусловлено не погрешностью измерения, а реальной геометрической асимметрией тулова. Алгоритм Bounding Box фиксирует истинный максимальный диаметр, тогда как традиционный ручной замер в произвольной точке окружности даёт лишь приближённое значение. Таким образом, цифровой метод не вносит погрешность,

№ обр.	Параметр	Натурные данные (Музей), мм	Цифровая модель (MeshLab), мм	Отклонение (Δ , %)	Технологические данные (3D)
№1	H	87	87.01	+0.01%	V – 201.90 см ³ S – 520.41 см ² H/D _m – 0,84
	D _r	93	93	0	
	D _m	101	104.06	+3.03 %	
	D _А	52	52	0	
№2	H	59	59.43	+0.7%	V – 115.70 см ³ S – 343.19 см ² H/D _m – 0,61
	D _r	94	94.21	+0.22%	
	D _m	99	97.75	-1.2%	
	D _А	48	48.00	0	
№3	H	167	167.16	+0.09%	V – 726.67 см ³ S – 1583.98 см ² H/D _m – 0,92
	D _r	165	164.08	-0.55%	
	D _m	185	182.59	-1.3%	
	D _А	65	65.0	0	
№4	H	116	117.56	+1.34%	V – 236.80 см ³ S – 919.48 см ² H/D _m – 0,88
	D _r	124	125.24	+1.00%	
	D _m	134	133.70	-0.22%	
	D _А	69	69	0	
№5	H	38	37.94	-0.15%	V – 26.94 см ³ S – 104.94 см ² H/D _m – 0,78
	D _r	49	48.09	-1.85%	
	D _m	-	48.67	-	
	D _А	26	26.11	+0.42%	
№6	H	110	108.38	-1.47%	V – 279.10 см ³ S – 825.46 см ² H/D _m – 0,82
	D _r	123	122.59	-0.33%	
	D _m	133	132.55	-0.34%	
	D _А	79	78.78	-0.28%	

Таблица 2. Сравнительные морфометрические и технологические показатели 3D-моделей керамических сосудов

Table 2. Comparative morphometric and technological parameters of 3D models of ceramic vessels

Примечание: H – высота (мм); D_r – диаметр горловины (мм); D_m – максимальный диаметр тулова (мм); D_б – диаметр дна (мм); V – объём (см³); S – площадь поверхности (см²); H/D_m – индекс пропорциональности; Δ – относительное отклонение цифровых данных от натурных (%). Натурное значение D_m образца №5 в музейной документации отсутствует.

Note: H – height (mm); D_r – rim diameter (mm); D_m – maximum body diameter (mm); D_b – base diameter (mm); V – volume (cm³); S – surface area (cm²); H/D_m – proportionality index; Δ – relative deviation of digital data from physical measurements (%). The physical value of D_m for specimen no. 5 is absent from museum documentation.



Рис. 3. Морфометрический анализ Образца №1. а) фронтальная проекция 3D-модели с указанием уровня горизонтального сечения; б) горизонтальное сечение тулова в плоскости максимального расширения. Пунктирная линия обозначает эталонную окружность ($D = 101$ мм), сплошные линии обозначают оси X и Y.

Fig. 3. Morphometric analysis of Specimen no. 1. a) frontal projection of the 3D model with the cross-section level indicated; b) horizontal cross-section of the vessel body at the plane of maximum expansion. The dashed line indicates the reference circle ($D = 101$ mm), solid lines indicate the X and Y axes.

а выявляет геометрию, скрытую при традиционном измерении.

Выявленная эллипсовидная деформация тулова открывает аналитические возможности метода горизонтального сечения 3D-модели. Подобная морфология в керамике эпохи бронзы формируется либо в процессе ручной формовки без применения гончарного круга, либо под воздействием механических нагрузок в погребальном контексте.

Не менее показателен в этом отношении образец №5, раскрывающий дополнительный аналитический потенциал метода. В музейной документации значение D_m отсутствует, тогда как 3D-модель позволила получить этот параметр в размере 48,67 мм и тем самым устранила информационный пробел. Способность цифровых моделей восполнять лакуны музейных архивов представляет самостоятельную аналитическую ценность для изучения исторических коллекций с неполными паспортными сведениями (Di Angelo и др., 2022:10).

Морфометрическая классификация. На основе цифровых данных для каждого сосуда рассчитан индекс пропорциональности H/D_m , представляющий отношение высоты к максимальному диаметру тулова (Таблица 2, Рис. 4). Пропорциональные соотношения линейных параметров являются устойчивыми дискриминирующими признаками при типологической классификации керамики (Trave Allepuz, 2022:1274; Wilczek и др., 2014:39).

Полученные значения индекса распределились в диапазоне от 0,61 до 0,92,

что отражает морфологическое разнообразие исследуемой коллекции. Образец №2 алакульской культуры с наименьшим значением индекса 0,61 занимает обособленную позицию, соответствующую широкой приземистой форме. Подобные сосуды с низким значением H/D_m традиционно соотносятся с открытыми формами, характерными для столовой или ритуальной посуды (Rice, 2015:212). Остальные пять образцов группируются в диапазоне от 0,78 до 0,92, что соответствует формам среднего и высокого пропорционального соотношения. Синташтинско-петровские образцы №1 и №3 показали значения 0,84 и 0,92 соответственно, алакульские образцы №4 и №5 – 0,88 и 0,78, саргаринско-алексеевский образец №6 занимает промежуточное положение с индексом 0,82.

Примечательно, что образец №3 синташтинско-петровской культуры демонстрирует наибольшее значение индекса в коллекции – 0,92, что соответствует вытянутой профилированной форме с раздутым туловом и широкой горловиной. Столь высокое значение H/D_m в сочетании с наибольшим объемом коллекции (726,67 см³) указывает на функциональную специализацию данного типа сосудов.

Поскольку целью настоящей работы является методологическая апробация, а не построение развёрнутой культурной типологии, наблюдаемые различия в значениях H/D_m рассматриваются как количественно выраженные гипотезы. Для формирования статистически значимых выводов необходимо не менее 15–20 единиц по каждой группе (Wilczek и

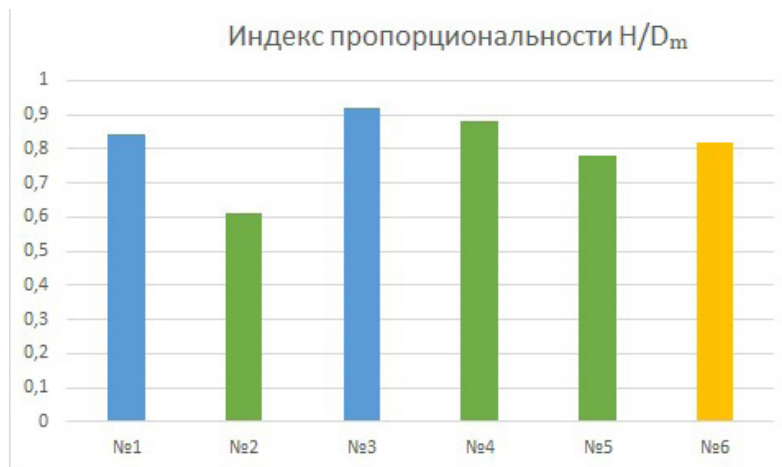


Рис. 4. Значения индекса пропорциональности H/D_m исследуемых керамических сосудов
 Fig. 4. Proportionality index H/D_m values of the studied ceramic vessels

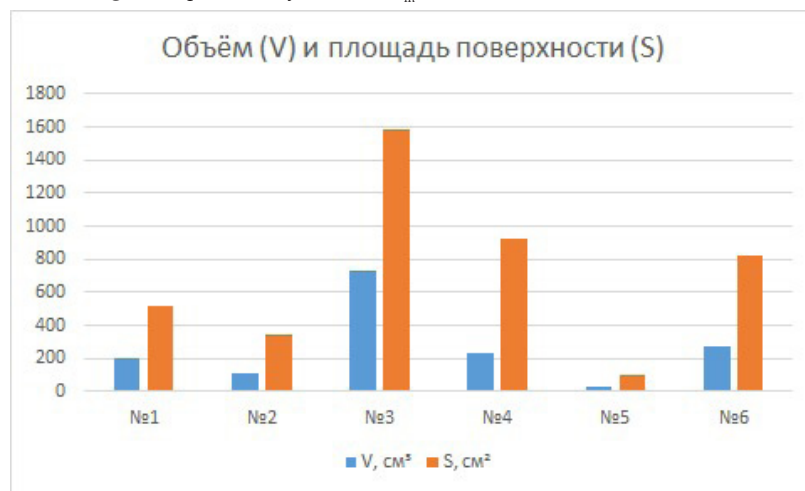


Рис. 5. Объём (V) и площадь поверхности (S) исследуемых керамических сосудов
 Fig. 5. Volume (V) and surface area (S) of the studied ceramic vessels

др., 2014:46). Верификация сформулированных гипотез составит предмет последующих исследований на расширенных выборках.

Анализ интегральных технологических параметров. Вычисление объёма V и площади поверхности S (Рис. 5) представляет главное аналитическое преимущество 3D-моделирования, поскольку данные параметры принципиально недоступны при стандартной музейной документации (Di Angelo и др., 2022:10). Достоверность объёмных расчётов обеспечена предварительной проверкой топологической замкнутости всех шести моделей, при которой открытые рёбра отсутствовали.

Диапазон объёмов в коллекции составляет от 26,94 cm^3 у образца №5 до 726,67 cm^3 у образца №3, что свидетельствует о значительной

функциональной дифференциации исследуемого керамического комплекса. Три алакульских сосуда различаются по объёму более чем в восемь раз, что может отражать намеренную функциональную специализацию в рамках одной гончарной традиции (Rice, 2015:274; Costin, 1991:8). Подобный разброс объёмных показателей внутри единой культурной группы интерпретируется в археологической литературе как свидетельство дифференцированного производства сосудов для различных бытовых и ритуальных нужд.

Особого внимания заслуживает миниатюрный образец №5 объёмом 26,94 cm^3 из могильника Джангильды 5, погребение 82 Б. Столь малая ёмкость фактически исключает его хозяйственное употребление и указывает на специализированное, вероятно ритуальное,

назначение сосуда (Kuzmina, 2007:231). Количественная фиксация объёма переводит подобные интерпретации из описательной в измеримую плоскость, обеспечивая им верифицируемое основание.

Наряду с объёмом, площадь поверхности S открывает возможности для косвенной оценки трудозатрат при изготовлении артефакта (Di Angelo и др., 2022:10). Образец №3 с площадью 1583,98 см² потребовал в 15 раз большего производственного усилия по сравнению с образцом №5 с площадью 104,94 см². Столь значительная разница в трудозатратах внутри одной коллекции свидетельствует о социальной дифференциации керамического производства и различной значимости отдельных категорий сосудов в погребальном обряде эпохи бронзы.

Полученные результаты

Верификация цифровых измерений подтвердила высокую точность 3D-моделей. Отклонения по параметрам H , Dg и Dd не превышают 1,85% по всем шести образцам. Отклонение по Dm образца №1 в размере +3,03% отражает реальную геометрическую асимметрию тулова, подтверждённую анализом горизонтального сечения 3D-модели, и не является погрешностью измерения.

Для образца №5 значение Dm в размере 48,67 мм, отсутствовавшее в музейной документации, получено на основе 3D-модели, что подтверждает способность цифровых моделей восполнять информационные пробелы исторических коллекций.

Морфометрическая классификация по индексу H/Dm выявила типологические различия между сосудами трёх культурных традиций в диапазоне значений от 0,61 до 0,92. Наблюдаемые межгрупповые различия сформулированы как количественно выраженные гипотезы для последующих исследований на расширенных выборках.

Вычисление V и S предоставило данные, недоступные при стандартной музейной документации. Объём варьирует от 26,94 до 726,67 см³, площадь поверхности – от 104,94 до 1583,98 см², что свидетельствует о функциональной дифференциации комплекса.

Заключение

Настоящее исследование показало, что цифровые 3D-модели керамических сосудов, полученные методом сканирования

структурированным подсветом, обеспечивают качественно новый уровень метрического анализа музейных коллекций по сравнению с традиционными методами документирования.

Верификация измерений относительно натуральных данных подтвердила точность метода. Отклонения по параметрам H , Dg и Dd не превышают 1,85% по всем шести образцам, что соответствует допустимому уровню погрешности для морфометрических исследований керамики. Отклонение по Dm образца №1 в размере +3,03% отражает реальную геометрическую асимметрию тулова, выявленную анализом горизонтального сечения 3D-модели. Цифровой метод зафиксировал то, что традиционное ручное измерение скрывало.

Для образца №5 значение Dm , отсутствовавшее в музейной документации, было получено исключительно на основе цифровой модели. Этот результат подтверждает способность 3D-моделей восполнять информационные пробелы исторических коллекций, что представляет самостоятельную ценность для музейной практики.

Морфометрическая классификация по индексу H/Dm в диапазоне от 0,61 до 0,92 обеспечила количественное выражение типологических различий между сосудами трёх культурных традиций. Поскольку целью работы являлась методологическая апробация, выявленные межгрупповые различия сформулированы как гипотезы для последующих исследований на расширенных выборках.

Вычисление объёма и площади поверхности предоставило данные, принципиально недоступные при стандартной музейной документации. Значительный разброс объёмных показателей свидетельствует о функциональной дифференциации керамического комплекса и создаёт количественную основу для реконструкции производственных практик и оценки социальной значимости отдельных категорий керамики в погребальном обряде эпохи бронзы.

Полученные результаты подтверждают аналитический потенциал 3D-моделей как самостоятельного источника морфометрических данных для изучения керамических коллекций эпохи бронзы Казахстана. Дальнейшее развитие данного направления предполагает расширение исследуемой выборки до статистически

значимого объёма, привлечение материалов из других музейных фондов республики и разработку сравнительной базы данных

морфометрических показателей керамики степной Евразии.

Статья подготовлена в рамках фундаментального научного исследования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан «Археологическая наука Казахстана: анализ состояния, проблемы и перспективы развития» (BR31714853).

Перечень сокращений

КП – книга поступлений (инвентарный номер музейного фонда)

H – высота сосуда (мм)

D_r – диаметр горловины (мм)

D_m – максимальный диаметр тулова (мм)

D_a – диаметр дна (мм)

D_{max} – максимальный диаметр сечения (мм)

D_{min} – минимальный диаметр сечения (мм)

V – объём сосуда (см³)

S – площадь поверхности сосуда (см²)

H/ D_m – индекс пропорциональности (отношение высоты к максимальному диаметру тулова)

OBJ – формат трёхмерного полигонального файла (Wavefront Object)

Литература

1. Costin, C.L., 1991. Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production. In: M.B. Schiffer (ed.) *Archaeological Method and Theory*, Vol. 3. Tucson: University of Arizona Press. Pp. 1–56.
2. Di Angelo, L., Di Stefano, P., Guardiani, E., 2022. A review of computer-based methods for classification and reconstruction of 3D high-density scanned archaeological pottery // *Journal of Cultural Heritage*. №56. Pp. 10–24.
3. Gilboa, A., Karasik, A., Sharon, I., Smilansky, U., 2004. Towards computerized typology and classification of ceramics // *Journal of Archaeological Science*. №31 (6). Pp. 681–694.
4. Harush, O., Grosman, L., 2021. Toward the identification of social signatures in ceramic production: An archaeological case study // *PLOS ONE*. №16 (7). Pp. 1–22.
5. Hein, A., Kilikoglou, V., 2020. Digital modeling of function and performance of transport amphorae // *International Journal of Ceramic Engineering & Science*. №2 (4). Pp. 187–200.
6. Kantaros, A., Papageorgiou, M.I., Brachos, K., Ganetsos, T., Mouzakiotou, S., Soulis, E., 2024. The use of 3D scanning and 3D color printing technologies for the study and documentation of Late Bronze Age pottery from East-Central Greece // *Journal of Mechatronics and Robotics*. №8 (1). Pp. 11–19.
7. Karasik, A., Smilansky, U., 2008. 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory // *Journal of Archaeological Science*. №35 (5). Pp. 1148–1168.
8. Kuzmina, E.E., 2007. *The Origin of the Indo-Iranians*. Ed. by J.P. Mallory. Leiden; Boston: Brill. 464 p.
9. Rice, P.M., 2015. *Pottery Analysis: A Sourcebook*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press. 600 p.
10. Trave Allepuz, E., 2022. Statistical analysis of morphometric data for pottery formal classification: Variables, procedures, and digital experiences of medieval and postmedieval greyware clustering in Catalonia // *Open Archaeology*. №8. Pp. 1269–1285.
11. Wilczek, J., Monna, F., Barral, P., Burlet, L., Chateau, C., Navarro, N., 2014. Geometric morphometrics for prediction of classification of Early Iron Age ceramics // *Journal of Archaeological Science*. №50. Pp. 39–50.
12. Антонов М.А., 2018. Текелийская буддийская стела: исследование методом фотограмметрии // *Маргулановские чтения – 2018*. Алматы – Актобе. С. 606–612.

13. Асылбеков К.М., 2019. Цифровая 3D-фиксация объектов культурного наследия Сарыарки // Маргулановские чтения – 2019. Нур-Султан. С. 617–623.
14. Әбілбекұлы Ә., 2019. Қазақстан археологиясындағы үш өлшемді визуализация: бүгін мен болашағы // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. Алматы: Қазақ университеті. Б. 61–64.
15. Әбілбекұлы Ә., Каженова Г.Т., 2019. Археологиялық визуализациядағы фотограмметриялық технологиялар // ЕҰУ хабаршысы. Тарихи ғылымдар. Философия. Дінтану сериясы. №4 (129). Б. 63–70.
16. Бочарова Е.Н., Чистяков П.В., Жданов Р.К., Колобова К.А., 2022. Трёхмерная визуализация в археологических исследованиях: корреляционное исследование // Сибирские исторические исследования. №3. С. 147–167.
17. Вавулин М.В., Зайцева О.В., Пушкарев А.А., 2014. Методика и практика 3D-сканирования разнотипных археологических артефактов // Сибирские исторические исследования. №4. С. 21–37.
18. Зайцева О.В., 2014. 3D-революция в археологической фиксации в российской перспективе // Сибирские исторические исследования. №4. С. 10–20.
19. Мухаметзянов А.Р., Хабдулина М.К., 2024. От традиции к инновациям: ГИС в археологии Акмолинской области // Археология Казахстана. №1 (23). С. 115–129.
20. Глеугабдулов Д.Т., Дукомбайев А.Т., Брынза Т.В., 2022. Сохранение сырцовой архитектуры Тенгиз-Коргалжынской впадины с использованием 3D-технологий // Oriental Studies. 15(5). С. 1094–1109.
21. Умиткалиев У.У., Лбова Л.В., Хабдулина М.К., 2020. Новые методы и технологии в профессиональной подготовке специалистов в сфере археологии и этнологии // Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилёва. Серия: Исторические науки. Философия. Религиоведение. №2 (131). С. 85–94.
22. Чистяков П.В., Ковалев В.С., Колобова К.А., Шалагина А.В., Кривошапкин А.И., 2019. 3D-моделирование археологических артефактов при помощи сканеров структурированного подсвета // Теория и практика археологических исследований. №3 (27). С. 102–112.

References

1. Costin C.L., 1991. Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production. In: M.B. Schiffer (ed.) *Archaeological Method and Theory*, Vol. 3. Tucson: University of Arizona Press. Pp. 1–56.
2. Di Angelo L., Di Stefano P., Guardiani E., 2022. A review of computer-based methods for classification and reconstruction of 3D high-density scanned archaeological pottery. In: *Journal of Cultural Heritage*. №56. Pp. 10–24.
3. Gilboa A., Karasik A., Sharon I., Smilansky U., 2004. Towards computerized typology and classification of ceramics. In: *Journal of Archaeological Science*. №31 (6). Pp. 681–694.
4. Harush O., Grosman L., 2021. Toward the identification of social signatures in ceramic production: An archaeological case study. In: *PLOS ONE*. №16 (7). Pp. 1–22.
5. Hein A., Kilikoglou V., 2020. Digital modeling of function and performance of transport amphorae. In: *International Journal of Ceramic Engineering & Science*. №2 (4). Pp. 187–200.
6. Kantaros A., Papageorgiou M.I., Brachos K., Ganetsos T., Mouzakiotou S., Soulis E., 2024. The use of 3D scanning and 3D color printing technologies for the study and documentation of Late Bronze Age pottery from East-Central Greece. In: *Journal of Mechatronics and Robotics*. №8 (1). Pp. 11–19.
7. Karasik A., Smilansky U., 2008. 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory. In: *Journal of Archaeological Science*. №35 (5). Pp. 1148–1168.
8. Kuzmina E.E., 2007. *The Origin of the Indo-Iranians*. Ed. by J.P. Mallory. Leiden; Boston: Brill. 464 p.
9. Rice P.M., 2015. *Pottery Analysis: A Sourcebook*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press. 600 p.
10. Trave Allepuz E., 2022. Statistical analysis of morphometric data for pottery formal classification: Variables, procedures, and digital experiences of medieval and postmedieval greyware clustering in Catalonia. In: *Open Archaeology*. №8. Pp. 1269–1285.

11. Wilczek J., Monna F., Barral P., Burlet L., Chateau C., Navarro N., 2014. Geometric morphometrics for prediction of classification of Early Iron Age ceramics. In: Journal of Archaeological Science. №50. Pp. 39–50.
12. Antonov M.A., 2018. Tekeliyskaya buddiyskaya stela: issledovanie metodom fotogrammetrii [The Tekeli Buddhist stela: a photogrammetric study]. In: Margulanovskie chteniya – 2018. Almaty – Aktobe. Pp. 606–612. [in Russian]
13. Asylbekov K.M., 2019. Tsifrovaya 3D-fiksatsiya obektov kulturnogo naslediya Saryarka [Digital 3D documentation of cultural heritage sites of Saryarka]. In: Margulanovskie chteniya – 2019. Nur-Sultan. Pp. 617–623. [in Russian]
14. Abilbekuly A., 2019. Qazaqstan arkheologiyasyndagy ush olshemdi vizualizatsiya: bugini men bolashagy [Three-dimensional visualization in Kazakhstan archaeology: present and future]. Almaty: Qazaq universiteti. 64 p. [in Kazakh]
15. Abilbekuly A., Kazhenova G.T., 2019. Arkheologiyalyk vizualizatsiyadagy fotogrammetriyalyk tekhnologiyalar [Photogrammetric technologies in archaeological visualization]. In: Vestnik ENU imeni L.N. Gumileva. №4 (129). Pp. 63–70. [in Kazakh]
16. Bocharova E.N., Chistyakov P.V., Zhdanov R.K., Kolobova K.A., 2022. Trehmernaya vizualizatsiya v arheologicheskikh issledovaniyakh: korrelyatsionnoe issledovanie [Three-dimensional visualization in archaeological research: a correlational study]. In: Sibirskie istoricheskie issledovaniya. №3. Pp. 147–167. [in Russian]
17. Vavulin M.V., Zaitseva O.V., Pushkarev A.A., 2014. Metodika i praktika 3D-skanirovaniya raznotipnykh arheologicheskikh artefaktov [Methods and practice of 3D scanning of various types of archaeological artefacts]. In: Sibirskie istoricheskie issledovaniya. №4. Pp. 21–37. [in Russian]
18. Zaitseva O.V., 2014. 3D-revolutsiya v arheologicheskoy fiksatsii v rossiyskoy perspektive [The 3D revolution in archaeological recording from a Russian perspective]. In: Sibirskie istoricheskie issledovaniya. №4. Pp. 10–20. [in Russian]
19. Mukhametzhanov A.R., Khabdulina M.K., 2024. Ot traditsii k innovatsiyam: GIS v arheologii Akmolinskoy oblasti [From tradition to innovation: GIS in the archaeology of the Akmola region]. In: Arkheologiya Kazakhstana. №1 (23). Pp. 115–129. [in Russian]
20. Tleugabulov D.T., Dukombaev A.T., Brynza T.V., 2022. Sokhranenie syrtsovoy arkhitektury Tengiz-Korgalzhynskoy vpadiny s ispolzovaniem 3D-tekhnologiy [Preserving mudbrick architecture of the Tengiz-Korgalzhyn Depression with 3D technologies]. In: Oriental Studies. 15(5). Pp. 1094–1109. [in Russian]
21. Umitkaliev U.U., Lbova L.V., Khabdulina M.K., 2020. Novye metody i tekhnologii v professionalnoy podgotovke spetsialistov v sfere arkheologii i etnologii [New methods and technologies in the professional training of specialists in archaeology and ethnology]. In: Vestnik ENU imeni L.N. Gumileva. Seriya: Istoricheskie nauki. Filosofiya. Religiovedenie. №2 (131). Pp. 85–94. [in Russian]
22. Chistyakov P.V., Kovalev V.S., Kolobova K.A., Shalagina A.V., Krivoschapkin A.I., 2019. 3D-modelirovanie arkheologicheskikh artefaktov pri pomoshchi skanerov strukturirovannogo podsveta [3D modelling of archaeological artefacts using structured light scanners]. In: Teoriya i praktika arkheologicheskikh issledovaniy. №3 (27). Pp. 102–112. [in Russian]

Бекзатқызы И.

Ә.Х. Марғұлан атындағы археология институты

Алматы, Қазақстан

irinabekzatqyzy@gmail.com

**КЕРАМИКАНЫҢ ЦИФРЛЫҚ 3D-МОДЕЛЬДЕРІ МОРФОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕР
КӨЗІ РЕТІНДЕ (ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСТЫҚ ТАРИХИ-ӨЛКЕТАНУ
МУЗЕЙІНІҢ МАТЕРИАЛДАРЫ НЕГІЗІНДЕ)**

Аңдатпа. Мақала қола дәуірі керамикалық ыдыстарының цифрлық үш өлшемді модельдерін морфометриялық деректер көзі ретінде пайдаланудың аналитикалық мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Зерттеу материалы ретінде Қостанай облыстық тарихи-өлкетану музейінің қорындағы сынтасты-петров, алакөл және сарғары-алексеев мәдениеттерінің алты керамикалық ыдысы алынды. Үш өлшемді модельдер EinScan-SP құрылымдық жарық сканерімен түсіріліп, MeshLab бағдарламасында өңделді. Морфометриялық талдау музей құжаттамасының деректерімен салыстыру арқылы цифрлық өлшемдердің дәлдігін тексеруді (верификациялауды), H/Dm пропорционалдылық индексі бойынша жіктеуді және V көлемі мен S бетінің ауданын есептеуді қамтыды. Тексеру нәтижесінде барлық сызықтық параметрлер бойынша ауытқулардың 1,85%-дан аспайтыны анықталды. №1 үлгідегі Dm параметрі бойынша +3,03% ауытқу өлшеу қателігі емес, 3D-модельдің горизонталь қимасын талдау арқылы расталған бүйірдің нақты геометриялық асимметриясын көрсетеді. №5 үлгі үшін музей құжаттамасында көрсетілмеген Dm мәні цифрлық модель негізінде қалпына келтірілді. H/Dm индексі бойынша 0,61-ден 0,92-ге дейінгі диапазондағы жіктеу мәдени топтар арасындағы типологиялық айырмашылықтарды айқындады, олар болашақта кең ауқымды таңдамалар бойынша жүргізілетін зерттеулер үшін гипотеза ретінде тұжырымдалды. Модельдің көлемі мен бетінің ауданын есептеу стандартты музей құжаттамасында қолжетімсіз деректерді алуға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер Қазақстанның қола дәуірі керамикалық жинақтарын морфометриялық зерттеуде 3D-модельдердің аналитикалық әлеуетін толық растайды.

Кілт сөздер: 3D-модельдеу, құрылымдық жарық сканері, морфометриялық талдау, қола дәуірі керамикасы, цифрлық археология, музей топтамалары, пропорционалдылық индексі, Қазақстан.

Дәйексөз үшін: Бекзатқызы И. Керамиканың цифрлық 3D-модельдері морфометриялық деректер көзі ретінде (Қостанай облыстық тарихи-өлкетану музейінің материалдары негізінде) // Мәдени мұра. 2026. №2 (113). бб 148-161 (рус.)

DOI: <https://doi.org/10.47500/2026.v26.i2.11>

Bekzatqyzy I.

Margulan Institute of Archaeology

Almaty, Kazakhstan

irinabekzatqyzy@gmail.com

**DIGITAL 3D MODELS OF CERAMICS AS A SOURCE OF MORPHOMETRIC DATA
(BASED ON THE MATERIALS OF THE KOSTANAY REGIONAL
MUSEUM OF HISTORY AND LOCAL LORE)**

Abstract. This article examines the analytical potential of digital three-dimensional models of Bronze Age ceramic vessels as a source of morphometric data. The study is based on six vessels representing the Sintashta-Petrovka, Alakul, and Sargary-Alekseevka cultures

from the collections of the Kostanay Regional Museum of History and Local Lore. The models were created using an EinScan-SP structured light scanner and processed in MeshLab. Morphometric analysis included verification of digital measurements against museum records, classification using the proportionality index H/Dm, and calculation of volume (V) and surface area (S). Verification demonstrated deviations of no more than 1.85% for all linear parameters. The +3.03% deviation in Dm for sample No. 1 reflects actual vessel asymmetry confirmed by cross-sectional analysis rather than measurement error. For sample No. 5, the missing Dm value was reconstructed from the digital model. H/Dm values ranging from 0.61 to 0.92 indicate typological differences between cultural groups. Calculated volume and surface area provided quantitative data unavailable in standard museum documentation. The results confirm the value of 3D models for morphometric studies of Bronze Age ceramic collections in Kazakhstan.

Keywords: 3D modeling, structured light scanner, morphometric analysis, Bronze Age ceramics, digital archaeology, museum collections, proportionality index, Kazakhstan.

*For citation: Bekzatkyzy I. Digital 3D models of ceramics as a source of morphometric data (based on the materials of the Kostanay regional museum of history and local lore) // Madeni mura. 2026. №2 (113). pp. 148-161
DOI: <https://doi.org/10.47500/2026.v26.i2.11>*

Сведения об авторе

Бекзатқызы Ирина, магистр, младший научный сотрудник Института археологии им. А.Х. Маргулана, Алматы, Казахстан.

ORCID: 0000-0001-9293-6479

Scopus Author ID: 60013049700

Автор туралы мәлімет

Бекзатқызы Ирина, магистр, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институтының кіші ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан.

ORCID: 0000-0001-9293-6479

Scopus Author ID: 60013049700

Information about the author

Irina Bekzatkyzy, Master of Science, Junior Researcher at the Margulan Institute of Archaeology, Almaty, Kazakhstan.

ORCID: 0000-0001-9293-6479

Scopus Author ID: 60013049700