

Усманова Э. Р. Могильник Лисаковский I. Караганда ; Лисаковск : Изд-во Карагандинского гос. ун-та им. Е. А. Букетова, 2005. 232 с.

Abrams E. M., Bolland T. W. Architectural Energetics, Ancient Monuments, and Operations Management // Journal of Archaeological Method and Theory. 1999. Vol. 6, N 4. P. 263—291. DOI: 10.1023/A:1021921513937.

Pickett J., Schreck J. S., Holod R., Rassamakin Y., Halenko O., Woodfin W. Architectural energetics for tumuli construction: The case of the medieval Chungul Kurgan on the Eurasian steppe // Journal of Archaeological Science. 2016. Vol. 75. P. 101—114. DOI: 10.1016/j.jas.2016.09.006.

#### Сведения об авторе

**Валавин Николай Алексеевич**, младший научный сотрудник НИЛ археологических исследований Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, Челябинск, Россия; магистрант II курса Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия, nikolai.valavin@yandex.ru

УДК 903.02

### Методики расчета объема керамических сосудов бронзового века: в поисках оптимального варианта

**Е. О. Васючков**

Институт истории и археологии Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

**Аннотация.** В статье проанализированы способы расчета объема керамических сосудов с целью установить наиболее доступный и оптимальный метод выделения размерных групп. Большинство рассмотренных методик не показало значительных расхождений результатов и пригодно для анализа серий сосудов. Результаты мануальных измерений и последующего математического вычисления могут быть объединены с определением объема при использовании 3D-модели, что должно упростить и сделать более точным вычисление объема сосудов, имеющих сложную морфологию.

**Ключевые слова:** объем керамических сосудов, методы расчета объема сосудов, бронзовый век.

Керамические сосуды бронзового века Северной Евразии характеризуются набором маркеров, обычно позволяющих успешно осуществить их культурную идентификацию. Однако в рамках одной культурной традиции нередко наблюдается относительное морфологическое единообразие, что не позволяет выделить самостоятельные категории домашней посуды по этому критерию. Это резко отличает посуду эпохи бронзы от более поздних периодов, где различия более наглядны. Предполагая полифункциональность большинства форм, мы, тем не менее, считаем, что такой важный показатель, как объем сосуда, может быть связан с его функциональным назначением. Этот тезис имеет некоторые подтверждения в этнографических материалах (Бобринский и др., 2011).

Археологи используют широкий арсенал разных методик вычисления объема сосудов. Один из вариантов — расчет объема с использованием формулы усеченного конуса с дополнениями (Генинг, 1992, с. 53).

Данная методика применена уральскими археологами с целью более полного описания керамических коллекций, чаще всего в монографических публикациях (Аркаим, 2002; Стефанов, 2006; Кулевчи VI, 2020). Результаты определения объема сосудов в некоторых работах были ориентированы на разделение серии на несколько категорий, возможно, имевших разные функции (Епимахов, Епимахова, 2003), или выделение крупных сосудов, предназначенных для «погребального пира» (Алаева, 2020). В ряде работ исследователи не указывают, каким образом проводились вычисления. Следует заметить, что уральские археологи склонны игнорировать методы вычисления объема при помощи компьютерных программ, которые, например, активно используются коллегами при работе со средневековой амфорной тарой (Суханов, 2018). Самым точным из доступных на данный момент методов будет являться сканирование артефакта при помощи 3D-сканера, что позволяет свести к

минимуму фактор субъективизма в исследовании (Селецкий и др., 2024). Однако не все лаборатории располагают необходимым оборудованием, что ограничивает его массовое применение.

Для тестирования оптимального способа исследования объема сосудов была использована выборка, включающая 19 сосудов<sup>1</sup> из комплексов курганного могильника эпохи бронзы Троицк-7 (Васючков, 2022). В выборку вошли археологически целые сосуды петровской, алакульской и федоровской культур как горшечной (16), так и баночной формы (3).

В данном исследовании были применены методы трех групп: определение реального объема по внутреннему контуру путем помещения внутрь стерильного пластикового пакета и наполнения его водой; математические методы подсчета по внешнему контуру с использованием формулы объема усеченного конуса (разложение сосуда на ряд более простых геометрических фигур, вычисление их объема и последующее сложение полученных величин); вычисление объема по внешнему и внутреннему контуру при помощи компьютерной программы 3ds Max, используя прорисовки и фотографии сосуда. Таким образом, объем одних и тех же сосудов был вычислен шесть раз различными способами для последующего сравнения результатов.

Определение реального объема сосуда через наполнение его водой/песком, несмотря на большую достоверность, является нежелательным, так как может негативно сказаться на состоянии предметов. К тому же этот вариант невозможно реализовать в случае даже частичной фрагментированности артефакта. Названный способ позволяет определить объем, опираясь на внутренний контур сосуда, что влияет на полученные результаты. Последние демонстрируют наиболее низкие показатели объема среди рассмотренных методик подсчета. Крупные сосуды уверенно отчлняются от основной массы (объем единственного крупного сосуда в выборке составлял 7,6 л), но для функционального разграничения малых (объ-

ем единственного малого сосуда составлял 0,2 л) и средних (от 0,6 до 2,8 л) необходимо вводить дополнительные характеристики: форма сосуда и следы использования.

В случае расчета объема с использованием формулы усеченного конуса речь идет о создании абстрактной геометрической модели и вычислении ее объема по *внешнему* контуру. Полученные результаты (в рамках тестируемых методик) продемонстрировали значения, наиболее близкие к определению объема по внутреннему контуру (см. выше), однако это связано не с большей точностью, а с игнорированием сложности морфологии горшечных форм. В результате выделяются сходные группы, с оговоркой о смещении всех показателей объема в большую сторону: для сосудов малого размера — в среднем на 0,2 л (50% от реального объема сосуда); для сосудов среднего объема — на 0,3 л (хотя вариативность существенная — от 0,1 до 0,9 л — в среднем 20% от реального объема); для крупной формы разница составляет всего 0,1 л (1% от реального объема). Существует возможность формирования групп сосудов с использованием только размерных характеристик (высоты и диаметра устья) без создания геометрической модели сосуда. Правда, это снижает наглядность и усложняет восприятие, так как приходится оперировать сразу двумя числовыми значениями<sup>2</sup>.

Попытка доработать методику расчета объема по формуле усеченного конуса привела исследователей к возможности представления сосуда как совокупности простых геометрических фигур: усеченных конусов и цилиндров, последующего вычисления объема и их сложения. Для автоматизации процесса был использован функционал Microsoft Excel. Подобный подсчет усложняет контур, что в результате увеличивает показатели объема для серии, однако это обеспечивает более точный расчет объема по внешнему контуру за счет учета его изгибов. Если сравнивать результаты измерений с предыдущим методом, то для сосудов малых объемов значительных расхождений не наблюдается, для группы средних раз-

<sup>1</sup> Ранее автором был проанализирован керамический комплекс могильника Троицк-7, но для решения обсуждаемой задачи пригодны только 19 из 89 сосудов.

<sup>2</sup> К тому же, связь между диаметром устья и высотой сосуда хотя и прослеживается, но не всегда эти величины находятся в строгой зависимости друг от друга.

меров объем в среднем составляет 0,27 л (размах вариации от 0,1 до 0,7 л — 30% от реального объема) и для единственного крупного сосуда разница составила около 2 л (19% от реального объема). Данный метод предпочтительней при работе с крупными сосудами, имеющими сложную морфологию. Погрешность в сравнении с объемом по внутреннему контуру (в среднем разница составляет 0,6 л) не является фатальной, если задача стоит не в точном определении объема сосуда, а в разбивке материала на кластеры и попытке выделения групп разного объема.

Программные средства (в нашем случае 3ds Max) позволяют измерить объем построенной модели. Выстраивать 3D-модель следует, используя в качестве основы прорисовки керамического сосуда либо его фотографии. Подробности построения 3D-модели керамической посуды ранее уже обсуждались в печати, что избавляет от необходимости подробно описывать процедуру (Загваздин и др., 2011). Сосуды выборки были смоделированы с использованием фотографий и рисунков. В 67% случаев результаты полностью совпали, в остальных — различия составили 0,1—0,2 л, что может считаться погрешностью, не способной радикально повлиять на выводы. Сравнение результатов 3D-моделирования и подсчета с помощью формул в девяти случаях (47%) не демонстрирует никаких расхождений, в восьми случаях (42%) расхождение составляет 0,1—0,2 л и только в двух случаях (11%) расхождения достигали 0,6 л. Причинами существенных искажений являлись асимметричность сосуда или большой объем.

Для обеспечения полноты представленных методов расчета объема с помощью 3ds Max был высчитан и внутренний объем с использованием прорисовки горшков, вошедших в выборку. В четырех случаях расхождений не было обнаружено, в десяти случаях разница составила 0,1—0,2 л, в остальных — искажение результата варьировало от 0,3 до 1,5 л. Обозначенный метод, хотя и дает результат, близкий к действи-

тельному объему сосуда, сильно зависит от точности прорисовки. К тому же речь идет о выстраивании 3D-модели на основе другой модели (рисунка).

В данной штудии представлен далеко не полный перечень возможных методов определения объема. Рассматриваемую выборку не удалось изучить с помощью 3D-сканера. Однако упомянутая коллегами (Селецкий, 2024) разница в размерных характеристиках<sup>1</sup> позволяет предположить, что погрешность при мануальных измерениях не должна приводить к существенным расхождениям в итоговых результатах.

Таким образом, все представленные методики подсчета потенциально могут быть использованы для выделения размерных категорий лепных сосудов в бронзовом веке Южного Зауралья, для других территорий и периодов этот тезис следует применять с осторожностью. Основным условием является только единообразие метода расчета в рамках выборки. Единственная методика, которая является нежелательной, — это измерение реального объема путем помещения внутрь жидкостей/сыпучих веществ. Несмотря на предосторожности, этот способ может представлять угрозу сохранности предмета. Методы расчета с помощью формул являются наиболее простыми и доступными для исследователя. При затруднении в представлении сосуда как совокупности простых геометрических фигур следует обратиться к функционалу компьютерных программ, позволяющих выстроить 3D-модель на основе фотографии или рисунка и затем определить объем построенного объекта<sup>2</sup>. Вычисление объема по внутреннему контуру с использованием рисунков и функционала компьютерных программ также является возможным вариантом, но он довольно требователен к точности промеров внутренней полости на прорисовке сосуда.

<sup>1</sup> При фиксации диаметра устья респондентами максимальное расхождение составляло 0,2 см, а для высоты — до 1,3 см.

<sup>2</sup> С точки зрения автора, результаты мануальных измерений и 3D-моделирования органично дополняют друг друга, особенно учитывая, что в рассматриваемой выборке они показали минимальные различия в результатах.

#### Список литературы

Алаева И. П. Сосуды для погребального пира в захоронениях бронзового века Южного Зауралья // Вещь в контексте погребального обряда : материалы междунар. науч. конф., Москва, 28—30 января 2020 г. М. : Рос. гос. гуманитарный ун-т, 2020. С. 54—61.

Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Кн. 1 / сост. Д. Г. Зданович. Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. 216 с.

Бобринский А. А., Цетлин Ю. Б., Гей И. А. Некоторые данные о технике и технологии куро-аракских гончаров (по материалам поселения Ново-Гапцах в Дагестане) // Российская археология. 2011. № 4. С. 15—28.

Васючков Е. О. Объем как критерий функционального назначения сосудов бронзового века (по материалам могильника Троицк-7) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Социально-гуманитарные науки. 2023. Т. 23, № 1. С. 14—21. DOI: 10.14529/ssh230102.

Генинг В. Ф. Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии. Киев : Наукова думка, 1992. 188 с.

Епимахов А. В., Епимахова М. Г. О функциональности и нефункциональности погребальной посуды // Древняя керамика: проблемы и перспективы комплексного подхода : сб. науч. тр. Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. С. 77—84.

Загваздин Е. П., Турова Н. П. О вычислении емкостных характеристик археологической керамики в трехмерном редакторе Autodesk 3ds Max // IV Башкирская археологическая конференция студентов и молодых ученых : материалы. Сибай : Сибайская гор. тип., 2011. С. 62—67.

Кулевчи VI — могильник позднего бронзового века в Южном Зауралье / Н. Б. Виноградов [и др.]. Челябинск : Юж.-Урал. гос. гуманитар.-пед. ун-т, 2020. 556 с.

Селецкий М. В., Мыльникова Л. Н. Трехмерное моделирование в исследованиях глиняных сосудов саргатской культуры раннего железного века Барабы: фиксация метрических характеристик // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер. История, филология. 2024. Т. 23, № 5. С. 9—18. DOI: 10.25205/1818-7919-2024-23-5-9-18.

Стефанов В. И., Корочкова О. Н. Урефты I: зауральский могильник в андроновском контексте. Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2006. 160 с.

Суханов Е. В. Стандарты объема средневековых «причерноморских» амфор и возможности их изучения по фрагментированному материалу // Боспорские исследования. 2018. № 37. С. 139—165.

#### Сведения об авторе

*Васючков Егор Олегович*, научный сотрудник лаборатории междисциплинарных гуманитарных исследований, Институт истории и археологии Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия, [vasiuchkoveo@susu.ru](mailto:vasiuchkoveo@susu.ru)

УДК 902.01

### Памятники «ямно-репинского типа»: проблемы хронологии и культурной идентификации

*Е. И. Гак<sup>1</sup>, А. М. Скоробогатов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Исторический музей, Москва, Россия; Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино Московской области, Россия

<sup>2</sup> Воронежское археологическое общество, Воронеж, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам изучения памятников, которые по керамической посуде с синкретическими признаками репинской и ямной культур относятся к «ямно-репинскому типу». Обсуждаются противоречивые моменты историографии и выделяются две взаимообусловленные проблемы, связанные с этими памятниками: зыбкость оснований для абсолютной датировки и отсутствие критериев для идентификации самостоятельного культурного явления. В качестве новых данных приводятся материалы исследований стратифицированного памятника Ксизово-1 на Верхнем Дону, в рамках которого выявлены обособленные локально-литологические отложения стоянки «ямно-репинского типа». В орнаментации сосудов отмечается влияние катакомбных традиций. Радиоуглеродное AMS-датирование стоянки также приводит к выводу о синхронизации с катакомбными памятниками, причем не самыми ранними из них.

**Ключевые слова:** эпоха бронзы, ямно-репинский тип, керамика, хронология, культура, поселение, Верхний Дон, катакомбное влияние, радиоуглеродный анализ.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 25-28-00214.

К числу понятий с размытым содержанием в археологической номенклатуре эпохи палеометалла принадлежат памятники «ямно-репинского типа». Впервые это название было использовано А. Д. Пряхиным

и А. Т. Синюком при характеристике наиболее поздней керамической группы неолита — энеолита с многослойного Шиловского поселения в Подонье. По их мнению, эта группа носит синкретический характер