

УДК 902/904  
doi 10.17072/2219-3111-2026-1-17-27  
EDN: OEJFSX  
ASJC 1204  
ГРНТИ 03.41.91



Ссылка для цитирования: *Епимахов А. В., Васючков Е. О.* Археологические и аналитические инструменты реконструкции системы питания: обзор возможностей и ограничений (бронзовый век Южного Урала) // Вестник Пермского университета. История. 2026. № 1(72). С. 17–27. DOI: 10.17072/2219-3111-2026-1-17-27. EDN: OEJFSX

## АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ: ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ (БРОНЗОВЫЙ ВЕК ЮЖНОГО УРАЛА)<sup>1</sup>

### *А. В. Епимахов*

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),  
454080, Россия, Челябинск, пр-т Ленина, 76  
epimakhovav@susu.ru  
ResearcherID: N-8603-2014  
Scopus Author: 16642379500  
SPIN-код: 2993-1628

### *Е. О. Васючков*

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),  
454080, Россия, Челябинск, пр-т Ленина, 76  
vasiuchkoveo@susu.ru  
ResearcherID: LSL-3124-2024  
Scopus Author: 57467443400  
SPIN-код: 2071-3110

Статья посвящена оценке современного состояния проблематики реконструкции системы питания древних обществ. Эта тематика постепенно входит в практику археологических исследований благодаря расширению информационных возможностей источников за счет использования все новых аналитических инструментов. Потенциальные источники сгруппированы в соответствии с фазами системы питания: производство, хранение, приготовление, потребление продуктов, утилизация остатков. Несмотря на взаимообусловленность фаз, каждая из них характеризуется собственным набором данных и методов исследования. В оценке информативности методов (элементный и изотопный анализ, газовая хроматография и масс-спектрометрия, протеомный анализ древнего зубного камня, фосфатный метод) обозначены не только их эвристические возможности, но и ограничения применения, а также потенциал различных интерпретаций. Все это продемонстрировано на примере бронзового века Южного Урала, для которого по ряду позиций накоплены значительные серии. Наиболее уверенно реконструированы фазы производства и потребления продуктов, хотя и для них сказывается дефицит археологических и аналитических данных по некоторым периодам и территориям. Перспективы углубления знаний в сфере «археологии еды» мы видим в ликвидации белых пятен, а также расширении практики использования методов газовой хроматографии применительно к керамической посуде и анализу зубного камня человека. Важным итогом предыдущих работ является признание необходимости серийных исследований и комплексного подхода в изучении системы питания, объединяющего все фазы процесса и максимум доступных данных, что способно сформировать целостную картину этого фрагмента прошлого.

*Ключевые слова:* изучение систем питания в археологии, реконструкция рациона бронзового века, Южный Урал, естественно-научные методы.

До сих пор было мало попыток разработать целостную теорию питания в древних обществах.

*Delwen Samuel, 1996*

### **Введение**

Питание, несомненно, относится к числу базовых, биологически обусловленных потребностей человека. Это очевидное обстоятельство стало причиной относительно позднего старта темы, условно определяемой как «археология еды». Не последнюю роль в этом сыграли и трудности исследования органического объекта, сохранность которого обеспечивается только исключительными условиями депонирования. Для относительно поздних периодов информация расширяется за счет нарративных и изобразительных источников, однако большая часть истории оказывается вне поля зрения исследователя, либо приходится работать с косвенными свидетельствами, связанными с данной сферой. Все это определяет неизбежность применения аналитических процедур широкого спектра. Дополнительные препятствия создают необходимость использования серий, что не всегда возможно по причинам организационного и финансового характера. Единичные примеры при всей их важности в случае экстраполяции выводов создают серьезные риски поверхностных, а иногда просто ошибочных заключений.

Есть также проблема диагностирования факторов, определяющих основные параметры системы питания. История изучения данной темы иллюстрирует несколько подходов, формировавшихся последовательно, но сосуществующих сегодня: «калорийный» (функционализм, процессуализм и близкие им направления); «семиотический» (постпроцессуализм, структурализм) и «научный» (аналитический) [Stockhammer et al., 2018]. Методологические установки авторов данной работы далеки от идей классического процессуализма об адаптивной природе культуры, поскольку мы считаем, что на систему питания оказывали влияние разные факторы: технологический уровень, культурные стереотипы, особенности социальной организации, не говоря уже о ситуативных. В долгосрочной перспективе их соотношение должно было меняться очень существенно, хотя упомянутые трудности диагностирования динамики понятны.

Данная работа имеет целью суммировать возможные источники и исследовательский инструментарий в проблематике изучения системы питания бесписьменных обществ с акцентом на аналитический подход, определив ближайшие и долгосрочные перспективы. Основные примеры будут приведены из нашей практики изучения эпохи бронзы Южного Урала, поскольку этот период и территория стали своего рода полигоном массового применения аналитических процедур. Объем и разнообразие данных требуют введения некоей предварительной группировки материалов и соответствующих методов. Рассматривая процессы, связанные с этой сферой, мы выделяем ряд последовательных, взаимосвязанных фаз: получение продуктов питания, их хранение, приготовление, потребление, утилизация [Samuel, 1996]. Каждая из них имеет особенности овеществления, что предполагает различия в методике исследования археологических свидетельств (таблица).

### **Обзор аналитических методов исследования**

В изучении систем питания древних социумов наряду с археологическими процедурами широкое распространение получили разнообразные аналитические методы. Часть из них ориентирована на решение широкого круга исследовательских проблем (реконструкция климата, хозяйственной деятельности, технологий и пр.) и лишь косвенно вовлечена в тему питания (палеоботаника, физическая антропология, археозоология, археометрия). Другие строго ориентированы на получение информации непосредственно о составе и приготовлении пищи. В рамках изучаемой тематики решено сосредоточиться на второй группе.

*Анализ химических элементов в костной ткани человека* был одним из первых аналитических методов для изучения палеодиеты. В основу положен тезис о том, что пища является одним из источников химических элементов для человеческого скелета. Некоторые из химических элементов рассматриваются исследователями как маркеры преобладания в диете расти-

тельных или животных продуктов [Крымова и др., 2007]. Однако, несмотря на длительный опыт применения метода, он имеет ряд ограничений и недостатков: множественность источников элементов, диагенетические изменения костей, а также отсутствие прямой связи между некоторыми элементами и диетой человека [Simpsons et al., 2021]. В современных условиях он, видимо, может быть востребован как вспомогательный наряду с изучением изотопного состава костной ткани с известными ограничениями.

Соотношение фаз, источников и методов анализа системы питания

Фаза	Источники	Аналитические методы исследования
Получение	Палеопочва (остатки растений), останки людей и животных, орудия получения ресурсов	Палеоботаника, физическая антропология, археозоология, пептидный анализ, анализ зубного камня, трасология, стабильные изотопы Sr, C и N
Хранение	Зоны хранения (на поселениях), сосуды	Анализ элементного состава грунта
Приготовление	Теплотехнические объекты, сосуды, орудия, остатки еды (пригары, кости животных)	ГХ-МС, анализ зубного камня, трасология
Потребление	Останки людей и животных, грунт из сосудов, остатки еды, копролиты и содержимое кишечника индивидов	Стабильные изотопы, физическая антропология, элементный состав костей (?), археозоология, анализ зубного камня, палинологический анализ
Утилизация мусора	Кухонные остатки	Археозоология

**Анализ стабильных изотопов азота и углерода.** Метод основан на измерении содержания  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в коллагене или биоапатите костей человека и животных [Кузьмин, 2017, с. 247–251]. Сравнение значений изотопов в костной ткани человека со значениями изотопов потенциальных пищевых ресурсов позволяет реконструировать трофические цепи и установить, что являлось основой рациона. Отклонение от типичных показателей сдвига значений между элементами трофической цепи может косвенно указывать на комплексность диеты, включая потребление растений группы C4 и продуктов водного происхождения. Впрочем, наряду с этим могут действовать и недиетарные факторы [Святко, 2016], что особенно важно при кросс-культурных сопоставлениях. Анализ коллагена отражает только белковую часть диеты, в то время как апатит содержит информацию и о других питательных веществах [Lee-Thorp et al., 1989], что делает эти два источника взаимодополняемыми. Метод изучает главным образом фазу потребления, но косвенно раскрывает информацию и о получении продуктов питания.

**Газовая хроматография и масс-спектрометрия (ГХ-МС).** Суть метода сводится к изучению остаточных липидов, сохранившихся в тесте и на поверхности керамических сосудов, а также в изъятом из них грунте. Липиды входят в состав всех организмов и представляют собой соединения глицерина и жирных кислот (насыщенных и ненасыщенных), а также продуктов их распада [Азаров и др., 2021, с. 19]. Сохранность липидов обеспечена их гидрофобными свойствами. Исследование липидов, главным образом насыщенных жирных кислот (пальмитиновая и стеариновая кислоты), позволяет установить происхождение продуктов питания, которые могли готовиться и/или храниться в керамических сосудах [Dunne, 2017]. Метод позволяет установить функциональное назначение древней посуды и дает информацию о фазах хранения и приготовления пищи, однако косвенно затрагивает и сам процесс ее потребления.

Следует упомянуть, что дальнейшее исследование липидов в древней керамике сложно представить без определения значений стабильных изотопов углерода для насыщенных жирных кислот с помощью IRMS [Сёда, 2021, с. 64–69]. Наряду с этим для смежных с Уралом территорий проведены пилотные исследования изотопов азота в коллагене людей и животных методами газовой хроматографии по изучению аминокислот [Itahashi et al., 2020]. Целью работы было выяснение вклада в изотопный сигнал факторов употребления растительности С4 (включая просо) и продуктов водного происхождения.

**Протеомный анализ древнего зубного камня** (исследование белков и пептидов с помощью масс-спектрометрии высокого разрешения) может раскрыть информацию об индивидуальном рационе питания, включая потребление растительных, животных и молочных продуктов. Строго говоря, диапазон тканей и субстратов, которые могут быть проанализированы, также включает кости, дентин и эмаль [Hendy et al., 2018]. В зависимости от степени сохранности молочных белков удастся отнести их к продукции жвачных или нежвачных животных, либо определить до вида [Scott et al., 2022]. К достоинствам метода относится возможность выявить минерализованные следы органических остатков, которые часто не сохраняются в естественных условиях, а также непосредственную связь конкретного индивида с потребляемым продуктом, а не с производством такового.

**Фосфатный метод** используется в археологии при анализе грунта из керамических сосудов для реконструкции их содержимого [Демкин и др., 1988]. Его основанием является тезис о том, что содержание фосфора в пище (как животной, так и растительной) всегда выше, нежели в минеральных субстратах. Соответственно, почва в придонной части сосуда должна иметь более высокие значения фосфора, если там на момент археологизации находилась пища [Плеханова, 2023, с. 93]. Более детальная атрибуция продуктов проводится со ссылкой на количественное содержание соединений фосфора в грунте в соответствии с разработанной для этого шкалой [Демкин и др., 2014]. Фосфатный анализ способен дать информацию о приготовлении и потреблении пищи, однако крайне требователен к источнику. Сохранность сосудов и грунта из них – относительно редкое явление и в основном характерно для могильников, что позволяет раскрыть информацию только о пище, используемой в контексте погребального ритуала.

### **Практика применения аналитических методов (бронзовый век Южного Урала)**

**Получение продуктов** связано с пространством вне непосредственной зоны обитания. Это предполагает обращение к методам оценки экологической емкости территории (с учетом возможных изменений климата), диагностирование отраслей системы жизнеобеспечения и определение зон хозяйственной активности. Среди главных проблем реконструкции – косвенный характер отображения (за редким исключением изучаются последствия, а не непосредственные следы деятельности), единичность комплексных исследований окрестностей поселений в условиях отсутствия строго заданных границ освоенной территории, трудности синхронизации природных и исторических процессов, многоотраслевой характер системы жизнеобеспечения.

Для бронзового века Южного Урала ландшафтная часть тематики разработана неплохо (без учета темпоральной неполноты и ландшафтной неоднородности территории). Ряд кейсов иллюстрирует результативность подхода, в том числе в диагностировании наличия/отсутствия земледелия [Stobbe et al., 2016; Куприянова и др., 2023 и др.], методов содержания домашних животных [Sharapov, 2025; Stobbe et al., 2025 и др.] и т.д. Заметно более сложным оказывается решение вопросов, связанных с присваивающими отраслями. Их манифестации представлены немногочисленными сериями артефактов, некоторые категории источников не поддаются однозначному «прочтению». Так, трудно доказуемыми оказываются употребление дикорастущей флоры и виды растений, используемых в пищу [Васючков, 2025].

К настоящему времени уверенно реконструируются основные способы получения продуктов питания, но не вклад каждого из них в систему жизнеобеспечения. Выводы основаны на синтезе аналитических данных палеоботаники (палинология, макроостатки и фитолиты), археозоологии (видовой и возрастной состав остеологических коллекций поселений, сезон забоя и т.д.), изотопии ряда элементов (определение основы диеты человека и мобильности животных), пеп-

тидном анализе зубного камня (прижизненная диета, пыльца, крахмал и др.), наконец, оценке уровня здоровья исследованиями физической антропологии (пищевые стрессы, дефицит витаминов, состояние зубной системы и др.). Археологические свидетельства сводятся к орудийному комплексу: заготовка растительности (серпы), рыболовные крючки, наконечники стрел и пр.

Фазы *хранения и приготовления* уместно рассматривать вкуче из-за частичного пересечения основного источника – керамических сосудов. Хранение продуктов часто связано с исследованием специальных сооружений, однако в условиях уверенного отсутствия земледелия вплоть до финальной части регионального бронзового века [Лебедева, 2005] выделить таковые затруднительно. Что касается молочных и мясных продуктов, то, предположительно, для их охлаждения использовались колодцы [Генинг и др., 1992, с. 74–79]. Впрочем, прямых свидетельств этого процесса пока не выявлено. Единственным источником наших знаний оказываются керамические сосуды, среди которых по размеру иногда вычленяется группа «тарных» [Васючков, 2023, с. 17].

В качестве источника сведений по данным фазам используется также элементный анализ состава грунта целых сосудов (по понятным причинам почти исключительно погребальных). К настоящему моменту мы располагаем 62 измерениями [Матвеев и др., 2010; Булакова и др., 2021], которые авторы интерпретируют как отображение состава погребальной пищи. Данным методом исследованы в основном комплексы алакульской культуры могильников Неплюевский и Хрипуновский. Исходя из анализа данных выборок, заметно, что в погребальном обряде алакульской культуры доминировала молочная/кисломолочная пища (37 %), а более половины исследованных с помощью метода сосудов (52 %), с точки зрения авторов, были пусты либо содержали воду или растительный отвар.

Метод ГХ-МС на Южном Урале переживает этап первичного накопления данных: общее количество анализов для эпохи бронзы составляет 18 образцов керамики и пригаров на ее поверхности. Образцы относятся к двум культурно-хронологическим группам: синташтинской [Roffet-Salque et al., 2021] и срубно-алакульской [Анкушева и др., 2025]. В результате с некоторыми оговорками диагностированы следы использования мяса домашних жвачных травоядных животных (крупный и мелкий рогатый скот), а также зафиксированы соединения, характерные для реакции Майяра, отражающей практику обработки продуктов с помощью высоких температур.

*Употребление* продуктов питания изучается с применением ряда методов, но наиболее распространенным является анализ стабильных изотопов. Для эпохи бронзы Южного Урала накопленная серия составляет более 480 анализов коллагена из костей людей (более 300 измерений) и животных, охватывающих период III–II тыс. до н.э. В выборке резко преобладают анализы коллагена людей синташтинской ( $n = 140$ ) и алакульской ( $n = 98$ ) культур, наименьшим числом представлены начальный и финальный этапы бронзового века (8 и 7 соответственно). Последнее обусловлено редкостью примеров ингумации, поскольку часть покойных, вероятно, была захоронена вне канонов курганной традиции [Епимахов и др., 2024]. Среди анализов коллагена костей животных ( $n = 180$ ) доминирует домашний травоядный скот ( $n = 162$ ), также есть единичные измерения для костей собак ( $n = 6$ ), диких свиней ( $n = 6$ ) и пресноводной рыбы ( $n = 2$ ). В накопленной выборке заметен недостаток данных по растительной части диеты людей и животных, что не дает возможности построить полную трофическую цепь. Малое число анализов для рыбы и диких животных также мешает рассмотреть систему питания эпохи бронзы во всей полноте.

Благодаря массовому применению метода и его относительной доступности удалось диагностировать не только молочную и мясную основу питания, но также установить иные важные детали. Например, выяснен период грудного вскармливания младенцев [Ventresca Miller et al., 2017]. В случае крупных серий в рамках отдельных памятников выявлена неоднородность по данному показателю [Hanks et al., 2018]. Эти факты могут трактоваться по-разному: как отражение различий в прижизненной диете (например, значительной доле продуктов растительного или водного происхождения) либо как косвенное подтверждение внелокального происхождения индивида. Иное соотношение изотопов азота и углерода может отражать достаточно длительное проживание индивида в климатической зоне, отличной от большинства членов коллек-

тива. Последнее в некоторых случаях подтверждено анализом изотопов стронция [Васючков и др., 2024]. Перспективной темой для региона является изотопия кислорода ( $\delta^{18}\text{O}$ ), которая способна помочь в разграничении влияния диетарных и климатических факторов (количество осадков). Кроме того, что серийные измерения позволяют повысить достоверность заключений, они потенциально способны обнаружить межкультурные различия и выявить изменения диеты в диахронии.

К числу наиболее информативных методов для исследования этой фазы потенциально относится анализ зубного камня. Единичные анализы, ориентированные на изучение истории молочного производства, подтвердили наличие пептидов [Wilkin et al., 2021; Evershed et al., 2022]. Это позволило уверенно говорить о потреблении коровьего молока синташтинским и алакульским населением. Правда, некоторые ограничения на включение в рацион этого продукта могла вносить ранее выявленная резистентность к лактозе части жителей Южного Предуралья [Щербаков и др., 2017], что, вероятно, лимитировало потребление именно сырого молока. Разумеется, возможности исследования зубного камня существенно шире, поскольку оно позволяет диагностировать и иные продукты, что для описываемых территорий пока не реализовано на практике.

Фаза утилизации остатков пищи в основном представлена остеологическими коллекциями поселений и могильников. По этим источникам возможно реконструировать объемы мясного потребления в бронзовом веке и соотношение мясных продуктов в рационе [Рассадников, 2016]. Состояние и степень фрагментации костей могут также указывать на практики раскалывания для доступа к костному мозгу и получению костного жира [Рассадников, 2025, с. 208–209]. Последний тезис хорошо иллюстрирует то, что в системе питания существовала ориентация на максимальное использование мясной продукции. В качестве исключения можно упомянуть некоторые погребальные комплексы синташтинской и петровской культур, содержавшие целые туши домашних животных.

Анализ отходов жизнедеятельности пока слабо разработан для Южного Урала в силу ограниченности источниковой базы. Для описываемой территории не сохранилось человеческих копролитов, обнаружены только принадлежащие собакам. В копролитах собак с укрепленного поселения Степное были выявлены частицы рыбы [Куприянова и др., 2023], которую они могли получить лишь из кухонных остатков. Это косвенно указывает на то, что рыбная ловля играла несколько большую роль, чем считалось ранее. Кроме того, палеопаразитологический анализ копролитов собак совокупно с подобными исследованиями грунта из района таза костяков людей в погребениях способен дать больше информации о здоровье населения в описываемый период.

### **Заключение**

Представленный обзор на примере конкретного периода и региона со всей очевидностью демонстрирует возможность достаточно детальных, хотя и не исчерпывающих, заключений в части реконструкции диеты древнего населения. Для этого разработан и внедрен соответствующий инструментарий археологии и естественных наук. Часть таких возможностей уже реализована для бронзового века Южного Урала, накоплены значительные серии (речь идет главным образом об изотопном анализе коллагена), однако сохраняются лакуны – как источниковые, так и аналитические (некоторые из методов использовались спорадически или не применялись вообще). Заполнение этих пробелов – актуальная задача, вне решения которой велик риск остаться на уровне реконструкции отдельных примеров, без попытки обобщения и изучения территориально-хронологической динамики. Интеграция разнотипных источников информации по ряду причин [Епимахов, 2025] остается одной из наиболее сложных проблем современной археологии, но существенное повышение качества результатов, а главное, их достоверности вряд ли возможно вне такой работы. Авторы полагают, что именно комплексный вариант изучения системы питания, объединяющий все фазы процесса, способен дать целостный взгляд на эту сферу. Успешное решение частных задач (кейсов) в конечном итоге становится основой для реализации максимально крупных по масштабу трансдисциплинарных проектов, таких как одома-

нивание лошади, история распространения продукции земледелия, возникновение животноводства и пр.

### Примечания

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках гранта РФФ 25-28-20044 «Система питания населения Южного Зауралья в эпоху бронзы (мультидисциплинарное исследование)» (<https://rscf.ru/project/25-28-20044/>).

### Библиографический список

*Азаров Е.С., Пожидаев В.М., Борисевич И.С., Бабиченко Н.П., Яцишина Е.Б.* О типе хозяйства поселений с «сетчатой» керамикой бронзового века Волго-Окского междуречья: новые данные из старых керамических коллекций // *Российская археология*. 2021. № 2. С. 19–35. DOI: 10.31857/S086960630009758-2. EDN: PLGXUY.

*Анкушева П.С., Рассадников А.Ю., Васючков Е.О., Данилов Д.А., Андрияйтес А.А., Епимахов А.В.* Система питания горняков бронзового века Южного Зауралья // *Российские нанотехнологии*. 2025. Т. 20, № 5. В печати.

*Булакова Е.А., Карпетян М.К., Киселева Д.В., Шарпова С.В., Якимов А.С.* Погребальная посуда и пищевые стратегии в древности // *Уральский исторический вестник*. 2021. № 4(73). С. 60–70. DOI: 10.30759/1728-9718-2021-4(73)-60-70. EDN: UKBBGC.

*Васючков Е.О.* Объем как критерий функционального назначения сосудов бронзового века (по материалам могильника Троицк-7) // *Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Социально-гуманитарные науки*. 2023. Т. 23, № 1. С. 14–21. DOI: 10.14529/ssh230102. EDN: UQPLWV.

*Васючков Е.О.* Растительный компонент в системе питания населения бронзового века Южного Зауралья // *Археология Евразийских степей*. 2025. В печати.

*Васючков Е.О., Анкушева П.С., Киселева Д.В., Новиков И.К., Турчинская С.М., Епимахов А.В.* Алакульский могильник: история формирования по результатам изотопного анализа // *Российские нанотехнологии*. 2024. Т. 19, № 5. С. 580–594. DOI: 10.56304/S1992722324601903. EDN: ВНМУGM.

*Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В.* Синташта: археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 408 с. EDN: TSJFSW.

*Демкин В.А., Демкина Т.С., Удальцов С.Н.* Реконструкция погребальной пищи в глиняных сосудах из курганных захоронений с использованием фосфатного и микробиологических методов // *Вестник археологии, антропологии и этнографии*. 2014. № 2(25). С. 148–159. EDN: QIDSXG.

*Демкин В.А., Лукашов А.В., Ковалевская И.С., Скрипниченко И.И.* О возможности историко-социологических реконструкций при почвенно-археологических исследованиях. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988. 20 с. EDN: WENXYT.

*Епимахов А.В.* Междисциплинарность: вызов или новые возможности для археологии? // *Уфимский археологический вестник*. 2025. Т. 25, № 2. С. 190–198. DOI: 10.31833/uav/2025.25.2.015. EDN: PQRMKU.

*Епимахов А.В., Анкушева П.С., Батанина Н.С., Букачева А.О., Васючков Е.О., Киселева Д.В., Макуров Ю.С., Хохлов А.А.* Погребальные практики финала бронзового века Южного Зауралья: между культурной нормой и девиацией // *Уральский исторический вестник*. 2024. № 3(84). С. 61–70. DOI: 10.30759/1728-9718-2024-3 (84)-61-70. EDN: TQYJGN.

*Крымова Т.Г., Колкутин В.В., Добровольская М.В.* Основные проблемы исследования характера питания человека на основе результатов анализа элементного состава костной ткани // *Проблемы экспертизы в медицине*. 2007. № 26-2. С. 40–44. EDN: OKCHGR.

*Кузьмин В.Я.* Геоархеология: естественно-научные методы в археологических исследованиях. Томск: Издат. дом Том. гос. ун-та, 2017. 396 с.

*Куприянова Е.В., Хэнкс Б.К., Гайдученко Л.Л., Гольева А.А., Епимахов А.В., Ын Чуен Ян.* Комплексные естественно-научные исследования материалов укрепленного поселения Степное // *Степное: новые горизонты: коллектив. моногр. / под общ. ред. Е.В. Куприяновой*. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2023. С. 67–83. EDN: AXXZSK.

*Лебедева Е.Ю.* Археоботаника и изучение земледелия эпохи бронзы Восточной Европы // *OPUS: междисциплинарные исследования в археологии*. М.: ИА РАН, 2005. Вып. 4. С. 50–68. EDN: VLBUQP.

- Матвеев А.В., Ларина Н.С., Костомарова Ю.В., Киктенко Е.В.* Результаты изучения пригаров и почв из сосудов алакульской культуры Хрипуновского могильника // Вестник Тюмен. гос. ун-та. Гуманитарные исследования. Humanitates. 2010. № 1. С. 12–20. EDN: MVCTHD.
- Плеханова Л.Н.* Древние горшки лесной зоны: ограниченные возможности фосфатного анализа и исходный состав древней пищи // Геоархеология и археологическая минералогия. 2023. Т. 10. С. 92–97. EDN: ZPXQWP.
- Рассадников А.Ю.* Система мясного питания древнего населения позднего бронзового века Южного Зауралья (по археозоологическим материалам) // Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Социально-гуманитарные науки. 2016. Т. 16, № 1. С. 110–115. DOI: 10.14529/ssh160118. EDN: VHEASJ.
- Рассадников А.Ю.* Эксплуатация костей домашних копытных скотоводами бронзового века Южного Урала // Археология Евразийских степей. 2025. № 1. С. 199–213. DOI: 10.24852/2587-6112.2025.1.199.213. EDN: DRAGLI.
- Святко С.В.* Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии. 2016. Т. 44, № 2. С. 47–55. DOI: 10.17746/1563-0102.2016.44.2.047-055. EDN: WBECZZ.
- Сёда С.* Выявление растений, приготовленных в керамической посуде, с помощью археологического и биохимического методов исследований // Мультидисциплинарные исследования в археологии. 2021. № 2. С. 60–88. DOI: 10.24412/2658-3550-2021-2-60-88. EDN: HSUTJA.
- Щербаков Н.Б., Шутелева И.А., Гольева А.А., Луньков В.Ю., Лунькова Ю.В., Орловская Л.Б., Леонова Т.А., Гориков К.А.* Казбуруновский археологический микрорайон позднего бронзового века Южного Приуралья: результаты естественно-научных исследований. Уфа: Инеш, 2017. 164 с. EDN: XUULB.
- Burton J.H., Price T.D.* The Use and Abuse of Trace Elements for Paleodietary Research // Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis (Advances in Archaeological and Museum Science. Vol. 5) / eds. by S.H. Ambrose, M.A. Katzenberg. Boston: Springer, 2002. P. 159–172. DOI: 10.1007/0-306-47194-9\_8.
- Dunne J.* Organic Residue Analysis and Archaeology: Guidance for Good Practice. Fort Cumberland: Historic England, 2017. 58 p. DOI: 10.5284/1108856.
- Evershed R.P., Smith G.D., Roffet-Salque M.* [et al.]. Dairying, Diseases and the Evolution of Lactase Persistence in Europe // Nature. 2022. Vol. 608. P. 336–345. DOI: 10.1038/s41586-022-05010-7.
- Hanks B.K., Ventresca Miller A., Judd M., Epimakhov A., Razhev D., Privat K.* Bronze Age Diet and Economy: New Stable Isotope Data from the Central Eurasian Steppes (2100–1700 BC) // Journal of Archaeological Science. 2018. Vol. 97. P. 14–25. DOI: 10.1016/j.jas.2018.06.006. EDN: XTPOYP.
- Hendy J., Welker F., Demarchi B., Speller C., Warinner C., Collins M.J.* A Guide to Ancient Protein Studies // Nature Ecology & Evolution. 2018. Vol. 2. P. 791–799. DOI: 10.1038/s41559-018-0510-x.
- Itahashi Y., Ananyevskaya E., Yoneda M., Ventresca Miller A.R., Nishiaki Y., Motuzaite Matuzeviciute G.* Dietary Diversity of Bronze-Iron Age Populations of Kazakhstan Quantitatively Estimated Through the Compound-Specific Nitrogen Analysis of Amino Acids // Journal of Archaeological Science: Reports. 2020. Vol. 33. P. 102565. DOI: 10.1016/j.jasrep.2020.102565.
- Lee-Thorp J.A., Sealy J.C., Van Der Merwe N.J.* Stable Carbon Isotope Ratio Differences between Bone Collagen and Bone Apatite, and Their Relationship to Diet // Journal of Archaeological Science. 1989. No. 16. P. 585–599. DOI: 10.1016/0305-4403(89)90024-1.
- Roffet-Salque M., Banecki B., Evershed R.P.* Lipid Residue Analyses of Pottery Vessels from the Bronze Age Site of Konoplyanka // The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia): Culture, Environment and Economy. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2021. P. 365–372.
- Samuel D.* Approach to the Archaeology of Food // Petits Propos Culinaires. Essays and Notes on Food, Cookery and Cookery Books. Iss. 54. London: Prospect Books Ltd, 1996. P. 12–21. DOI: 10.1558/ppc.29951.
- Scott A., Reinhold S., Hermes T., Kalmykov A.A.* [et al.]. Emergence and Intensification of Dairying in the Caucasus and Eurasian Steppes // Nature Ecology & Evolution. 2022. Vol. 6. P. 813–822. DOI: 10.1038/s41559-022-01701-6.
- Sharapov D.V.* The Tyranny of Nomadic Ethnography: Re-approaching Late Bronze Age (2100–1300 BCE) Mobility in the Central Eurasian Steppes // Journal of Anthropological Archaeology. 2025. Vol. 77, no. 101634. DOI: 10.1016/j.jaa.2024.101634.

- Simpson R., Cooper D.M.L., Swanston T., Coulthard I., Varney T.L.* Historical Overview and New Directions in Bioarchaeological Trace Element Analysis: a Review // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2021. Vol. 13. DOI: 10.1007/s12520-020-01262-4.
- Stobbe A., Gumnior M., Rühl L., Schneider H.* Bronze Age Human-Landscape Interactions in the Southern Transural Steppe, Russia – Evidence from High-Resolution Palaeobotanical Studies // *Holocene*. 2016. Vol. 26. P. 1692–1710. DOI: 10.1177/0959683616641740.
- Stobbe A., Gumnior M., Stolarczyk E., Krause R.* If It Was Not Climate Change... Palynological Investigations in the Eurasian Steppe (southern Trans-Urals, Russia) since the Bronze Age // *Vegetation History and Archaeobotany*. 2025. DOI: 10.1007/s00334-025-01054-7.
- Stockhammer P.W., Athanassov B., Ivanova M.* Introduction // *Social Dimensions of Food in the Prehistoric Balkans*. Oxbow Books, 2018. P. VII–XVIII. DOI: 10.2307/j.ctvh1dsx3.3.
- Ventresca Miller A., Hanks B.K., Judd M., Epimakhov A., Razhev D.* Weaning Practices Among Pastoralists: New Evidence of Infant Feeding Patterns from Bronze Age Eurasia // *American Journal of Physical Anthropology*. 2017. Vol. 162, iss. 3. P. 409–422. DOI: 10.1002/ajpa.23126. EDN: YVCRAZ.
- Wilkin S., Ventresca Miller A., Fernandes R., Spengler R.* [et al.]. Dairying Enabled Early Bronze Age Yamnaya Steppe Expansions // *Nature*. 2021. Vol. 598. P. 629–633. DOI: 10.1038/s41586-021-03798-4. EDN: LTKJHL.

*Дата поступления рукописи в редакцию 05.01.2025*

## **ARCHAEOLOGICAL AND ANALYTICAL TOOLS FOR FOOD SYSTEM RECONSTRUCTION: OVERVIEW OF OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS (THE BRONZE AGE OF THE SOUTHERN URALS)**

***A. V. Epimakhov***

South Ural State University, 76 Lenin pr., Chelyabinsk, 454080, Russia  
epimakhovav@susu.ru  
ResearcherID: N-8603-2014  
Scopus Author: 16642379500  
SPIN: 2993-1628

***E. O. Vasyuchkov***

South Ural State University (national research university), 76 Lenin pr., Chelyabinsk, 454080, Russia  
Vasiuchkoveo@susu.ru  
ResearcherID: LSL-3124-2024  
Scopus Author: 57467443400  
SPIN-код: 2071-3110

The article discusses the current state of research into the reconstruction of the nutrition system for ancient societies. The topic has become increasingly relevant due to the expanding information capabilities of archaeological sources with new analytical techniques. Potential sources can be grouped according to the phases of the food chain: production, storage, preparation and consumption of food products, as well as disposal of waste. Despite the interconnected nature of these stages, each has its own unique set of data and methods of analysis. The paper evaluates the usefulness of various techniques, such as elemental and isotope analysis, gas chromatography with mass spectrometry, and proteomic analysis of ancient dental calculus, as well as the phosphate method. It considers not only the heuristic potential of these methods but also their limitations and the potential for different interpretations. All this is demonstrated by the example of the Bronze Age of the Southern Urals, for which a significant number of data have been found in various locations. The phases of production and consumption of products have been reconstructed with great confidence, although there are still some gaps in archaeological and analytical data for some periods and regions. We see potential for further research in the field of “archaeology of food” through the elimination of these gaps, as well as through the expansion of using gas chromatography methods for ceramic vessels and the analysis of dental calculus. Important results from previous studies include the recognition of the need for systematic research and an integrated approach to studying the food system, incorporating all phases of the process and as much data as possible, which can create a comprehensive picture of this period of the past.

*Key words:* study of nutrition in archaeology, diet reconstruction for the Bronze Age population, Southern Urals, natural science methods.

### Acknowledgments

This article was prepared as part of the implementation of the Program of Fundamental Scientific Research of the Imperial Orthodox Palestine Society and the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in the direction “Russia and the Middle East: Historical, Political, Archaeological and Cultural Contacts and Connections”, state assignment No. FSNF-2024-0002 “General of the Cavalry M.P. Stepanov: Life and Service to the Imperial Orthodox Palestine Society

### References

- Ankusheva, P. S., Rassadnikov, A. Yu., Vasyuchkov, E. O., et al. (2025). The nutrition system of miners of the Bronze Age of the Southern Urals. *Nanobiotechnology Reports*, 20(5), in press.
- Azarov, E. S., Pozhidaev, V. M., Borisevich, I. S., et al. (2021). On the type of economy of the settlements with Bronze Age “textile” pottery in the Volga-Oka interfluvium: New data from old collections of ware. *Rossiyskaya arkheologiya*, 2, 19–35.
- Bulakova, E. A., Karapetyan, M. K., Kiseleva, D. V., et al. (2021). Funeral ware and dietary strategies in the past. *Ural'skiy Istoricheskiy Vestnik*, 4(73), 60–70.
- Burton, J. H., & Price, T. D. (2002). The use and abuse of trace elements for paleodietary research. In S. H. Ambrose & M. A. Katzenberg (Eds.), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis* (pp. 159–172). Springer.
- Demkin, V. A., Demkina, T. S., & Udaltsov, S. N. (2014). Reconstruction of burial food in clay vessels from mound burial sites using phosphate and microbiological methods. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, 2(25), 148–159.
- Demkin, V. A., Lukashov, A. V., Kovalevskaya, I. S., & Skripnichenko, I. I. (1988). *On the possibility of historical and sociological reconstructions in soil and archaeological research*. ONTI NTsBI AN SSSR.
- Dunne, J. (2017). *Organic residue analysis and archaeology: Guidance for good practice*. Historic England.
- Epimakhov, A. V. (2025). Interdisciplinary archaeology: Challenge or new opportunities? *Ufimskiy arkheologicheskiy vestnik*, 25(2), 190–198.
- Epimakhov, A. V., Ankusheva, P. S., Batanina, N. S., et al. (2024). Funeral practices of the Final Bronze Age in the Southern Trans-Urals: Between cultural norm and deviation. *Ural'skiy Istoricheskiy Vestnik*, 3(84), 61–70.
- Evershed, R. P., Smith, G. D., Roffet-Salque, M., et al. (2022). Dairying, diseases and the evolution of lactase persistence in Europe. *Nature*, 608, 336–345.
- Gening, V. F., Zdanovich, G. B., & Gening, V. V. (1992). *Sintashta: Archaeological sites of the Aryan tribes of the Ural-Kazakh steppes*. Yuzhno-Ural'skoye knizhnoye izdatel'stvo.
- Hanks, B. K., Ventresca Miller, A., Judd, M., et al. (2018). Bronze Age diet and economy: New stable isotope data from the Central Eurasian steppes (2100–1700 BC). *Journal of Archaeological Science*, 97, 14–25.
- Hendy, J., Welker, F., Demarchi, B., et al. (2018). A guide to ancient protein studies. *Nature Ecology & Evolution*, 2, 791–799.
- Itahashi, Y., Ananyevskaya, E., Yoneda, M., et al. (2020). Dietary diversity of Bronze-Iron Age populations of Kazakhstan quantitatively estimated through the compound-specific nitrogen analysis of amino acids. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, Article 102565.
- Krymova, T. G., Kolkutin, V. V., & Dobrovolskaya, M. V. (2007). Investigation of human feeding on the base of the results of chemistry of human bone's tissue. *Problemy ekspertizy v meditsine*, 2(26), 40–44.
- Kupriyanova, E. V., Hanks, B. K., Gayduchenko, L. L., et al. (2023). Comprehensive natural science research of the materials of the fortified settlement of Stepnoye. In E. V. Kupriyanova (Ed.), *Stepnoye: New horizons* (pp. 67–83). Chelyabinskii gosudarstvennyy universitet.
- Kuzmin, V. Ya. (2017). *Geoarchaeology: Natural science methods in archaeological research*. Izdatel'stvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta.
- Lebedeva, E. Yu. (2005). Archaeobotany and the study of agriculture in the Bronze Age of Eastern Europe. *OPUS: Mezhdistsiplinarnyye issledovaniya v arkheologii*, 4, 50–68.
- Lee-Thorp, J. A., Sealy, J. C., & Van Der Merwe, N. J. (1989). Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *Journal of Archaeological Science*, 16, 585–599.
- Matveev, A. V., Larina, N. S., Kostomarova, Yu. V., & Kiktenko, E. V. (2010). The result of soot and soil study from the vessels of Alakul culture of Khripunovskiy necropolis. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Gumanitarnyye issledovaniya*, 1, 12–20.
- Plekhanova, L. N. (2023). Ancient pots of the forest zone: Limited possibilities of phosphate analysis and the original composition of ancient food. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya*, 10, 92–97.
- Rassadnikov, A. Yu. (2016). Meat supply system of the Late Bronze Age population of the Southern Trans-Urals (by archaeozoological materials). *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-gumanitarnyye nauki*, 16(1), 110–115.
- Rassadnikov, A. Yu. (2025). Exploitation of domestic ungulate bones by Bronze Age pastoralists of the Southern Urals. *Arkheologiya Yevraziyskikh stepey*, 1, 199–213.

- Roffet-Salque, M., Banecki, B., & Evershed, R. P. (2021). Lipid residue analyses of pottery vessels from the Bronze Age site of Konoplyanka. In R. Krause & L. N. Koryakova (Eds.), *The Bronze Age in the Karagaily-Ayat region (Trans-Urals, Russia): Culture, environment and economy* (pp. 365–372). Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH.
- Samuel, D. (1996). Approach to the archaeology of food. *Petits Propos Culinaires: Essays and Notes on Food, Cookery and Cookery Books*, 54, 12–21.
- Scott, A., Reinhold, S., Hermes, T., et al. (2022). Emergence and intensification of dairying in the Caucasus and Eurasian steppes. *Nature Ecology & Evolution*, 6, 813–822.
- Sharapov, D. V. (2025). The tyranny of nomadic ethnography: Re-approaching Late Bronze Age (2100–1300 BCE) mobility in the central Eurasian steppes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 77, Article 101634.
- Shcherbakov, N. B., Shuteleva, I. A., Golyeva, A. A., et al. (2017). *Kazburunovsky archaeological microdistrict of the Late Bronze Age of the Southern Urals: Results of natural science research*. Inesh.
- Shoda, S. (2021). In pursuit of plants: Biomolecular residues in pottery using archeological and biochemical research methods. *Mul'tidistsiplinarnyye issledovaniya v arkheologii*, 2, 60–88.
- Simpson, R., Cooper, D. M. L., Swanston, T., et al. (2021). Historical overview and new directions in bioarchaeological trace element analysis: A review. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, Article 24.
- Stobbe, A., Gumnior, M., Rühl, L., & Schneider, H. (2016). Bronze Age human–landscape interactions in the southern Transural steppe, Russia – Evidence from high-resolution palaeobotanical studies. *The Holocene*, 26, 1692–1710.
- Stobbe, A., Gumnior, M., Stolarczyk, E., & Krause, R. (2025). If it was not climate change... Palynological investigations in the Eurasian Steppe (southern Trans-Urals, Russia) since the Bronze Age. *Vegetation History and Archaeobotany*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00334-025-01054-7>
- Stockhammer, P. W., Athanassov, B., & Ivanova, M. (2018). Introduction. In *Social dimensions of food in the prehistoric Balkans* (pp. vii–xviii). Oxbow Books.
- Svyatko, S. V. (2016). Stable isotope analysis: Outline of methodology and a review of studies in Siberia and the Eurasian steppe. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 44(2), 47–55.
- Vasyuchkov, E. O. (2023). The volume of ceramic vessels – criterion for their purpose (based on the materials of the burial ground Troitsk-7). *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-gumanitarnyye nauki*, 23(1), 14–21.
- Vasyuchkov, E. O. (2025). The plant component in the nutrition system of the Bronze Age population of the Southern Trans-Urals. *Arkheologiya Yevraziyskikh stepey*, in press.
- Vasyuchkov, E. O., Ankusheva, P. S., Kiseleva, D. V., et al. (2024). The Alakul cemetery: Formation history based on isotopic analysis. *Nanobiotechnology Reports*, 19(5), 483–496.
- Ventresca Miller, A., Hanks, B. K., Judd, M., et al. (2017). Weaning practices among pastoralists: New evidence of infant feeding patterns from Bronze Age Eurasia. *American Journal of Physical Anthropology*, 162(3), 409–422.
- Wilkin, S., Ventresca Miller, A., Fernandes, R., et al. (2021). Dairying enabled Early Bronze Age Yamnaya steppe expansions. *Nature*, 598, 629–633.