

УДК 903.531: 902.65 (470.55)



Поступила в редакцию: 03.02.2026  
Доработана после рецензирования: 22.05.2026  
Принята к публикации: 04.06.2026

## Напутственная пища в погребальном обряде федоровской культуры по данным ГХ-МС, фосфатного анализа и изотопной геохимии (могильник Звягино-1 в Южном Зауралье)

Егор Олегович Васючков<sup>1, #</sup>, Ирина Павловна Алаева<sup>2, 5</sup>, Анастасия Андреевна Андрияйтес<sup>3</sup>, Данил Анатольевич Данилов<sup>3</sup>, Людмила Николаевна Плеханова<sup>4</sup>, Алексей Юрьевич Рассадников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Миасс, Россия

<sup>2</sup> Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения им. В.А. Ковды РАН, Пущино, Россия

<sup>5</sup> Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия

# E-mail: vasiuchkoveo@uandex.ru

**Аннотация.** Исследователи часто рассматривают федоровскую культуру как субкультурное явление, в поддержку этой позиции приводятся несколько аргументов: отсутствие поселений, где федоровская керамика составляла бы значительную часть коллекции, синхронность алакульской культуре по данным радиоуглеродной хронологии, а также биритуализм некоторых погребальных комплексов Зауралья. Отличия федоровского погребального обряда от алакульского весьма разительны, что может являться свидетельством намеренной сепарации одной части социума от другой. Отличия могут выражаться и в сознательном выборе иной заупокойной пищи для погребальных ритуалов. Целью статьи является реконструкция продуктов питания, используемых в погребальной обрядности федоровской культуры. В рамках статьи методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС) в федоровской керамике из погребений курганного могильника Звягино-1 были идентифицированы жирные кислоты; проведен фосфатный анализ грунта из заполнения керамических сосудов; проанализированы значения стабильных изотопов азота и углерода в костной ткани домашних животных из могильника Звягино-1 для сравнения с показателями скота ближайшего поселения алакульской культуры Звягино-4 и других алакульских памятников. Результаты исследования демонстрируют, что в погребальном обряде присутствуют кости лошади, КРС и МРС. В сосудах по данным ГХ-МС были продукты питания, содержавшие животные жиры жвачных парнокопытных, фосфатный анализ грунта из пары сосудов не противоречит этому. Вероятнее всего, речь идет о помещении в погребальный контекст продукции животноводства, что отражает ряд доступных продуктов питания, входивших и в повседневный рацион. Показатели стабильных изотопов азота и углерода в костях домашних животных из комплексов могильника демонстрируют, что часть из них имеет схожий изотопный сигнал с домашним скотом из культурного слоя алакульского поселения Звягино-4. Этот факт, вкупе с данными стабильных изотопов азота и углерода, позволяет предполагать, что для рассматриваемого коллектива характерна напутственная пища не способствовала сепарации субкультуры от основной части социума.

**Ключевые слова:** система питания федоровской культуры, ГХ-МС, фосфатный метод, стабильные изотопы азота и углерода, поздний бронзовый век, Южное Зауралье

**Цитирование.** Васючков Е.О., Алаева И.П., Андрияйтес А.А., Данилов Д.А., Плеханова Л.Н., Рассадников А.Ю., 2026. Напутственная пища в погребальном обряде федоровской культуры по данным ГХ-МС, фосфатного анализа и изотопной геохимии (могильник Звягино-1 в Южном Зауралье), *Уфимский археологический вестник*, т. 26, № 2, с. 429–445. <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.2.023>

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 125013101191-9. Археологическое сопровождение за счет средств гос. задания ИИиА УрО РАН; рег. номер 124032100052-6. Анализ фосфатов выполнен в рамках госзадания ИФХиБПП РАН № 122040500036-9. Археозологические определения выполнены в рамках госзадания ИИиА УрО РАН № 124032100048-9.

**Дополнительные материалы.** Полные данные археозологического анализа доступны: Zenodo, June 25, 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20861355>

## Food in the Funeral Ritual of the Fedorovka Culture according to GC-MS, Phosphate Analysis and Isotopic Geochemistry (Zvyagino-1 Burial Ground in the Southern Trans-Urals)

Egor O. Vasyuchkov<sup>1, #</sup>, Irina P. Alaeva<sup>2, 5</sup>, Anastasia A. Andriyaytes<sup>3</sup>, Danil A. Danilov<sup>3</sup>, Lyudmila N. Plekhanova<sup>4</sup>, Alexey Yu. Rassadnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Miass

<sup>2</sup> Institute of History and Archeology Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ekaterinburg

<sup>3</sup> Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Russia, Ekaterinburg

<sup>4</sup> V.A. Kovda Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science a separate division of the Federal Research Center «Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences», Russia, Pushchino

<sup>5</sup> South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Russia, Chelyabinsk

# E-mail: vasiuchkoveo@yandex.ru

**Abstract.** Researchers often view the Fedorovka culture as a subcultural phenomenon, and several pieces of evidence support this idea. There is no site where Fedorovka ceramics would constitute a significant part of the assemblage; radiocarbon chronology shows synchronicity with the Alakul culture; and the some funerary complexes in the Trans-Urals demonstrate biritualism. The differences between the Fedorovka and Alakul funerary rites are quite striking, which may indicate a deliberate separation of one part of society from another. These differences may also be expressed in a conscious choice of different funerary food for burial rituals. The aim of this article is to reconstruct the foods used in the funerary rites of the Fedorovka culture. Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) identified fatty acids in Fedorovka ceramics from the burials of the Zvyagino-1 kurgan cemetery; the study engaged phosphate analysis of soil from the contents of the ceramic vessels; the paper analyzes the stable nitrogen and carbon isotope values in the bone tissue of domestic animals from the Zvyagino-1 cemetery for comparison with livestock indicators from the nearest Alakul settlement, Zvyagino-4, and other Alakul sites. The findings demonstrate that the funerary rite includes bones of horses, cattle, and caprines (sheep/goat). According to GC-MS data, the vessels contained foods with animal fats of ruminants; phosphate analysis of soil from two vessels does not contradict this finding. Most likely, we are dealing with livestock products in the funerary context, reflecting a range of available foods that were also part of the everyday diet. The stable nitrogen and carbon isotope values in the bones of domestic animals from the cemetery complexes show that some of them share a similar isotopic signal with domestic livestock from the cultural layer of the Alakul settlement Zvyagino-4. This fact, combined with the stable isotope data, suggests that the nature of the funerary food for the group in question did not facilitate the separation of the subculture from the main part of society.

**Keywords:** Nutrition system of Fedorovka culture, GC-MS, phosphate method, stable nitrogen and carbon isotopes, Late Bronze Age, Southern Trans-Urals

**Citation.** Vasyuchkov, E.O., Alaeva, I.P., Andriyaytes, A.A., Danilov, D.A., Plekhanova, L.N., Rassadnikov, A.Yu., 2026, "Food in the Funeral Ritual of the Fedorovka Culture according to GC-MS, Phosphate Analysis and Isotopic Geochemistry (Zvyagino-1 Burial Ground in the Southern Trans-Urals)", *Ufa Archaeological Herald*, vol. 26, no. 2, pp. 429–445. (In Russ.) <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.2.023>

**Funding.** The study was carried out within the budget topic of the South Ural Federal Research Center for Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, No.125013101191-9. Archaeological support was provided with funds from the state assignment of the Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; registration number 124032100052-6. Phosphate analysis was carried out within state assignment No.122040500036-9. Archaeozoological identifications were carried out within the state assignment of the Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, No. 124032100048-9.

**Supplementary.** Full data from the archaeozoological analysis is available: Zenodo, June 25, 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20861355>

### Введение

Пища является безусловной базовой потребностью любого биологического организма, но функции еды в рамках социума редко сводятся только к рациональному утолению голода, корректнее рассматривать ее в контексте культурных

практик общества. Способы приготовления и употребления пищи занимают центральное место в структуре повседневности любого общества и, как следствие, в его культурных практиках, социальной организации, системах идентичностей и верованиях [Archaeology..., 2015]. Система питания федоровской культуры в рамках этой темы практи-

чески не исследована. Реконструкцию быта федоровского населения на территории Южного Зауралья, а конкретнее, изучение особенностей его диеты и пищевых практик затрудняет несколько факторов: господство обряда кремации человеческих останков [Григорьев, 2000. С. 325]; относительная «бедность» погребального обряда [Григорьев, 2000. С. 325]; существование практики вторжения в могильные ямы после совершения погребения [Бондаренко, 2014]; отсутствие явных монокультурных поселенческих памятников, поскольку федоровская керамика встречается на поселениях Южного Зауралья, но в небольшом количестве [Епимахов, Епимахова, 2002; Валавин, 2023].

Недостаток информации о носителях федоровских культурных традиций на территории Южного Зауралья предопределяет вариативность интерпретаций основных аспектов изучения федоровской культуры. Впервые выделенная К.В. Сальниковым как один из этапов эволюции андроновских древностей [Сальников, 1940; 1948] сегодня она чаще рассматривается как часть андроновской культурно-исторической общности (АКИО) [Корочкова, 2021]. Трактовки позиции федоровской культуры в составе АКИО можно генерально разделить на две версии. Первая из них рассматривает федоровскую культуру как хронологический этап в череде генетически связанных культур [Сальников, 1948; Зданович, 1988. С. 152–153]. Вторая гипотеза настаивает на синхронности с алакульской культурой и обозначает федоровские древности как отображение субкультуры, на что указывают памятники с синкретичными чертами [Стефанов, Корочкова, 2006; Усманова, 2005] и данные радиоуглеродной хронологии [Епимахов, Алаева, 2024. С. 63]. Вероятно, в рамках второй гипотезы, субкультура должна стремиться к сепарации от остальной части социума, манифестируя это на разных уровнях, в том числе демонстрацией различий в мировоззрении, которая выражается и в еде (в частности, напутственной пище).

Для андроновских материалов Минусинской котловины, где погребальный обряд представлен ингумацией, основу белковой диеты удалось установить с помощью анализа стабильных изотопов азота и углерода [Svyatko et al., 2013]. В условиях тотального господства кремации в Южном Зауралье единственными доступными источниками для реконструкции еды, включенной в погребальные практики федоровского населения, остаются редкие следы жертвоприношений домашнего скота и посуда, которая встречается в большинстве погребений. Перечень методов для определения веществ, которые содержались в керамических сосудах лимитирован:

-Исследованием концентрации химических элементов в грунте из заполнения сосудов и пригарах (обугленных остатках пищи на стенках горшков). Исследование грунта рентгенофлуорес-

центным методом выполнено для серии сосудов из комплексов срубно-алакульского могильника Неплюевский [Булакова и др., 2021]. Для Хрипуновского могильника имеются измерения грунта из алакульских сосудов и пригаров на их внутренней поверхности [Матвеев и др., 2010];

-Анализом липидов (жирных кислот), содержащихся в керамическом тесте, грунте из заполнения и пригарах. Метод газовой хроматографии (ГХ-МС) применялся только к синташтинской керамике укрепленного поселения Коноплянка [Roffet-Salque, Banecki, Evershed, 2021] и алакульской керамике рудника Воровская Яма [Анкушева и др., 2025].

-Определением стабильных изотопов азота и углерода в пригарах на внутренней и внешней поверхности сосудов. Измерения показателей азота и углерода пригаров на поверхностях керамики Южного Зауралья отсутствуют, однако активно ведутся исследования для бронзового века юга Восточной Европы [Шишлина и др., 2024].

Целью работы является реконструкция состава продуктов питания, используемых в погребальной обрядности федоровской культуры. В качестве основного объекта исследования выбран могильник Звягино-1, исследованный в последнее десятилетие [Епимахов, Алаева, 2024]. Работа включает следующие задачи. Во-первых, анализ федоровской керамики и пригаров на ней методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией, что позволит установить характер пищи, содержащейся в сосудах [Кузьмин, 2017. С. 313–320]. Во-вторых, верификацию полученных данных с помощью фосфатного анализа грунтов из сосудов, который используется для решения схожих задач [Демкин, Демкина, Удальцов, 2014]. В-третьих, сравнение изотопного состава азота и углерода в коллагене костей домашних животных из комплексов могильника Звягино-1 и культурного слоя территориально и хронологически близкого алакульского поселения Звягино-4, с целью установления близости или разницы в изотопных значениях домашнего скота. Полученные данные позволяют не только впервые системно охарактеризовать напутственную пищу в погребальном обряде федоровской культуры Южного Зауралья, но и проследить возможную разницу с системой питания синхронных алакульских сообществ.

### Материалы и методы

В статье проанализированы материалы раскопок курганного могильника Звягино-1 (рис. 1), локализованного на пространстве надпойменной террасы левого берега р. Коелга к северо-западу от д. Звягино (Челябинская область, Чебаркульский район). В составе памятника было зафиксировано 12 курганных насыпей, из них раскопками были исследованы 10, материалы погребений относятся к федоровской культуре бронзового века. Радиоу-

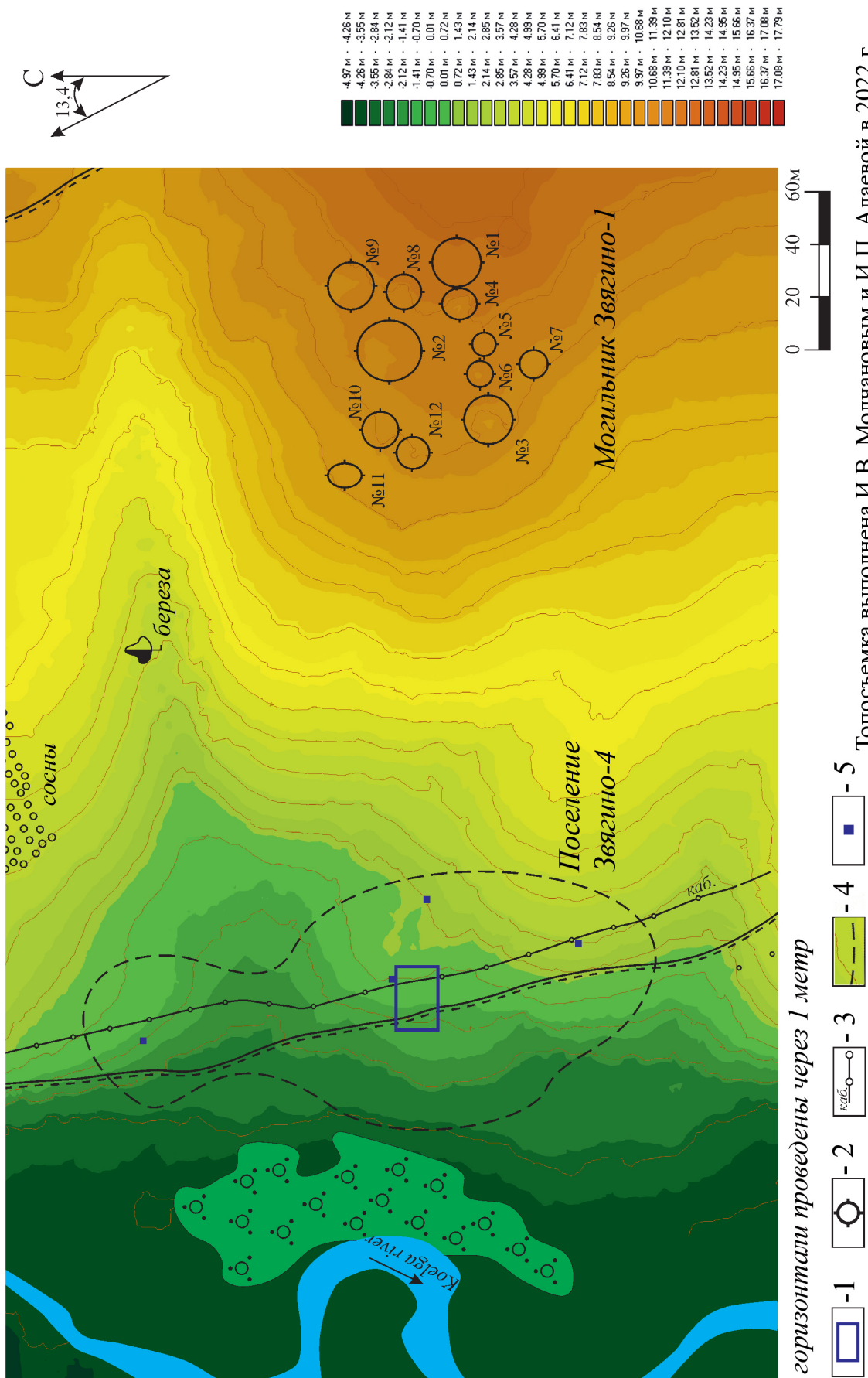


Рис. 1. Топоплан площадки могильника Звягино-1 и поселения Звягино-4. 1 – раскоп; 2 – насыпи курганов; 3 – телефонный кабель; 4 – границы поселения; 5 – шурфы

Fig. 1. Topographic Plan of the Zvyagino-1 Burial Ground and Zvyagino-4 Settlement Sites.

1 – excavation trench; 2 – kurgan mounds; 3 – telephone cable; 4 – settlement boundaries; 5 – test pits

глеродная хронология памятника очерчивает промежуток XVIII–XVI вв. до н.э. [Епимахов, Алаева, 2024. С. 61], что согласуется с датами, полученными для поселения Звягино-4, которое существовало в XVIII–XVII вв. до н.э. [Ankushev et al., 2025. Tab. 2].

Для определения продуктов питания, входящих в состав погребальной трапезы, были изучены фрагменты четырех горшков и двух блюд (рис. 2), грунт из заполнения двух горшков, а также один участок пригара (табл. 1). Отобранные образцы происходили из погребений курганов 1, 2, 9 и 10, отнесенных к федоровской культуре. Немногочисленность выборки компенсируется наличием «парных» анализов для грунта, пригара и керамического теста одного из сосудов.

Изучение липидов на поверхности древней керамики методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС) активно ведется с конца 1980-х гг. [Evershed, 2008], первые опыты были связаны с поиском следов масла на поверхности древних амфор [Condamine et al., 1976]. Липиды со-

держатся в большинстве продуктов питания, что делает их хорошим индикатором для определения пищи, готовившейся/содержавшейся в керамической посуде, а также хорошо сохраняются в пригарах на ее поверхности [Peters, Walters, Moldowan, 2005]. Сохранность липидов в грунте из сосудов подтверждена работой с ферментами – липазами [Kashirskaia et al., 2023] и прямыми посевами микроорганизмов-липолитиков и их ростом на специализированных средах [Chernysheva et al., 2025].

Метод заключается в определении состава жирных кислот в образце (керамики, пригара или грунта) и последующем сравнении с составом кислот современных продуктов питания растительного и животного происхождения [Patrick, Dekoning, Smith, 1985]. Специфика анализируемой выборки состоит в том, что главным образом были отобраны фрагменты керамических сосудов (в коллекции редко встречаются пригары, доступные для анализа), пористость материала способствует накоплению липидов за весь срок эксплуатации, что презентует картину того, какие продукты могли хра-

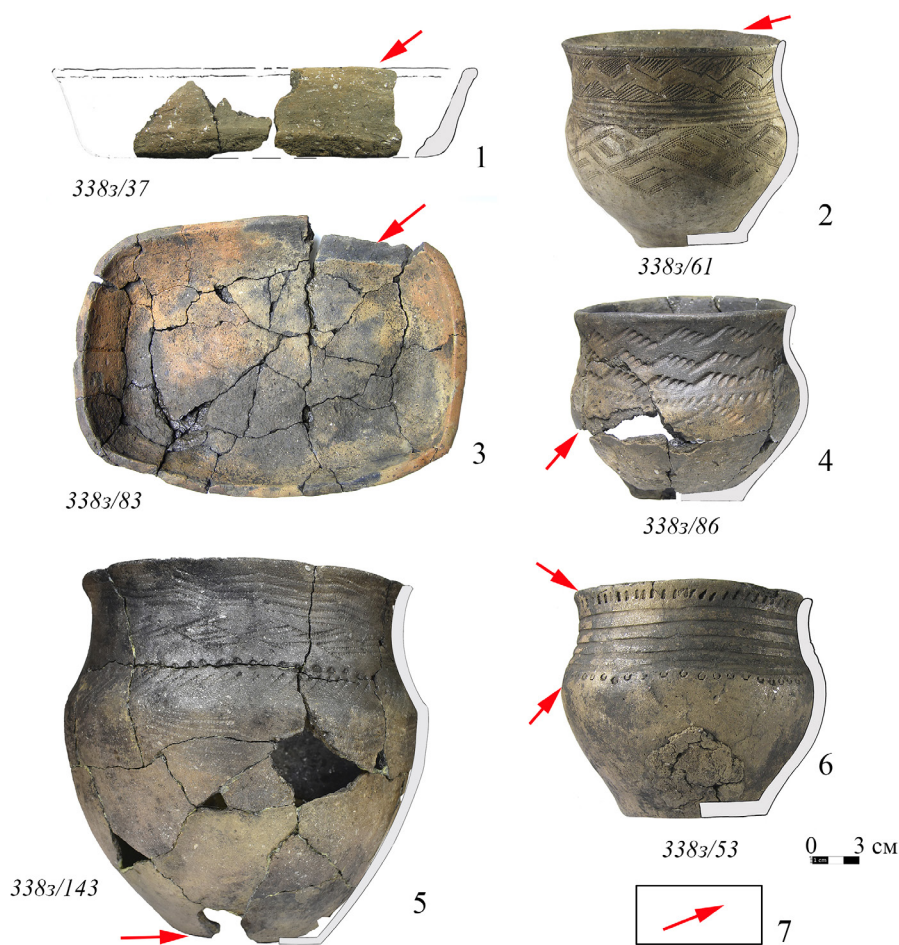


Рис. 2. Керамические сосуды федоровской культуры могильника Звягино-1.

1 – глиняное блюдо, курган 2, яма 1; 2 – сосуд, курган 2, яма 2; 3 – глиняное блюдо, курган 9, яма 1; 4 – сосуд, курган 9, яма 2; 5 – сосуд, курган 10, яма 1; 6 – сосуд, курган 1, погребение 1; 7 – место отбора образца

Fig. 2. Ceramic vessels of the Fedorovka culture from the Zvyagino-1 burial ground.

1 – clay dish, mound 2, pit 1; 2 – vessel, mound 2, pit 2; 3 – clay dish, mound 9, pit 1; 4 – vessel, mound 9, pit 2; 5 – vessel, mound 10, pit 1; 6 – vessel, mound 1, burial 1; 7 – indication of the sampling location

Таблица 1. Образцы из могильника Звягино-1, отобранные для исследования методом ГХ-МС и фосфатного анализа

Table 1. Samples from the Zvyagino-1 burial ground collected for GC-MS and phosphate analysis

№	Шифр образца	Курган	Погребение	Образец	Масса навески для ГХ МС (г)	Анализ соединений фосфора в грунте из сосуда
1	338з/143	10	1	Фрагмент придонной части керамического сосуда	0,1182	-
2	338з/86	9	2	Фрагмент тулова керамического сосуда	0,2532	-
3	338з/83	9	1	Фрагмент верхней части керамического блюда	0,1673	-
4	338з/53а	1	1	Фрагмент шейки керамического сосуда	0,2504	+
5	338з/53б			Пригар с внутренней поверхности тулова сосуда	0,0916	
6	338з/61	2	2	Фрагмент шейки керамического сосуда	0,1265	+
7	338з/37	2	1	Фрагмент керамического блюда	0,1071	-

ниться/готовиться в посуде в процессе длительной эксплуатации [Evershed, 2008. P.34–35]. Задачу несколько облегчает то, что анализ проведен для погребальной керамики, почти не представленной в коллекциях поселений. Для одного из сосудов (338з/53) были отобраны как фрагмент шейки, так и пригар с поверхности тулова, что позволяет сравнить разницу в сигнале и понять, использовался ли один и тот же сосуд в приготовлении продуктов с разным содержанием жирных кислот.

Пробоподготовка для ГХ-МС заключалась в извлечении липидного экстракта из измельченных фрагментов керамики. Экстракцию проводили с использованием кислого метанола в ультразвуковой ванне с последующим хранением в темном прохладном месте. Полученный экстракт центрифугировали, отбирали аликвоту, содержащую липидный экстракт, объемом 1 мл при помощи механического дозатора. Полученный раствор перед проведением анализа центрифугировали при 4500 об/мин в течение 10 минут. Анализ проводился на приборной базе УрФУ (г. Екатеринбург) с использованием модели газового хроматографа с масс-спектрометром Clarus 600 фирмы Perkin Elmer.

Основные принципы применения фосфатного анализа для грунта из сосудов были сформулированы в начале 2000-х гг. [Демкин, Демкина, 2000]. Метод основан на том, что содержание фосфора в продуктах растительного и животного происхождения выше, чем в почве и при контакте продукта с минеральным субстратом он должен обогащаться соединениями фосфора. Считается, что продукты питания должны иметь различное содержание значений фосфора: самые высокие концентрации обнаружены в семенах конопли и мака, в сое и сыре; примерно в два раза ниже – в мясе, и меньше всего – в молоке [Демкин, Демкина, 2000].

Для исследования были отобраны образцы грунта из придонной части сосудов («низ сосуда»). Они сравнивались с фоновыми образцами, ото-

бранным на уровне горловины сосуда («верх сосуда»). Полученные образцы высушивались, затем растирались в ступке и просеивались через сито с ячейкой 1 мм для анализа фосфатов, и с ячейкой 0,5 мм для анализа органического вещества с пересчетом на гумус по методу Тюрина [Аринушкина, 1970. С. 130–136]. Для почв зоны, где расположен памятник, характерно карбонатакопление, поэтому содержание подвижных фосфатов определялось по методике Мачигина для карбонатных грунтов [Аринушкина, 1970. С.332–334]. Исследование проведено на приборной базе ИФХиБПП РАН (г. Пушкино) с использованием спектрофотометра UNICO-1200, США.

Данные стабильных изотопов азота и углерода в коллагене костей позволяют реконструировать основу рациона человека или животного [Кузьмин, 2017. С.250]. Несмотря на невозможность полной реконструкции трофических цепей для федоровских могильников (из-за кремации человеческих останков), в рамках данной работы проведено сравнение изотопного сигнала костей животных из федоровских комплексов могильника Звягино-1 (табл.2) с домашними животными с памятников алакульской культуры. Выборка анализов для могильника Звягино-1 составила четыре образца: два принадлежали лошади и два – особям КРС [Епимахов, Алаева, 2024. С. 60]. Для создания «фоновой» картины значений домашних животных позднего бронзового века, в работу включены измерения скота из комплексов могильника Алакуль (n=20) [Васючков и др., 2024], поселений Чебаркуль III (n=15) [Анкушева и др., 2021], Кулевчи III (n=1), Большая Березовая-2 (n=2), Малая Березовая-4 (n=2) и два образца костей КРС с расположенного в непосредственной близости поселения алакульской культуры Звягино-4 [Ankushev et al., 2025].

Данные стабильных изотопов азота и углерода в коллагене костей животных, обнаруженных при раскопках могильника Звягино-1 [Epimakhov, Zazovskaya, Alaeva, 2024. Tab. 2] и неукрепленного поселения Звягино-4 [Ankushiev et al., 2025. Tab. 1]

Table 2. Stable nitrogen and carbon isotope data in bone collagen of animals discovered during excavations of the Zvyagino-1 burial ground [Epimakhov et al., 2024. Tab. 2] and the unfortified settlement of Zvyagino-4 [Ankushiev et al., 2025, Tab. 1]

№	Памятник	Локализация	Образец	C/N <sub>ат</sub>	δ <sup>15</sup> N,‰	δ <sup>13</sup> C, ‰	Coll., %
1	Звягино-1	Курган 1, яма 1	Коллаген (лошадь)	3,18	2,29	-20,37	17,66
2	Звягино-1	Курган 2, яма 2	Коллаген (КРС)	3,21	2,48	-20,88	9,24
3	Звягино-1	Курган 7, пола кургана	Коллаген (КРС)	3,17	5,42	-19,84	6,19
4	Звягино-1	Курган 7, яма 1	Коллаген (лошадь)	3,18	5,24	-20,27	12,22
5	Звягино-4	Постройка 1, объект 2 (очаг)	Коллаген (КРС?)	3,11	5,49	-20,06	14,2
6	Звягино-4	Постройка 1, колодец	Коллаген (КРС)	3,07	5,2	-19,74	12,22

## Результаты

Полученные результаты по ГХ-МС приведены в таблице 3. В образцах преобладают жиры животного происхождения: на это указывает соотношение пальмитиновой и стеариновой кислот (P/S) (табл. 4). Значения в исследованных образцах ниже 2,5, что демонстрирует близость к жирам жвачных копытных [Азаров и др., 2021. С. 23]. Также принадлежность к животным жирам обозначают относительно высокие значения миристиновой кислоты в исследуемых образцах (от 2,26 до 6,06%) [Пожидаев и др., 2017].

Для грунта со дна сосудов необходимо отметить повышенные значения подвижных фосфатов в сравнении с грунтом из верхней части (табл. 5). Фиксируемая разница в значениях позволяет установить, что сосуды содержали органическое вещество.

Данные стабильных изотопов азота и углерода (рис. 3) животных из могильника Звягино-1 вполне соответствуют кластеру значений, характерных

для домашнего скота с памятников алакульской культуры. Однако, имеется и ряд нюансов. Наблюдается значительный разброс значений для КРС, одна из особей из погребения 2 кургана 2 имеет самые низкие значения азота и углерода (2,48‰; -20,88‰) в рамках алакульской серии измерений в Южном Зауралье и значительно отличается от измерений двух особей КРС с поселения Звягино-4 (табл. 2). Это подтверждают результаты статистического анализа (робастный метод обнаружения выбросов на основе распределения Коши, K=4<sup>1</sup>, диапазон нормальных значений изотопов азота в выборке – от 3,73 до 8,67‰), который идентифицирует его как выброс по показателю азота в рамках рассматриваемой выборки КРС. По показателю углерода рассматриваемый образец не выходит за пределы диапазона нормальных значений (от -21,46‰ до -17,94‰). В то же время для жертвенника из кургана 7, представляющего выкладку (рис. 4) из фрагментов черепа, нижней челюсти и нижних частей ног взрослой коровы (подобный

Таблица 3. Жирокислотные профили образцов пригаров и керамики из погребений могильника Звягино-1  
Table 3. Fatty acid profiles of food crust and ceramic samples from the burials of the Zvyagino-1 burial ground

Время удерживания мин.	Соединения кислот	Относительное содержание, %						
		338з/143	338з/86	338з/83	338з/53а	338з/53б	338з/61	338з/37
20.20	Миристиновая C14:0	5,06	6,06	3,86	2,26	2,93	4,87	4,81
21.33	Пентадекановая C15:0	4,96	1,90	1,47	0,76	1,20	1,84	1,82
22.02	14-метилпентадекановая iC16:0	0,24	0,36	0,16	0,21	0,31	0,24	0,24
22.43	Пальмитиновая C16:0	47,74	42,26	39,39	33,52	40,97	42,71	40,79
23.07	15-метилгексадекановая кислота iC17:0	0,47	0,57	0,38	0,44	0,59	0,62	0,62
23.16	14-метилгексадекановая кислота iC17:0	0,40	0,46	0,34	0,38	0,59	0,36	0,35
23.45	Маргариновая C17:0	1,97	2,17	1,70	2,31	2,58	1,74	1,70
24.20	Олеиновая-10 C18:1	0,25	0,18	0,17	0,10	0,34	0,00	0,15
24.30	Олеиновая-9 C18:1	0,29	0,24	0,33	0,11	0,33	0,03	0,27
24.44	Стеариновая C18:0	37,26	43,10	47,63	57,79	47,91	45,59	47,00
25.41	Нонадекановая C19:0	0,16	0,39	0,49	0,42	0,43	0,46	0,42
26.31	Эйкозеновая (Арахидоновая) C20:4	0,26	1,00	1,17	0,66	0,86	0,69	0,76
26.41	Олеиновая-14 C18:1	0,66	0,06	0,71	0,59	0,28	0,35	0,44
28.05	Доказановая (Бегеновая) C22:0	0,14	0,60	1,06	0,26	0,37	0,29	0,35
28.85	Трикозановая C23:0	0,04	0,27	0,44	0,09	0,13	0,10	0,12
29.64	Тетракозановая (Лигноцериновая) C24:0	0,09	0,35	0,70	0,10	0,17	0,13	0,17

<sup>1</sup> Выбран как консервативный порог.

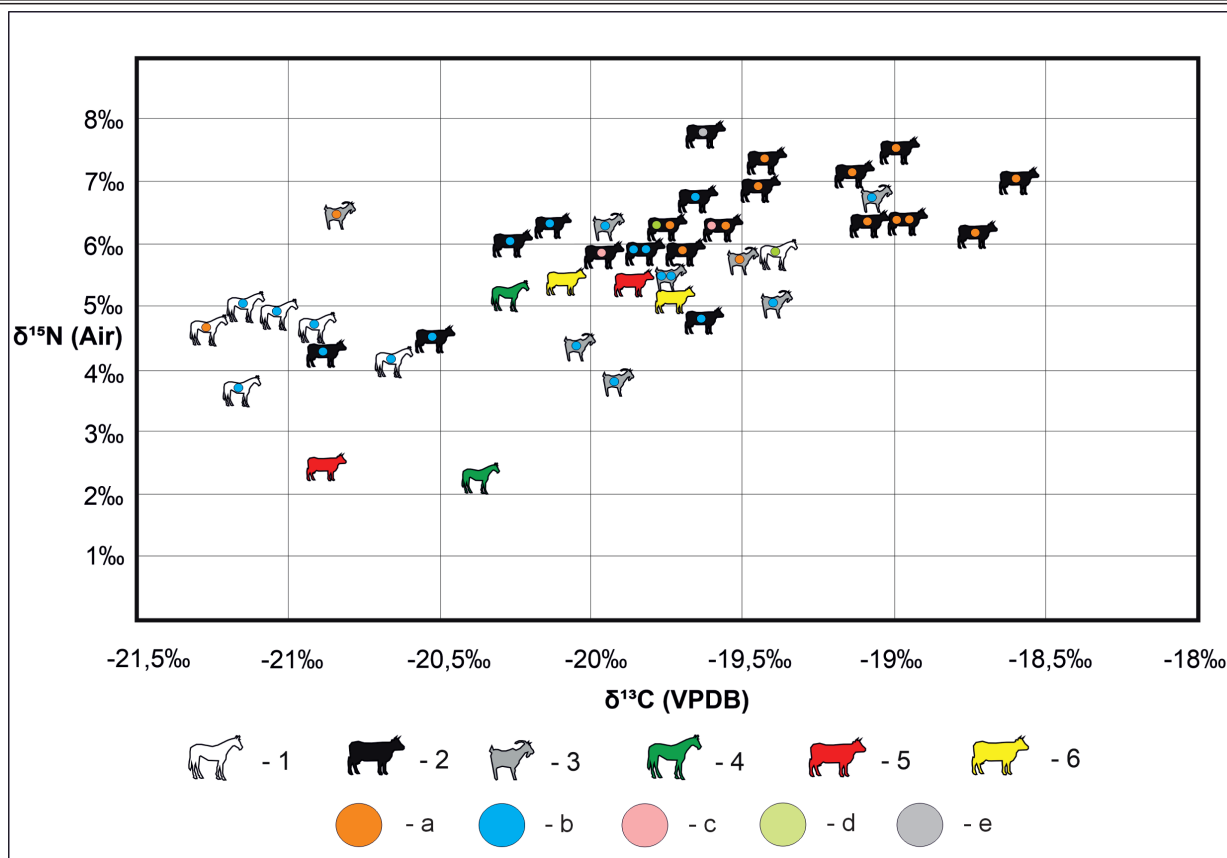


Рис. 3. Показатели стабильных изотопов азота и углерода для костей домашних животных с памятников алакульской и федоровской культур.

1 – лошади (алакульская культура); 2 – КРС (алакульская культура); 3 – МРС (алакульская культура); 4 – лошади из мог. Звягино-1 (федоровская культура); 5 – КРС из Звягино-1 (федоровская культура); 6 – КРС с поселения Звягино-4 (алакульская культура); a – пос. Чебаркуль III; b – Алакульский мог; c – пос. Малая Березовая-4; d – пос. Большая Березовая-2; e – пос. Кулевчи III

Fig. 3. Stable nitrogen and carbon isotope values for domestic animal bones from sites of the Alakul and Fedorovka cultures.

1 – horses (Alakul culture); 2 – cattle (Alakul culture); 3 – sheep/goat (Alakul culture); 4 – horses from the Zvyagino-1 burial ground (Fedorovka culture); 5 – cattle from Zvyagino-1 (Fedorovka culture); 6 – cattle from the Zvyagino-4 settlement (Alakul culture). a – Chebarkul III settlement; b – Alakul burial ground; c – Malaya Berezovaya-4 settlement; d – Bolshaya Berezovaya-2 settlement; e – Kulevchi III settlement

Таблица 4. Атрибуция продуктов, которые готовились/хранились в сосудах могильника Звягино-1 по данным ГХ-МС и фосфатного метода

Table 4. Attribution of the foods prepared/stored in the vessels from the Zvyagino-1 burial ground based on GC-MS and phosphate analysis data

№	Шифр образца	P/S (соотношение пальмитиновой и стеариновой кислот)	P/M соотношение пальмитиновой и миристиновой кислот)	Возможная атрибуция липидного состава
1	338з/143	1,28	9,43	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
2	338з/86	0,98	6,97	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
3	338з/83	0,83	10,20	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
4	338з/53а	0,58	14,83	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
5	338з/53б	0,86	13,98	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
6	338з/61	0,94	8,77	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)
7	338з/37	0,87	8,48	Жиры животного происхождения (жвачные парнокопытные)

вид жертвенников характерен для синташтинской, петровской и алакульских культурных традиций) показатели стабильных изотопов азота и углерода почти полностью соответствуют особям КРС с поселения Звягино-4 и совпадают с выборкой КРС с алакульских памятников. Анализ костей лошадей продемонстрировал схожую картину, где особь из кургана 7 совпадает с диапазоном нормальных значений для алакульской серии измерений, в то время как лошадь из кургана 1 (рис. 4) также имеет самые низкие показатели азота во всей выборке (2,29‰; -20,37‰) и по данным статистического анализа является выбросом, поскольку по показателю азота выходит за пределы диапазона нормальных значений (от 2,36 до 7,16‰), в то время как показатели углерода укладываются в интервал (от -22,59‰ до -19,39‰).

### Обсуждение

Попытка детальной атрибуции при сопоставлении с известными базами данных [Азаров и др., 2021. С. 24–25; Хорькова и др., 2020. С. 126] показывает, что по соотношению пальмитиновой и стеариновой кислот жиры могли принадлежать

диким (олень, косуля или лось) или домашним (КРС, МРС) жвачным копытным. Вопрос атрибуции сложно решить однозначно, ведь в пользу каждой из версий можно привести ряд косвенных аргументов. В пользу определения их как жиров МРС свидетельствует тот факт, что кости МРС встречаются в погребениях могильника Звягино-1 (табл. 6) и в материалах других федоровских некрополей [Стефанов, Корочкова, 2006; Усманова, 2005]. Эта интерпретация более предпочтительна, если следовать «lex parsimoniae»<sup>2</sup>. Также необходимо указать, что в могильниках алакульской и федоровской культур кости диких копытных единичны [Виноградов и др., 2020. С. 482] и не составляют серий. На ближайшем к могильнику и хронологически синхронном с ним поселении алакульской культуры Звягино-4 присутствует незначительное количество костей диких копытных (0,1% от остеологической выборки) [Алаева, Рассадников, 2025. С. 46]. В пользу версии о приготовлении мяса диких животных может свидетельствовать содержание ненасыщенных жирных кислот (C15:0 и C17:0), превышающих значения,



Рис. 4. Кости домашних животных в могильнике Звягино-1.

1 – ребра лошади в углу погребения 1 кургана 1; 2 – жертвенник №1 (череп и дистальные конечности коровы) на подкурганной площадке кургана 7

Fig. 4. Domestic animal bones in the Zvyagino-1 burial ground.

1 – horse ribs in the corner of burial 1, mound 1; 2 – offering No. 1 (cow skull and distal limb bones) on the sub-mound surface of mound 7

Таблица 5. Содержание углерода и подвижных фосфатов в почве из сосудов могильника Звягино-1  
Table 5. Carbon and available phosphate content in the soil from the vessels of the Zvyagino-1 burial ground

Образец грунта	Подвижные фосфаты по Мачигину, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100г почвы	Углерод органический, C орг., %	Гумус, %
Курган 1, яма 1			
Верх сосуда	6,118	2,82	4,86
Низ сосуда	8,884	2,18	3,76
Курган 2, яма 2			
Верх сосуда	8,73	0,54	0,93
Низ сосуда	25,824	0,58	1,00

<sup>2</sup> Принцип бережливости, или закон экономии, также известный как «бритва Оккама».

характерные для мяса домашних копытных [Азаров и др., 2021. С. 24]. Но стоит учитывать, что привлекаемые для сравнения базы данных по ГХ-МС используют результаты анализов современных домашних животных. Сходные значения ненасыщенных жирных кислот также отмечены в пригарах на алакульских сосудах поселения Воровская Яма, жирокислотный состав которых рассматривается как принадлежащий домашним жвачным копытным животным [Анкушева и др., 2025]. Все эти факты указывают на то, что продукты охоты играли незначительную роль в диете населения позднего бронзового века, но, конечно, полностью не отрицают самой возможности использования мяса диких копытных для приготовления ритуальной пищи, используемой в погребальном обряде.

Показатели соединений фосфора в соответствии со шкалой для реконструкции продуктов [Демкин, Демкина, Удальцов, 2014. С. 151] позволяют констатировать, что в сосуде из кургана 1 могли находиться мясные продукты, субпродукты, молочные или кисломолочные продукты. Примечательно, что данные газовой хроматографии также указывают на присутствие липидов, характерных для пищи животного происхождения как в пригаре на поверхности сосуда, так и в керамическом тесте. Сосуд из кургана 2 более сложен для интерпретации, поскольку данные фосфатного анализа могут обозначать нахождение в нем наркотического вещества, вероятно, растительного происхождения [Демкин, Демкина, Удальцов, 2014. С. 151]. Для бронзового века Южного Урала пока нет доказанных фактов употребления населением наркотических веществ. Однако, вариант с растительным содержимым не может быть единственной возможной интерпретацией, поскольку известно,

что относительно высокие концентрации фосфора могут встречаться, например, в сыре [Демкин, Демкина, Удальцов, 2014. С. 150] и, вероятно, других ферментированных молочных продуктах. При этом, данные ГХ-МС фиксируют наличие липидов животного происхождения в этом образце. В связи с этим анализ содержания фосфора в грунте может определить, находилось ли в сосудах какое-то органическое вещество, в момент помещения, нахождения и в процессе археологизации, однако достоверно определить характер вещества, используя только этот метод, вряд ли возможно.

Таким образом, предполагается, что для приготовления пищи в сосудах вероятнее всего использовалась продукция животноводства: мясо, субпродукты, жир и молочные продукты, полученные от крупных и мелких жвачных копытных. По данным ГХ-МС КРС, козы и овцы часто не могут быть достоверно разделены и иллюстрируют тенденции в рамках общего «градиента». Большинство анализируемых измерений (кроме 338з/143) имеют довольно низкое соотношение палмитиновой и стеариновой кислот, что позволяет предположить, что они скорее всего принадлежат мелким копытным (достоверно разделить являлись они дикими или домашними проблематично). Хотя указанные значения соответствуют, скорее, жировым тканям КРС, коз и овец, не стоит полностью отрицать и возможность присутствия в этих сосудах молочных и кисломолочных продуктов, поскольку со временем молочный жир может преобразоваться до жирных кислот, характерных для жировых тканей этих животных [Evershed et al., 2002].

Любопытно, что у одного из сосудов, кроме исследования керамического теста шейки сосуда, также был изучен липидный состав пригара на

Таблица 6. Кости животных могильника Звягино-1 (остеологические определения выполнены к.г.-м.н. Л.Л. Гайдученко и к.и.н. А.Ю. Рассадниковым)

Table 6. Animal bones from the Zvyagino-1 burial ground (osteological identifications obtained by Candidate of Geological and Mineralogical Sciences L.L. Gaiduchenko and Candidate of Historical Sciences A.Yu. Rassadnikov)

Курган	Яма	Животное	Части скелета	Возраст и пол
1	1	Лошадь	3 целых ребра	-
2	1	-	-	-
	2	КРС	1 фрагмент тазовой, 3 фрагмента бедренной кости	Бык/вол
	3	-	-	-
3	1	-	-	-
4	1	МРС	1 фрагмент плюсневой кости	-
5	1	МРС (?)	3 фрагмента трубчатых (?) костей	-
6	1	-	-	-
7	Жертвенник 1	КРС	Череп и кости дистального отдела четырех конечностей	Корова, 4-8 лет
	Жертвенник 2	МРС	1 фрагмент тазовой кости, 4 фрагмента бедренной кости	-
	1	Лошадь	1 фрагмент тазовой кости	-
	2	КРС/ Лошадь (?)	Фрагмент кости таза	-
8	1	-	-	-
9	1	?	Фрагмент неопределимой кости	-
	2	-	-	-
10	1	-	-	-

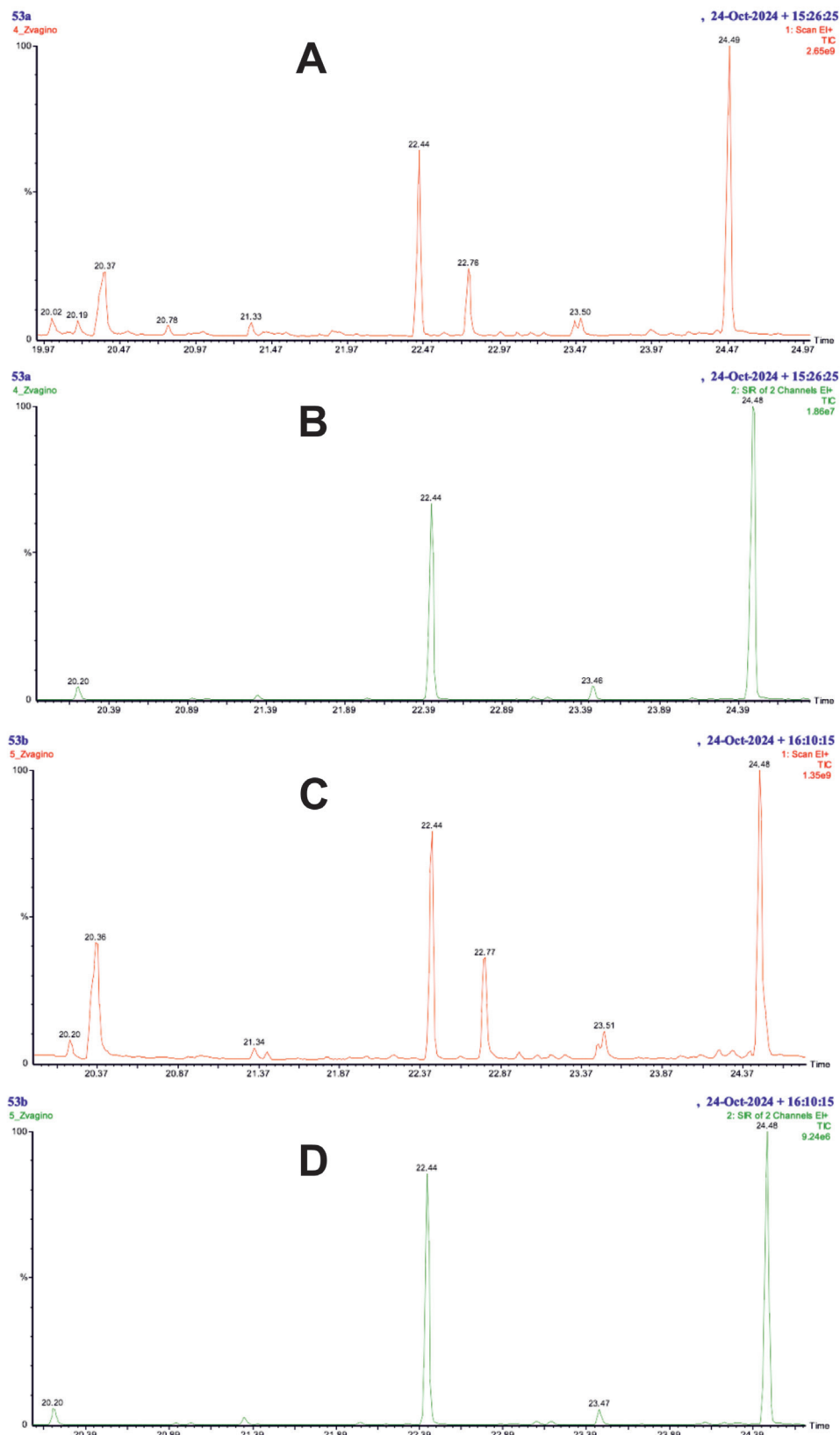


Рис. 5. Могильник Звягино-1. Хроматограммы двух образцов, отобранных от сосуда из погребения 1 кургана 1. *A* – хроматограмма для образца 53а в режиме сканирования масс TIC; *B* – хроматограмма для образца 53а в режиме регистрации избранных ионов SIR; *C* – хроматограмма для образца 53б в режиме сканирования масс TIC; *D* – хроматограмма для образца 53б в режиме регистрации избранных ионов SIR

Fig. 5. Chromatograms of two samples taken from the vessel from burial 1, mound 1. *A* – Chromatogram for sample 53a in TIC (Total Ion Current) scan mode; *B* – Chromatogram for sample 53a in SIR (Selected Ion Recording) mode; *C* – Chromatogram for sample 53b in TIC scan mode; *D* – Chromatogram for sample 53b in SIR mode

внутренней стороне тулова (рис. 5). Измерения несколько разошлись, образец пригара демонстрирует схожий с остальной серией липидный состав, в то время как фрагмент шейки имеет самое низкое отношение P/S в обсуждаемой выборке. Также для образца под шифром 53а характерны самые низкие значения пентадекановой и пальмитиновой кислот, при довольно высоких значениях стеариновой. Причины обозначенной разницы в сигнале двух образцов затруднительно интерпретировать как следствие приготовления множества различных продуктов в одном сосуде, поскольку жвачные травоядные копытные имеют один из самых низких показателей соотношения P/S среди доступных первобытному человеку пищевых ресурсов. Опираясь на базы данных, нам все равно следует признать в образце 53а нахождение жиров, характерных для жвачных парнокопытных. Маловероятно, что сосуд использовался множество раз для приготовления исключительно баранины (или мяса диких животных), более вероятно, что его использование было ограничено только процессом приготовления напутственной пищи. Этот факт возвращает к дискуссии, являлась ли федоровская керамика бытовой или ритуальной, что способно объяснить её редкость в культурном слое поселений Южного Зауралья.

Полученные результаты позволяют реконструировать особенности погребального ритуала федоровской культуры, в котором, как и видимо в повседневной жизни, большую роль должны были играть продукты животноводства. Любопытно, что большинство образцов демонстрируют принадлежность скорее к мелким копытным, нежели крупным, в то время как в кухонных остатках поселения Звягино-4, где была найдена также и керамика с федоровскими чертами [Васючков, 2019. С. 40], кости КРС количественно превосходят МРС (49,2% против 41,5% от общего количества определимых до вида костей животных) [Алаева, Рассадников, 2025. С. 46], учитывая большой вес КРС, эта разница должна быть еще выше. Сложно сказать, является ли это свидетельством целенаправленного выбора баранины и козлятины для приготовления напутственной пищи, особенно с учетом ограниченного объема выборки при отсутствии данных ГХ-МС по алакульской погребальной посуде. Можно предположить, что такое смещение в сторону МРС может отражать реальную статистику более частого потребления туш овец или коз в сравнении с КРС в обсуждаемый период бронзового века, или следует рассматривать как прагматичный подход в желании урезать расходы социума на погребальный обряд, что резко контрастирует с более ранними синташтинскими комплексами.

При сравнении с измерениями коллагена домашних животных других алакульских памятников наблюдаемая разница по показателям азота подтверждаемая статистикой (робастным методом

на основе распределения Коши) может означать, что животные из курганов 1 и 2 могли выпасаться в других экологических условиях (питались растениями с более низкими значениями изотопов азота – бобовыми или росшими на затененных и/или более влажных участках или, что маловероятно, получать часть питания в условиях стойлового содержания), нежели животные из кургана 7 и с поселения Звягино-4. Сходность измерений для животных из кургана 7 и поселения, вкупе с синхронностью существования памятников по данным радиоуглеродного датирования и присутствия «федоровской» керамики на площадке поселения, позволяет предположить интегрированность федоровских групп в алакульский социум и наоборот. Этот тезис также хорошо демонстрирует биритуализм некоторых погребальных комплексов в Южном Зауралье, совмещающих федоровские и алакульские традиции [Стефанов, Корочкова, 2006; Усманова, 2005. С. 224]. Однако какую-то степень сепарации от алакульских сообществ можно увидеть в отличиях изотопных сигналов домашних животных из наиболее крупных курганов 1 и 2 от остальной выборки.

Перечисленные в рамках статьи интерпретации демонстрируют картину двух одновременно существующих культурных традиций, на первый взгляд не имеющих сильных различий в повседневной диете и пище даже в контексте погребального обряда, которая во многом видимо отражала скотоводческий уклад экономики. Взаимопроникновение культурных традиций могло быть обусловлено нахождением групп населения в одной экологической нише при идентичной экономической модели, на что указывают части туш домашнего скота в могильнике (и вид их размещения), значения азота и углерода в этих костных останках, и выбор баранины или козлятины в качестве напутственной пищи.

### Заключение

Данные ГХ-МС позволяют верифицировать результаты фосфатного анализа, а также детальнее установить перечень продуктов, готовившихся или хранившихся в исследуемом сосуде. Сравнение анализа пригара и керамического теста не выявило разницы в значениях, этот факт указывает на то, что в нем велось вероятно только приготовление напутственной пищи. Жиры в керамическом тесте и пригаре с поверхности сосуда принадлежали жвачным парнокопытным, что позволяет предположить, что в качестве пищи в федоровском погребальном обряде на территории Южного Зауралья доминировала продукция животноводства. Соединения подвижного фосфора в грунте главным образом позволяют установить наличие органики в сосуде. Однако значения фосфора могут остаться как от продуктов питания, так и от других объектов, попавших в емкость в процессе археологизации.

Судя по всему, для данного коллектива не характерна сепарация носителей федоровских традиций, по крайней мере, в выборе напутственной пищи. Анализ алакульской погребальной керамики позволит изучить этот вопрос более детально. Следует предположить, что федоровский погребальный обряд отражает ряд доступных для них продуктов, являющихся частью их повседневной диеты. По своим характеристикам эта пища зачатую не отличается от той, которая может быть ре-

конструирована и для носителей алакульских традиций. Анализ изотопов азота и углерода в костях домашнего скота продемонстрировал, что некоторые животные из комплексов могильника имеют схожий изотопный сигнал со скотом из культурного слоя ближайшего алакульского поселения, этот факт также может свидетельствовать о взаимодействии между алакульской и федоровской культурными группами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Алаева И.П., Рассадников А.Ю., 2025. Археозоология поселения алакульской культуры Звягино-4 в контексте разных культурных отложений, *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, № 2 (69), с. 42–57. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-69-2-4>

Анкушева П.С., Алаева И.П., Садыков С.А., Ын Ч.Я., Анкушев М.Н., Зазовская Э.П., Рассадников А.Ю., 2021. «Степные коридоры» алакульских скотоводов: результаты изотопных и палеоботанических исследований на поселении Чебаркуль III, *Уральский исторический вестник*, № 3 (72), с. 26–38. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3\(72\)-26-38](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38)

Анкушева П.С., Рассадников А.Ю., Васючков Е.О., Данилов Д.А., Андрияйтес А.А., Епимахов А.В., 2025. Система питания горняков бронзового века Южного Зауралья, *Российские нанотехнологии*, т. 20, № 5, с. 622–636. <https://doi.org/10.56304/S1992722325600655>

Аринушкина Е.В., 1970. *Руководство по химическому анализу почв*. М.: МГУ, 488 с.

Бондаренко А.В., 2014. Нарушенные погребения эпохи бронзы Зауралья и Западной Сибири (По материалам федоровской культуры), *Труды (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани*. Т. 1. Казань: Отечество, с. 539–542.

Булакова Е.А., Карапетян М.К., Киселева Д.В., Шарапова С.В., Якимов А.С., 2021. Погребальная посуда и пищевые стратегии в древности, *Уральский исторический вестник*, № 4 (73), с. 60–70. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-4\(73\)-60-70](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-4(73)-60-70)

Васючков Е.О., 2019. Типология керамического комплекса алакульской культуры поселения Звягино-4, *LI Урало-Поволжская археологическая студенческая конференция: материалы всеросс. (с междунар. участием) конф. студентов, аспирантов и молодых ученых 05–08 февраля 2019 года*. Курган: КГУ, с. 39–40.

Васючков Е.О., Анкушева П.С., Киселева Д.В., Новиков И.К., Турчинская С.М., Епимахов А.В., 2024. Алакульский могильник: история формирования по результатам изотопного анализа, *Российские нанотехнологии*, т. 19, № 5, с. 580–594. <https://doi.org/10.56304/S1992722324601903>

Валавин Н.А., 2023. Керамика федоровской культуры в материалах поселений Южного Зауралья, *LIV Урало-Поволжская археологическая конференция студентов и молодых ученых: Материалы Всероссийской науч. конф., посвящ. 50-летию Камско-Вятской археологической экспедиции 01–03 февраля 2023 года*. Ижевск: Удмуртский университет, с. 37–39.

Виноградов Н.Б., Берсенева Н.А., Алаева И.П., Алентьев А.М., Блинов И.А., Галибин В.А., Епимахов А.В., Илюшина В.В., Китов Е.П., Косинцев П.А., Рассомахин М.А., 2020. *Кулевчи VI – могильник позднего бронзового века в Южном Зауралье*. Челябинск: ЮУрГГПУ, 556 с.

Григорьев С.А., 2000. *Бронзовый век. Древняя история Южного Зауралья. Т. I. Каменный век. Эпоха бронзы*. Челябинск: ЮУрГУ, с. 241–442.

Демкин В.А., Демкина Т.С., 2000. Возможности определения погребальной пищи в керамических сосудах из курганов бронзового и раннежелезного веков, *Этнографическое обозрение*, № 4, с. 73–81.

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

Епимахов А.В., Алаева И.П., 2024. Радиоуглеродная хронология федоровской культуры бронзового века (новые материалы по старой проблеме), *Археология, этнография и антропология Евразии*, т. 52, № 2, с. 55–64. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>

Епимахов А.В., Епимахова М.Г., 2002. Поселение Каменная Речка III на реке Уй (проблемы культурной атрибуции памятников поздней бронзы), *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, № 4, с. 96–105.

Зданович Г.Б., 1988. *Бронзовый век урало-казахстанских степей (основы периодизации)*. Свердловск: УрГУ, 184 с.

- Корочкова О.Н., 2021. Андроновская общность: модель сложения, *Древние культуры Монголии, Южной Сибири и Северного Китая: Материалы XI Междунар. науч. конф., Абакан, 08–11 сентября 2021 года*. Абакан: ИИМК РАН, с. 69–73. <https://doi.org/10.31600/978-5-907298-19-4.69-73>
- Кузьмин Я.В., 2017. *Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях*. Томск: ТГУ, 396 с.
- Матвеев А.В., Ларина Н.С., Костомарова Ю.В., Киктенко Е.В., 2010. Результаты изучения пригаров и почв из сосудов алакульской культуры Хрипуновского могильника, *Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates*, № 1, с. 12–20.
- Пожидаев В.М., Сергеева Я.Э., Слушная И.С., Кашкаров П.К., Яцишина Е.Б., 2017. Применение метода газовой хроматографии для уточнения атрибуции древнего глиняного сосуда, *Бутлеровские сообщения*, т. 52 (12), с. 73–81.
- Сальников К.В., 1940. Андроновский курганный могильник у с. Федоровки Челябинской области, *Археологические материалы Урала и Прикамья*. М: АН СССР, с. 58–67. (МИА. № 1)
- Сальников К.В., 1948. К вопросу о стадиях в памятниках андроновской культуры Зауралья, *Первое Уральское археологическое совещание. Доклады научных конференций Молотовского гос. ун-та*. Вып. 1–4, Молотов: Молотовский ГУ, с. 21–26.
- Стефанов В.И., Корочкова О.Н., 2006. *Урефты I: зауральский памятник в андроновском контексте*. Екатеринбург: УрФУ, 160 с.
- Усманова Э.Р., 2005. *Могильник Лисаковский I: факты и параллели*. Караганда: КарГУ, 232 с.
- Хорькова А.Н., Домрачева Д.Н., Данилов Д.А., Киселева Д.В., Дубягина Е.В., 2020. Хроматографические методы исследования органических остатков в керамике, *Геоархеология и археологическая минералогия*, т. 7. Миасс; Челябинск: ЮУрГГПУ, с. 125–127.
- Шишлина Н.И., Кузнецова О.В., Севастьянов В.С., Зазовская Э.П., Занина О.Г., 2024. Изотопный состав содержимого сосудов эпохи бронзы: верификация полученных результатов, *КСИА*, № 274, с. 406–424. <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.406-424>
- Ankushhev M.N., Alaeva I.P., Ankusheva P.S., Artemyev D.A., Blinov I.A., Epimakhov A.V., Vinogradov N.B., Zazovskaya E.P., 2025. New data on the chronology, composition of copper-base artifacts and the organization of the Alakul metal production in the Southern Trans-Urals Bronze Age settlements, *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 17, № 228. <https://doi.org/10.1007/s12520-025-02347-8>
- Archaeology..., 2015, *Archaeology of Food: an encyclopedia*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, 601 p.
- Condamine J., Formenti F., Metais M.O., Mishel M., Blond P., 1976. Application of gas-chromatography to the tracing of oil in Ancient Amphorae, *Archaeometry*, vol. 18, iss. 2, pp. 195–201.
- Chernysheva E., Kashirskaya N., Demkina E., Khomutova T., Plekhanova L., Borisov A., 2025. Organic grave good-related soil microorganisms: Read-out of soil biological memory for archaeological research, *Catena*, vol. 254. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108955>
- Evershed R.P., 2008. Experimental approaches to the interpretation of absorbed organic residues in archaeological ceramics, *World Archaeology*, № 40 (1), pp. 26–47. <https://doi.org/10.1080/00438240801889373>
- Evershed R.P., Dudd S.N., Copley M.S., Berstan R., Stott A.W., Mottram H., Buckley S.A., Crossman Z., 2002. Chemistry of Archaeological Animal Fats, *Accounts of Chemical Research*, vol. 35, pp. 660–668.
- Epimakhov A., Zazovskaya E., Alaeva I., 2024. Migrations and Cultural Evolution in the Light of Radiocarbon Dating of Bronze Age Sites in the Southern Urals, *Radiocarbon*, vol. 66, № 6, pp. 1580–1594. <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>
- Kashirskaya N.N., Chernysheva E.V., Udaltsov S.N., Plekhanova L.N., 2023. Lipase and Esterase Activity in Soils from Ancient Burial Vessels, *Biophysics*, vol. 68, № 6, pp. 996–1003. <https://doi.org/10.1134/S000635092306009X>
- Patrick M., Dekoning A.J., Smith A.B., 1985. Gas-Liquid Chromatographic Analysis of Fatty-Acids in Food Residues from Ceramics Found in the Southwestern Cape, South-Africa, *Archaeometry*, vol. 27, pp. 231–236.
- Peters K.E., Walters C.C., Moldovan J.M., 2005. *The Biomarker guide. Vol. 1: Biomarkers and isotopes in the environment and human history*. Cambridge: Cambridge university Press, 492 p.
- Roffet-Salque M., Banecki B., Evershed R.P., 2021. *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, pp. 365–372.
- Svyatko S.V., Schulting R.J., Mallory J., Murphy E.M., Reimer P.J., Khartanovich V.I., Chistov Y.K., Sablin M.V., 2013. Stable isotope dietary analysis of prehistoric populations from the Minusinsk Basin, Southern Siberia, Russia: a new chronological framework for the introduction of millet to the eastern Eurasian steppe, *Journal Archaeological Science*, № 40, pp. 3936–3945.

## REFERENCES

- Azarov, E., Pojidaev, V.M., Borisevich, I., Babichenko, N., Yatsishina, E.B., 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”, *Russian archeology*, no. 2, pp. 19–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S086960630009758-2>

- Alaeva, I.P., Rassadnikov, A.Yu., 2025, “Archaeozoology of the Zvyagino-4 settlement of the Alakul culture in the context of different cultural deposits”, *Vestnik Archeologii, Antropologii i Etnografii*, no. 2 (69), pp. 42–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-69-2-4>
- Ankusheva, P.S., Alaeva, I.P., Sadykov, S.A., Ng, Ya.Ch., Ankushev, M.S., Zazovskaya, E.P., Rassadnikov, A.Yu., 2021, “Steppe corridors” of Alakul pastoralists: Isotope and paleobotanical studies at the Cherbarkul III settlement”, *Ural Historical Journal*, no. 3 (72), pp. 26–38. (In Russ.) [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3\(72\)-26-38](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38)
- Ankusheva, P.S., Rassadnikov, A.Yu., Vasyuchkov, E.O., Danilov, D.A., Andriyaytes, A.A., Epimakhov, A.V., 2025, “The Nutrition System of the Bronze Age Miners in the Southern Trans-Urals”, *Nanobiotechnology Reports*, vol. 20, no. 5, pp. 555–568. (In Russ.) <https://doi.org/10.56304/S1992722325600655>
- Arinushkina, E.V., 1970, *Manual on chemical analysis of soils*. MGU, Moscow, 488 p. (In Russ.)
- Bondarenko, A.V., 2014, “Disturbed burials of the bronze age in the Urals and Western Siberia (on materials of the Fedorov culture)”, *Proceedings of the (XX) All-Russian Archaeological Congress in Kazan*. Vol. I, Otechestvo, Kazan, pp. 539–542. (In Russ.)
- Bulakova, E.A., Karapetian, M.K., Kiseleva, D.V., Sharapova, S.V., Yakimov, A.S., 2021, “Funeral ware and dietary strategies in the past”, *Ural Historical Journal*, no. 4 (73), pp. 60–70. (In Russ.) [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-4\(73\)-60-70](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-4(73)-60-70)
- Vasyuchkov, E.O., 2019, “Typology of the ceramic complex of the Alakul culture of the Zvyagino-4 settlement”, *LIUral-Volga Archaeological Student Conference: proceedings of the All-Russian (with international participation) conference of students, postgraduates and young scientists, February 5–8*, KGU, Kurgan, pp. 39–40. (In Russ.)
- Vasyuchkov, E.O., Ankusheva, P.S., Kiseleva, D.V., Novikov, I.K., Turchinskaya, S.M., Epimakhov, A.V., 2024, “The Alakul Cemetery: Formation History Based on Isotopic Analysis”, *Nanobiotechnology Reports*, vol. 19, no. 5, pp. 483–496. (In Russ.) <https://doi.org/10.56304/S1992722324601903>
- Valavin, N.A., 2023, “Ceramics of the Fedorovka culture in the materials of the Southern Trans-Urals settlements”, *LVUral-Volga Archaeological Conference of Students and Young Scientists: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference Dedicated to the 50th Anniversary of the Kama-Vyatka Archaeological Expedition, February 1–3, 2023*, Udmurt University, Izhevsk, pp. 37–39. (In Russ.)
- Vinogradov, N.B., Berseneva, N.A., Alaeva, I.P., Alentyev, Y.M., Blinov, I.A., Galibin, V.A., Epimakhov, A.V., Ilyushina, V.V., Kitov, E.P., Kosintsev, P.A., Rassomakhin, M.A., 2020, *Kulevchi VI – a burial ground of the Late Bronze Age in Southern Trans-Urals*, YuUrGGPU, Chelyabinsk, 556 p. (In Russ.)
- Grigoriev, S.A., 2000, *Bronze Age. Ancient History of the Southern Trans-Urals. Vol. I. Stone Age. Bronze Age*. YuUrGU, Chelyabinsk, pp. 241–442. (In Russ.)
- Demkin, V.A., Demkina, T.S., 2000, “New means for the reconstruction of funeral foods found in the ceramic vessels from Bronze and Early Iron age kurgans”, *Ethnographic Review*, no. 4, pp. 73–81. (In Russ.)
- 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 Archeologii, Antropologii i Etnografii*, no. 2 (25), pp. 148–159. (In Russ.)
- Epimakhov, A.V., Epimakhova, M.G., 2002, “The Kamennaya Rechka III settlement on the Uj River: issues of cultural attribution of Late Bronze Age archaeological sites”, *Vestnik Archeologii, Antropologii i Etnografii*, no. 4, pp. 96–105. (In Russ.)
- Epimakhov, A.V., Alaeva, I.P., 2024, “Radiocarbon Chronology of the Bronze Age Fedorovka Culture (New Data Relevant to an Earlier Problem)”, *Archaeology*, *Ethnology & Anthropology of Eurasia*, vol. 52, no. 2, pp. 55–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>
- Zdanovich, G.B., 1988, *Bronze Age of the Ural-Kazakhstan Steppes (Fundamentals of Periodization)*. UrGU, Sverdlovsk, 184 p. (In Russ.)
- Korochkova, O.N., 2021, “The Andronovo community: a model of formation”, *Ancient Cultures of Mongolia, Southern Siberia and Northern China: Proceedings of the XI International Scientific Conference, Abakan, September 8–11, 2021*, IIMK RAN, Abakan, pp. 69–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.31600/978-5-907298-19-4.69-73>
- Kuzmin, Ya.V., 2017, *Geoarchaeology: methods of natural sciences in archaeological research*. Tomsk, TGU, 396 p. (In Russ.)
- Matveyev, 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”, *Tyumen State University Bulletin. Humanities Research. Humanities*, no. 1, pp. 12–20. (In Russ.)
- Pojidaev, V.M., Sergeeva, Ya.E., Slushnaya, I.S., Kashkarov, P.K., Yatsishina, E.B., 2017, “Application of gas-chromatography to clarify the attribution of the ancient clay vessel”, *Butlerov communications*, vol. 52 (12), pp. 73–81. (In Russ.)
- Salnikov, K.V., 1940, “Andronovo burial mound cemetery near the village of Fedorovka, Chelyabinsk Region”, *Archaeological Materials of the Urals and Kama Region*, AN USSR, Moscow, pp. 58–67. (MIA, no. 1). (In Russ.)
- Salnikov, K.V., 1948, “On the question of stages in the sites of the Andronovo culture of the Trans-Urals”, *First Ural Archaeological Conference. Proceedings of Scientific Conferences of Molotov State University*, iss. 1–4, Molotov GU, Molotov, pp. 21–26. (In Russ.)
- Stefanov, V.I., Korochkova, O.N., 2006, *Ureftly I: a Trans-Ural site in the Andronovo context*. UrFU, Ekaterinburg, 160 p. (In Russ.)

- Usmanova, E.R., 2005, *Lisakovskiy I Cemetery: facts and parallels*. KarGU, Karaganda, 232 p. (In Russ.)
- Khorkova, A.N., Domracheva, D.N., Danilov, D.A., Kiseleva, D.V., Dubyagina, E.V., 2020, "Chromatographic methods for the study of organic residues in ceramics", *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*, vol. 7, YuUrGGPU, Miass, Chelyabinsk, pp. 125–127. (In Russ.)
- Shishlina, N.I., Kuznetsova, O.V., Sevastyanov, V.S., Zazovskaya, E.P., Zanina, O.G., 2024, "The isotopic composition of the contents of the Bronze Age vessels: results verification", *KSIА*, no. 274, pp. 406–424. (In Russ.) <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.406-424>
- Ankushev, M.N., Alaeva, I.P., Ankusheva, P.S., Artemyev, D.A., Blinov, I.A., Epimakhov, A.V., Vinogradov, N.B., Zazovskaya, E.P., 2025, "New data on the chronology, composition of copper-base artifacts and the organization of the Alakul metal production in the Southern Trans-Urals Bronze Age settlements", *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 17, no. 228. <https://doi.org/10.1007/s12520-025-02347-8>
- Archaeology..., 2015, *Archaeology of Food: an encyclopedia*. Rowman & Littlefield Publishers, Lanham, 601 p.
- Condamine, J., Formenti, F., Metais, M.O., Mishel, M., Blond, P., 1976, "Application of gas-chromatography to the tracing of oil in Ancient Amphorae", *Archaeometry*, vol. 18, iss. 2, pp. 195–201.
- Chernysheva, E., Kashirskaya, N., Demkina, E., Khomutova, T., Plekhanova, L., Borisov, A., 2025, "Organic grave good-related soil microorganisms: Read-out of soil biological memory for archaeological research", *Catena*, vol. 254. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108955>
- Evershed, R.P., Dudd, S.N., Copley, M.S., Berstan, R., Stott, A.W., Mottram, H., Buckley, S.A., Crossman, Z., 2002, "Chemistry of Archaeological Animal Fats", *Accounts of Chemical Research*, vol. 35, pp. 660–668.
- Evershed, R.P., 2008, "Experimental approaches to the interpretation of absorbed organic residues in archaeological ceramics", *World Archaeology*, no. 40 (1), pp. 26–47. <https://doi.org/10.1080/00438240801889373>
- Epimakhov, A., Zazovskaya, E., Alaeva, I., 2024, "Migrations and Cultural Evolution in the Light of Radiocarbon Dating of Bronze Age Sites in the Southern Urals", *Radiocarbon*, vol. 66, no. 6, pp. 1580–1594. <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>
- Kashirskaya, N.N., Chernysheva, E.V., Udaltsov, S.N., Plekhanova, L.N., 2023, "Lipase and Esterase Activity in Soils from Ancient Burial Vessels", *Biophysics*, vol. 68, no. 6, pp. 996–1003. <https://doi.org/10.1134/S000635092306009X>
- Patrick, M., Dekoning, A.J., Smith, A.B., 1985, "Gas-Liquid Chromatographic Analysis of Fatty-Acids in Food Residues from Ceramics Found in the Southwestern Cape, South-Africa", *Archaeometry*, vol. 27, pp. 231–236.
- Peters, K.E., Walters, C.C., Moldowan, J.M., 2005, *The Biomarker guide. Vol. 1: Biomarkers and isotopes in the environment and human history*. Cambridge university Press, Cambridge, 492 p.
- Roffet-Salque, M., Banecki, B., Evershed, R.P., 2021, *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*. Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn, pp. 365–372.
- Svyatko, S.V., Schulting, R.J., Mallory, J., Murphy, E.M., Reimer, P.J., Khartanovich, V.I., Chistov, Y.K., Sablin, M.V., 2013, "Stable isotope dietary analysis of prehistoric populations from the Minusinsk Basin, Southern Siberia, Russia: a new chronological framework for the introduction of millet to the eastern Eurasian steppe", *Journal Archaeological Science*, no. 40, pp. 3936–3945.

---

#### Сведения об авторах

**Егор Олегович Васючков**, Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Российская Федерация, г. Миасс. E-mail: vasiuchkoveo@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8322-5835, Scopus ID: 57219140987

**Ирина Павловна Алаева**, кандидат исторических наук, Институт истории и археологии УрО РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Российская Федерация, г. Челябинск. E-mail: alaevaira@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8322-5835, Scopus ID: 57219140987

**Анастасия Андреевна Андрияйтес**, Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: andriyaytes11@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1107-4240

**Данил Анатольевич Данилов**, кандидат химических наук, Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: daniilnad@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7886-7147, Scopus ID: 23491990100

**Людмила Николаевна Плеханова**, кандидат биологических наук, доцент, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН им. В.А. Ковды, Российская Федерация, г. Пушкино. E-mail: Dianthus1@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3611-7783, Scopus ID: 9244814100

**Алексей Юрьевич Рассадников**, кандидат исторических наук, Институт истории и археологии УрО РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: ralu87@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3772-303X, Scopus ID: 57211080987

### Information About the Authors

**Egor O. Vasyuchkov**, South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of RAS, Russian Federation, Miass. E-mail: vasiuchkoveo@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8322-5835, Scopus ID: 57219140987

**Irina P. Alaeva**, Cand. Sc. (History), Institute of History and Archeology Ural Branch of RAS, Russian Federation, Yekaterinburg; South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Russian Federation, Chelyabinsk. E-mail: alaevaira@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8322-5835, Scopus ID: 57219140987

**Anastasia A. Andriyaytes**, Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: andriyaytes11@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1107-4240

**Danil A. Danilov**, Cand. Sc. (Chemistry), Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: daniilinad@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7886-7147, Scopus ID: 23491990100

**Lyudmila N. Plekhanova**, Cand. Sc. (Biology), associate professor, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Russian Federation, Pushchino. E-mail: Dianthus1@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3611-7783, Scopus ID: 9244814100

**Alexey Yu. Rassadnikov**, Cand. Sc. (History), Institute of History and Archeology Ural Branch of RAS, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: ralu87@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3772-303X, Scopus ID: 57211080987

#### Авторский вклад:

**Е.О. Васючков** – разработка концепции, проведение исследования, написание черновика рукописи, формальный анализ

**И.П. Алаева** – проведение исследования, визуализация, предоставление ресурсов

**А.А. Андрияйтес** – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование

**Д.А. Данилов** – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование

**Л.Н. Плеханова** – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование

**А.Ю. Рассадников** – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

#### Authors' contributions:

**E.O. Vasyuchkov** – conceptualization, investigation, writing – original draft preparation, formal analysis

**I.P. Alaeva** – investigation, visualization, resources

**A.A. Andriyaytes** – investigation, writing – review & editing

**D.A. Danilov** – investigation, writing – review & editing

**L.N. Plekhanova** – investigation, writing – review & editing

**A.Yu. Rassadnikov** – investigation, writing – review & editing

**Conflict of interests:** the authors declare the absence of conflict of interests