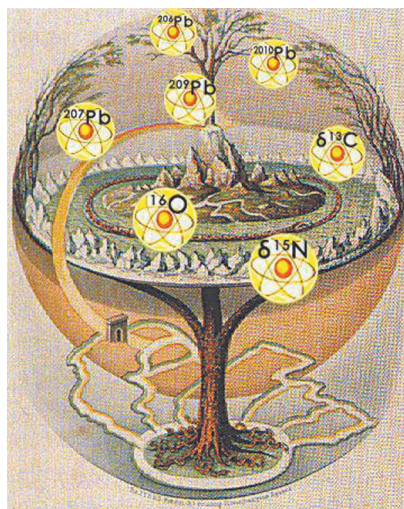


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ

БЮЛЛЕТЕНЬ
ВСЕРОССИЙСКОГО СЕМИНАРА

**СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ В
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ:
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
И ИСТОРИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА**



Материалы VIII заседания
(21–22 апреля 2026 г.)



Москва
2026

УДК 902/904
ББК 63.4
Б98

**Утверждено к печати Ученым советом
Института археологии Российской академии наук**

Ответственный редактор
член-корр. РАН, д. и. н. М. В. Добровольская

Рецензенты:
д. и. н. Д. С. Коробов
к. б. н. Н. Я. Березина

Составители:
к. и. н. Н. Г. Свиркина, В. И. Данилевская

Б98 **Бюллетень Всероссийского семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика»**. Материалы VIII заседания. – М.: ИА РАН, – 2026. 80 с.

ISBN 978-5-94375-503-3

В бюллетень включены материалы докладов, представленных на VIII заседании семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика» состоявшемся в Институте археологии РАН 21–22 апреля 2026 г. Широкая тематика сообщений объединена привлечением данных об изотопном составе биоархеологических, геоархеологических объектов и почв. Издание адресовано археологам, палеоэкологам и специалистам смежных естественно-научных дисциплин.

Издание подготовлено в рамках выполнения проекта РНФ № 24-18-00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

**УДК 902/904
ББК 63.4**

ISBN 978-5-94375-503-3
DOI: 10.25681/IARAS.2026.978-5-94375-503-3

© Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт археологии РАН, 2026
© Авторы статей, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Программа семинара	7
Предисловие	11
<i>Анкушев М. Н., Анкушева П. С., Епимахов А. В., Киселева Д. В.</i> Динамика $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от литосферы к биосфере на примере Южного Зауралья	16
<i>Васючков Е. О., Епимахов А. В.</i> Реконструкция наземной трофической цепи продуцентов и консументов бронзового века Южного Зауралья	21
<i>Гусева В. П., Еремеев И. И.</i> Реконструкция мобильности населения Усвята XII–XIII вв. по данным изотопного анализа	25
<i>Данилевская В. И., Гусева В. П., Стрикалов И. Ю.</i> Реконструкция рациона питания населения Старой Рязани	30
<i>Добровольская М. В., Гей А. Н., Данилевская В. И.</i> Первые предварительные данные изотопного анализа коллагена костной ткани индивидов из гробниц Краснополянского-4-го могильника	36
<i>Долбунова Е. В., Добровольская М. В., Коробушкин Д. И., Данилевская В. И., Мазуркевич А. Н., Кривцова М. Л.</i> Исследования стабильных изотопов углерода и азота нагара неолитических сосудов Днепро-Двинского междуречья: первые результаты	43
<i>Ковалева Н. О., Столпникова Е. М., Ковалев И. В., Сидорова И. Я.</i> Климатические изотопные маркеры погребенных почв и культурных слоев геoarхеологических объектов	47
<i>Кузнецова А. С., Бабенко А. Н., Перевозчикова А. А.</i> Содержание тяжелых изотопов азота и углерода в растениях вдоль высотного градиента на территории Карачаево-Черкесии: перспективы реконструкции отгонного скотоводства	54
<i>Савельева К. В., Воронцова Е. Л., Тиунов А. В.</i> Региональные особенности изотопного состава ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) волос населения Восточной Европы на рубеже XIX–XX вв.	56
<i>Свиркина Н. Г.</i> Диахронный анализ рациона населения Херсонеса (первые результаты)	61

<i>Столтникова Е. М., Ковалева Н. О.</i> Изотопная подпись палеолитических культурных слоев (на примере Тянь-Шаня и Кавказа)	65
<i>Хубанова А. М., Базаров Б. А., Хубанов В. Б., Дикий Я. В., Смолева И. В.</i> Разнообразие условий питания населения в империи хунну западного Забайкалья в свете изотопных данных	70
<i>Юдина А. М., Добровольская М. В., Данилевская В. И., Морозов В. В., Ставицкий В. В., Лыганов А. В., Смирнов А. Л.</i> Новобиксентеевский энеолитический могильник в Нижнем Прикамье: особенности питания населения по данным изотопных исследований	74

CONTENT

Seminar Program	7
Preface	11
<i>Ankushev M.N., Ankusheva P.S., Epimakhov A.V., Kiseleva D.V.</i> ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr Dynamics from Lithosphere to Biosphere: the Example of the Southern Trans-Urals	16
<i>Vasyuchkov E.O., Epimakhov A.V.</i> Reconstruction of the Terrestrial Trophic Webs of Bronze Age Producers and Consumers in the Southern Trans-Urals	21
<i>Guseva V.P., Ereemeev I.I.</i> Population Mobility Reconstruction of XII–XIII cc. Usvyat Site According to Isotopic Data	25
<i>Danilevskaya V.I., Guseva V.P., Strikalov I.Yu.</i> Reconstruction of the Old Ryazan' Population Diet	30
<i>Dobrovolskaya M.V., Gey A.N., Danilevskaya V.I.</i> First Preliminary Data of the Bone Collagen Isotopes of Individuals from the Krasnopolyansky IV Cemetery Tombs	36
<i>Dolbunova E.V., Dobrovolskaya M.V., Korobushkin D.I., Danilevskaya V.I., Mazurkevich A.N., Krivtsova M.L.</i> Studies of Stable Carbon and Nitrogen Isotopes of the Neolithic Vessels Crusts from the Dnieper-Dvina Interval Area: First Results	43
<i>Kovaleva N.O., Stolpnikova E.M., Kovalev I.V., Sidorova I.Ya.</i> Climatic Isotopic Markers of Buried Soils and Cultural Layers of Geoarcheological Sites	47
<i>Kuznetsova A.S., Babenko A.N., Perevozchikova A.A.</i> Heavy Nitrogen and Carbon Isotopes in Plants Along an Altitudinal Gradient in Karachay-Cherkessia: Prospects for Reconstruction Distant-Pasture Cattle Breeding	54
<i>Savel'eva K.V., Vorontsova E.L., Tiunov A.V.</i> Regional Features of the Hair Isotopic Composition ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) of Eastern European People at the Turn of the 19 th –20 th Centuries	56
<i>Svirkina N.G.</i> Diachronous Analysis of the Chersonesos Population Diet (Initial Results)	61

<i>Stolpnikova E.M., Kovaleva N.O.</i> Isotopic Signature of Paleolithic Cultural Layers (on the Examples of the Tian Shan and the Caucasus)	65
<i>Khubanova A.M., Bazarov B.A., Khubanov V.B., Dikiy Ya. V., Smoleva I. V.</i> Diversity of Dietary Conditions in the Xiongnu Empire of Western Transbaikalia in Light of Isotopic Data	70
<i>Yudina A.M., Dobrovolskaya M. V., Danilevskaya V.I., Morozov V. V., Stavitsky V. V., Lyganov A. V., Smirnov A.L.</i> Novobiksentevo Eneolithic Burial Ground in the Lower Kama Region: Dietary Patterns Based on Isotopic Data	74

Программа семинара

СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА

VIII заседание
21–22 апреля 2026 г.

*Регламент: пленарный доклад 30 мин, вопросы – 15 мин.,
секционный доклад 15 мин., вопросы – 10 мин.
(Дм. Ульянова 19, 2 этаж, 50 ауд.)*

21 апреля

10.30–10.40 Открытие VIII-ого заседания Семинара

**Пленарное заседание: Базовые природные закономерности как основа
биоархеологических реконструкций по изотопным данным**

10.40–11.25 Ковалева Наталья Олеговна (МГУ, Москва)

Климатические изотопные маркеры погребенных почв и культурных слоев гео-
археологических объектов

11.25–12.10 Столпникова Екатерина Михайловна (МГУ, Москва)

Изотопная подпись палеолитических культурных слоев (на примере Тянь-Шаня
и Кавказа)

12.10–12.25 Кофе-брейк

**12.25–13.10 Васючков Егор Олегович, Епимахов А. В. (Южно-Уральский государ-
ственный университет, Челябинск)**

Реконструкция наземной трофической цепи продуцентов и консументов бронзо-
вого века Южного Зауралья

**13.10–13.55 Анкушев Максим Николаевич, Анкушева П. С., Епимахов А. В.
(ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, Миасс), Киселева Д. В. (ИГГ УрО РАН, Екатеринбург)**

Динамика $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от литосферы к биосфере на примере Южного Зауралья

13.55–14.20 Обсуждение

14:20–15.00 Перерыв

**Секция I: Изотопные маркеры природных и антропогенных экосистем
древнего и современного Кавказа**

15.00–15.25 Добровольская Мария Всеволодовна, Гей А.Н., Данилевская В.И. (ИА РАН, Москва)

Первые предварительные данные изотопного анализа коллагена костной ткани индивидов из гробниц Краснополянского-4-ого могильника

15.25.–15.50 Кузнецова Алиса Сергеевна (МГУ, Москва), Бабенко А.Н. (ИА РАН, Москва), Перевозчикова А.А. (НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва)

Содержание тяжелых изотопов азота и углерода в растениях вдоль высотного градиента на территории Карачаево-Черкесии: перспективы реконструкции отгонного скотоводства

Секция II: Культурная традиция как технология

15.50–16.15 Долбунова Екатерина Владимировна (Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург), Добровольская М. В. (ИА РАН, Москва), Коробушкин Д. И. (ИПЭЭ РАН, Москва), Данилевская В. И. (ИА РАН, Москва), Мазуркевич А. Н. (Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург), Кривцова М. Л. (Европейский университет, Санкт-Петербург)

Исследования стабильных изотопов углерода и азота нагара неолитических сосудов Днепро-Двинского междуречья: первые результаты

16.15–16.40 Хотылев Алексей Олегович (МГУ, Москва), Козлова Е. В. (АНО ВО «Сколковский институт науки и технологий», Москва)

Пиролиз как метод изучения охр: результаты и проблемы

16.40–17.00 Обсуждение

17.00 Фуршет

22 апреля

**Секция III: Культура жизнеобеспечения и мобильность древних,
средневековых и современных коллективов**

10.30–10.55 Юдина Анастасия Михайловна, Добровольская М.В., Данилевская В.И. (ИА РАН, Москва), Морозов В.В. (ООО «Археология Восточно-Европейской равнины», Москва), Ставицкий В.В. (ПГУ, Пенза), Лыганов А.В. (ООО «Археология Восточно-Европейской равнины», Москва; КФУ, Казань), Смирнов А.Л. (ИА РАН, Москва)

Новобиксентеевский энеолитический могильник в Нижнем Прикамье: особенности питания населения по данным изотопных исследований

10.55–11.20 Хубанова Анна Михайловна (ИФЗ РАН, Москва), **Базаров Б. А.** (ИМБТСО РАН, Улан-Уде), **Хубанов В. Б.** (ИФЗ РАН, Москва), **Дикий Я. В.** (ИМБТСО РАН, Улан-Уде), **Смолева И. В.** (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Разнообразие условий питания населения в империи хунну западного Забайкалья в свете изотопных данных

11.20–11.45 Бородовский Андрей Павлович (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)

Изотопные данные о $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ из пазырыкских курганов Северного Алтая и интерпретации культурогенеза

11.45–12.10 Свирикина Наталия Геннадиевна (ИА РАН, Москва)

Диахронный анализ рациона населения Херсонеса (первые результаты)

12.10–12.25 Кофе-брейк

12.25–12.50 Данилевская Виктория Игоревна, Гусева В. П., Стрикалов И. Ю. (ИА РАН, Москва)

Реконструкция рациона питания населения Старой Рязани

12.50–13.15 Гусева Виолетта Павловна (ИА РАН, Москва), **Еремеев Иван Игоревич** (ИИМК РАН, Санкт-Петербург)

Реконструкция мобильности населения Усвята XII–XIII вв. по данным изотопного анализа

13.15–13.40 Савельева Ксения Владимировна, Воронцова Е. Л., Тиунов А. В. (ИПЭЭ РАН, Москва)

Региональные особенности изотопного состава (^{13}C , ^{15}N) волос населения Восточной Европы на рубеже XIX–XX вв.

13.40–14.00 Обсуждение

ПРЕДИСЛОВИЕ

Восьмое заседание ежегодного семинара по проблемам применения изотопных данных в комплексных археологических исследованиях собрало широкий круг исследователей и затронуло значительное разнообразие тематик. Очевидно, что спектр комплексных исследований, проводимых с привлечением биогеохимических аспектов изотопных данных продолжает расширяться. Если в конце 70-х, начале 80-х годов первые успехи использования данных были связаны преимущественно с представлением о диетах человека прошлого, то впоследствии развились исследования археозоологических, археоботанических и педологических материалов. Это позволило обоснованно судить об особенностях древних антропогенных экосистем и пронизывающих их трофических связях, на базе этих знаний реконструировать различные сельскохозяйственные уклады. Отметим основные направления исследований, отраженные в статьях, вошедших в этот сборник.

В результате систематических многолетних исследований различных категорий биоархеологических материалов (растения, животные, человек) Южного Зауралья получены представления о трофических связях в антропогенных системах эпохи бронзы (Е. О. Васючков, А. В. Епимахов). Этот же регион, Южное Зауралье, стал модельным для изучения связей между литосферой и биосферой. Как известно, данные об изотопном составе стронция широко используется в археологических исследованиях в целях реконструкции мобильности. Один из ключевых вопросов состоит в том, насколько изменяется изотопный состав стронция при переходе от подстилающих геологических пород к биодоступным формам элемента? Ответ требует внимательного рассмотрения, так как от этих закономерностей зависит интерпретация результатов анализа. Коллектив авторов (П. С. Анкушева, М. П. Анкушев, А. В. Епимахов, Д. В. Киселева), объединяющей специалистов геологов, геохимиков и археологов представил палитру подходов оценок этого перехода.

Гораздо менее известной нам до сих пор остается область почвенных изотопных маркеров ландшафтов. С появлением этой тематики в отечественной науке (Ковалева, Добровольский, Столникова, 2013; Ковалева, Ковалев, 2020 и др.) возможность целостного изучения древних и средневековых антропогенных экосистем существенно выросла. Привлечение изотопных маркеров ландшафтов для исследования погребенных почв и педоседиментов плейстоценового времени (Столникова, Ковалева, 2023) представляет еще одно актуальное направление, ранее не представленное на заседаниях семинара.

Вопросам реконструкции питания охотников собирателей каменного века лесной полосы Восточной Европы посвящены два материала сборника. Работа, опирающаяся на масштабные результаты изучения нагаров, позволяет оценить многосоставность и значительное разнообразие кулинарных рецептов, а также судить о наиболее широко употребляемых компонентах (материал, подготовленный Е. В. Долбуновой с соавторами). Можно отметить, что в подавляющем большинстве случаев есть основания предполагать сложный состав блюд или длительное последовательное использование сосуда для приготовления пищи из различных компонентов. Для «расшифровки» состава нагаров предлагается использовать комплекс методов и «прокси» признаков, позволяющих верифицировать гипотезы об их основных компонентах. Небольшая серия образцов из памятника северных рубежей распространения хвалынской энеолитической культуры (Новобиксентеевский могильник) указывает на доминирование пищевых ресурсов, происходящих из среды с высокой влажностью. Продemonстрировано, что возникают сложности в индентификации наземных и водных пищевых ресурсов в подобных гидроморфных ландшафтах.

Ряд статей посвящены традиционным вопросам оценки мобильности, основных пищевых ресурсов и местных климатических особенности для групп населения различных эпох и культурных традиций (об эпохи бронзы до средневековья). Это изучение материалов эпохи бронзы с территории Западного Кавказа (Краснополянский IV могильник), античного Херсонеса, индивидов из гуннских погребений Забайкалья, групп населения древнерусских городов. И, наконец, следует отметить опыт работы с материалами музейного хранения – образцами волос НИИ и Музея антропологии МГУ – происходящими из сборов начала XX века с территории Востока Русской равнины и Белоруссии. Показаны четкие межгрупповые различия между выборкой русского и белорусского населения.

Таким образом, разнообразие тем, освещенных в статьях сборника, убедительно показывает, как интенсивное развитие направления, так и широкие перспективы подобных исследований, возможности которых далеко не исчерпаны и даже не вполне очерчены. Авторы материалов сборника привержены междисциплинарному подходу, позволяющему проводить реконструкции среды жизни человека, особенностей его хозяйства и культуры питания. Обоснованность этих реконструкций определяется возможностью адресоваться к природным закономерностям, изученным на представительном современном материале, сопровождаемом подробными индивидуальными данными и параметрами изменчивости. Исследования, проводимые в этом междисциплинарном поле, опираются не только на методические возможности изотопной месс-спектрометрии, но и на сформировавшуюся самостоятельную методологию.

ЛИТЕРАТУРА

- Ковалева Н. О., Добровольский Г. В., Столпникова Е. М., 2013. Изотопный состав углерода почв в диагностике изменений климата: состояние проблемы и вероятные сценарии // Доклады по экологическому почвоведению. Том. 19. № 2. С. 64–81.*
- Ковалева Н. О., Ковалев И. В., 2020. Почвенные биомаркеры Москва: МАКС Пресс. 192 с.*
- Столпникова Е. М., Ковалева Н. О., 2023. Палеогидроморфные почвы и педолито-сидименты раннеплейстоценовых лагунно-морских серий палеолитических стоянок Мухкай II (Восточный Кавказ, Дагестан) // Материалы Всероссийской конференции «Каспий в плейстоцене и голоцене: эволюция природной среды и человек». М: «Перо». С. 175–176.*

PREFACE

The 8-th session of the annual seminar “Stable isotopes in archaeological research: methodological problems and historical issues” brought together a wide range of researchers and covered a significant variety of topics. Now the range of complex studies connected with the biogeochemical aspects of isotope data continues to expand. While in the late 1970s and early 1980s, the first successes were primarily related to understanding the diets of past humans, subsequently the studies on archaeozoological, archaeobotanical, and pedological materials developed. This events allowed for a well-founded analysis of the characteristics of ancient anthropogenic ecosystems and the trophic relationships that inside as well as to get this knowledge, to reconstruct various agricultural systems. We will highlight the main areas of research reflected in the articles included in this book. Mane years’ studies of various categories of bioarchaeological materials (plants, animals, humans) from the Southern Eastern-Ural territory have yielded insights into trophic relationships in Bronze Age anthropogenic ecosystems (E. O. Vasyuchkov, A. V. Epimakhov). (E. O. Vasyuchkov, A. V. Epimakhov). The same region, the Southern Trans-Ural, has become a polygon for studying the lithosphere – biosphere connections. Reconstructions of individual mobility based on strontium isotope data are very common in modern archaeological science. Isotopic composition data from local geological rocks is used to reconstruct mobility. To what extent do biosphere objects “copy” the isotopic signatures of rocks and minerals? The answer requires careful consideration, as the interpretation of the analytical results depends on these patterns. The team of authors (P. S. Ankusheva, M. P. Ankushev, A. V. Epimakhov, D. V. Kiseleva), bringing together specialists in geology, geochemistry, and archaeology, presented a range of approaches for assessing lithosphere – biosphere connections.

Soil isotopic markers of landscapes are significantly less studied. The opportunity for a holistic study of ancient and medieval ecosystems have increased significantly with the advent of similar researches in Russian science (*Ковалева, Добровольский Г.В., Столпникова, 2013; Ковалева, Ковалев И.В., 2020*). The another relevant area uses of landscape isotope markers to study buried soils and Pleistocene pedosediments (*Столпникова, Ковалева, 2023*)

Two articles are devoted to the diet reconstructing of Stone Age hunter-gatherers in the forest belt of Eastern Europe. One of these articles, based on extensive data on charred crusts on the ceramic vessels, allows us to assess the complexity and significant diversity of culinary recipes, as well as identify the most frequently used ingredients (E. V. Dolbunova et al.). In most cases, there is reason to believe that the dish was prepared from complex ingredients or that the same vessel was used to prepare different foods. The authors propose using a

combination of “proxy” methods to “decipher” the composition of charred crusts. The predominance of food resources obtained from a high-humidity environment, possibly from water reservoirs, was revealed in the analysis of a small series of samples from an Eneolithic site on the northern border of the Khvalynsk culture (Novobiksenteevskoe cemetery). It was shown that identifying terrestrial and aquatic food resources is difficult for hydromorphic landscapes.

A number of articles are devoted to traditional issues of assessing mobility, primary food resources, and local climatic conditions for population groups (from the Bronze Age to the Middle Ages). These include studies of Bronze Age materials from the Western Caucasus (Krasnopolyansky IV burial ground), Hellenistic and Roman Chersonesos, individuals from Hunnic burials in Transbaikalia, and population groups in ancient Russian cities. Finally, it is worth noting the experience of working with museum-stored materials – hair samples from the Research Institute and the Museum of Anthropology at Moscow State University – from early 20th-century collections from the eastern Russian Plain and Belarus. Clear intergroup differences are demonstrated between the Russian and Belarusian population samples.

Thus, the diversity of topics convincingly demonstrates the intensive development of this field and the broad prospects of such research. The potential of this research is far from exhausted or even fully outlined. The authors of this book are committed to an interdisciplinary approach, necessary for reconstructing the human environment, economic characteristics, and dietary culture. The validity of these reconstructions is determined by knowledge of natural patterns studied using representative modern material, accompanied by detailed individual data and variability parameters. Interdisciplinary research is based not only on the methodological capabilities of isotope mass spectrometry but also on an established, independent methodology.

М. Н. Анкушев, П. С. Анкушева,
А. В. Епимахов, Д. В. Киселева

ДИНАМИКА $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ОТ ЛИТОСФЕРЫ К БИОСФЕРЕ НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Ключевые слова: изотопы стронция, изоскейпы, Южное Зауралье, мобильность

Для выявления миграций и индивидуальной мобильности в древних сообществах с использованием изотопных соотношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ необходимым является наличие фоновых значений. Использование единичных измерений не гарантирует верных выводов, в условиях сложной геологической обстановки наилучшим решением будет создание фоновой карты $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Зачастую база данных фоновых значений в археологических работах воспринимается как идеальный инструмент, готовый к использованию без тщательного анализа геологической и геоморфологической составляющей. В некоторых публикациях рассматривается способ построения глобальных фоновых карт $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ путем экстраполяции опробованных территорий на пока неизученные (*Batalie et al.*, 2020). Опыт построения региональной карты фоновых значений биодоступного стронция в Южном Зауралье позволил выявить как непосредственное влияние подстилающих горных пород территории на значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в поверхностных биодоступных образцах (далее – прокси), так и множество локальных случаев отступлений от этой прямой зависимости (*Киселева и др.*, 2021; *Епимахов и др.*, 2023; *Анкушева и др.*, 2025). В данной работе мы предприняли попытку проследить изменение соотношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от подстилающих горных пород к поверхностным прокси на примере четырех крупных структурно-формационных зон Урала: Центрально-Уральской, Тагило-Магнитогорской, Восточно-Уральской и Западно-Сибирской платформы. Для большей контрастности значений мы намеренно исключили из анализа точки опробования, которые являются пограничными между указанными структурно-формационными зонами. С целью отсеечения выбросов и неоднородностей из вошедших в выборку значений использовался только 2 и 3 квартиль диаграммы размаха.

Центрально-Уральская мегазона опробована только на восточном фланге, здесь подстилающие породы представлены рифейскими сланцами, кварцитами, мраморами, песчаниками и метавулканитами (*Пучков*, 2000). Исследования Sr-изотопного состава вмещающих пород на данной территории были сосредоточены на вопросах геохронологии, поэтому изучены лишь отдельные минералы (*Зайцева и др.*, 2019), и эти данные не подходят для наших построений. Данные по $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в поверхностных прокси Цен-

Таблица 1. Интервалы значений биодоступного $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в геологических структурах Южного Зауралья*

	Центрально- Уральская мегазона	Тагило- Магнитогорская мегазона	Восточно- Уральская мегазона	Западно- Сибирская платформа
Почва	0,70866–0,71211 8	0,70832–0,70904 32	0,70891–0,70977 39	0,70955–0,70982 31
Вода	0,70737–0,71349 8	0,70829–0,70934 31	0,70953–0,71011 38	0,70950–0,70968 31
Растения	0,7096–0,7117 8	0,70882–0,70946 32	0,70961–0,70997 39	0,70961–0,70977 31
Раковины моллюсков	0,71408 1	0,70881–0,70934 24	0,70972–0,71025 32	0,70956–0,70975 9

* Примечание: в нижней строке указано количество рассматриваемых проб.

трально-Уральской мегазоны показывают очень большой разброс даже в усеченной выборке, особенно по почве и воде (табл. 1). Можно предположить, что низкие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в некоторых пробах воды (наследуемые затем почвой) связаны с гористой, сильно расчлененной местностью, и местные водотоки быстро переносят данный материал, размывая породы с низкими отношениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Мы считаем, что адекватно оценить местный биодоступный Sr можно по пробам наземной растительности и раковин моллюсков. К сожалению, последние представлены единичным экземпляром из-за особенностей местных биоценозов.

Тагило-Магнитогорская мегазона сложена девон-каменноугольными вулканитами (базальты, андезиты, вулканогенно-осадочные толщи), терригенными породами и известняками (Пучков, 2000). Отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в вулканитах баймак-бурибайской, ирендыкской и карамалыташской свит, варьируют в пределах 0,7037–0,7046 (Горожанин и др., 1998) (по другим данным значения выше и составляют 0,70446–0,70666 (Spadea et al., 2002)). Не исключено, что небольшие гранитные массивы, попадающие в сетку опробования, могут повышать общую радиогенность Sr в поверхностных прокси. Мы можем наблюдать в них невысокую вариативность в пределах 0,7083–0,7095, причем радиогенность незначительно повышается в пробах растений и раковин моллюсков (рис. 1А).

В **Восточно-Уральской мегазоне** каменноугольные и пермские гранитные интрузивы и ордовикские ультрабазитовые комплексы окружены докембрийскими, ордовикскими и силурийскими метаморфическими комплексами, девон-каменноугольными вулканогенно-осадочными толщами (Пучков, 2000). Сложное геологическое строение данной территории не позволяет оценить усредненные $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ значения в горных породах по всей мегазоне. Гранитоиды демонстрируют высокие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: общий

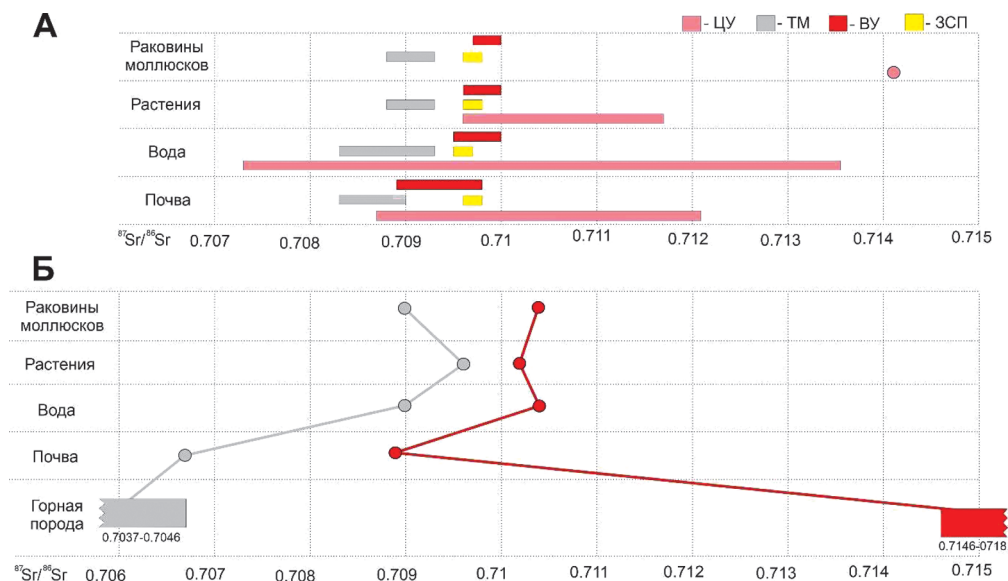


Рис. 1. Вариативность биодоступного $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в Южном Зауралье. А – суммарно по приведенной выборке; Б – по двум точкам опробования. Условные обозначения: ЦУ – Центрально-Уральская мегазона, ТМ – Тагило-Магнитогорская мегазона, ВУ – Восточно-Уральская мегазона, ЗСП – Западно-Сибирская платформа

интервал весьма широк – 0,706–0,717, но чаще всего в гранитах наблюдаются значения 0,712–0,717 (Попов и др., 2003). Широкое распространение гранитных массивов приводит и к повышению радиогенности поверхностных прокси, которые варьируют в рамках узкого интервала 0,7089–0,7103.

Западный фланг **Западно-Сибирской платформы** сложен глинами, песками, алевролитами, диатомитами, опоками, песчаниками и конгломератами среднего и позднего палеогена, раннего и среднего неогена (Козлов и др., 2001). К сожалению, не удалось найти данных по значениям $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в местных осадочных породах. Поверхностные прокси характеризуются наиболее низкой вариативностью значений – 0,7095–0,7098, причем все разновидности проб показывают одинаковые значения.

Чтобы оценить локальную динамику $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от подстилающих пород к поверхностным прокси мы рассмотрели две точки опробования: № 10 на территории развития вулканогенной толщи позднего девона-раннего карбона (N53,880173° E59,081108°) и № 36, приуроченную к раннепермским гранитам Джабыкского батолита (N53,261554° E59,883706°). По литературным данным, значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в подстилающих породах резко отличаются: для девонских вулканитов они составляют 0,7037–0,7067 (Горожанин и др., 1998; Spadea et al., 2002); для гранитов Джабыкского батолита 0,7146–0,718 (Тевелев и др., 2018). Поверхностные прокси данных

точек опробования сильно нивелируют эту разницу, находясь в интервале 0,7067–0,7103 (рис. 1Б). При этом самую низкую радиогенность для каждой из этих точек показывают пробы почвы. Пробы воды, растений и раковин моллюсков еще более сужают интервал до 0,7089–0,7103.

Представленные данные можно обсудить в рамках кратких тезисов.

1. На территории со сложным геологическим строением, например, в Южном Зауралье, наиболее весомый вклад в радиогенность поверхностных прокси вносит именно минералогический состав подстилающих горных пород. Так, высокие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в Центрально-Уральской и Восточно-Уральской мегазонах обеспечиваются большим количеством, например, слюд, в гранитоидах и сланцах (Попов и др., 2003; Rossi et al., 2024).

2. Несмотря на высокие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в гранитоидах и метаморфических толщах, для поверхностных прокси на этих территориях наблюдается снижение радиогенности, а для вулканогенно-осадочных комплексов Тагило-Магнитогорской зоны – повышение радиогенности в поверхностных прокси. Вероятно, весьма значимую роль в усреднении играют экзогенные факторы, такие как водный и эоловый перенос, усугубляемые антропогенными воздействиями.

3. К сожалению, практически не проводятся исследования соотношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в корях выветривания. Эти данные могли бы стать промежуточными между коренными породами и значениями биодоступного стронция и позволили бы нам понять о механизме дискретного выветривания Sr-содержащих минералов.

4. Наименьший разброс значений биодоступного Sr наблюдается на осадочной толще Западно-Сибирской платформы. Вероятно, это происходит из-за более равномерного распределения Sr-содержащих минералов в различных осадочных породах (глины, пески, алевролиты, песчаники и др.). Актуальной будет проверка этого наблюдения на территории Восточно-Европейской платформы.

5. Рассмотренные локальные варианты динамики $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ показывают, что использование данных по горным породам для археологических целей невозможно. Вариативность $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в горных породах и величина сдвига сигнала по мере продвижения от породы до прокси может быть слишком велика, и полученные построения станут ошибочными.

Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 25-18-20001 «Первые горняки бронзового века в Южном Зауралье: технологии, связи и повседневность»: <https://rscf.ru/project/25-18-20001/>

ЛИТЕРАТУРА

Анкушева П. С., Анкушев М. Н., Киселева Д. В., Чечушков И. В., Епимахов А. В., 2025.

Цифры не врут? опыт определения фоновых интервалов $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в археоло-

- гических микрорайонах Южного Зауралья. В сборнике: Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VII заседания. Москва. С. 10–15.
- Горожанин В.М.*, 1998. Первичный изотопный состав стронция в магматических комплексах Южного Урала. Магматизм и геодинамика. Екатеринбург: УрО РАН. С. 98–108.
- Епимахов А.В., Чечушков И.В., Киселева Д.В., Анкушев М.Н., Анкушева П.С.*, 2023. Картирование биодоступного $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в Южном Зауралье. Литосфера. Т. 23. № 6. С. 1079–1094.
- Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Горожанин В.М., Горохов И.Н., Ивановская Т.А., Константинова Г.В.*, 2019. Основание венда на Южном Урале: Rb-Sr возраст глауконитов бакеевской свиты. Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 27. № 5. С. 82–96.
- Киселева Д.В., Анкушева П.С., Анкушев М.Н., Окунева Т.Г., Шагалов Е.С., Касьянова А.В.*, 2021. Определение фоновых изотопных отношений биодоступного стронция для рудника бронзового века Новотемирский // КСИА. Вып. 263. С. 176–187.
- Козлов В.И., Макушин А.А., Шалагинов В.В.*, 2001. Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории Республики Казахстан. М-б 1:1 000 000. Карта дочетвертичных образований. Лист N-40, (41). Уфа: ООО “Башкиргеология”.
- Попов В.С., Тевелев А.В., Беляцкий Б.В., Богатов В.И., Осипова Т.А.*, 2003. Изотопный Rb-Sr-возраст Неплюевского плутона и близлежащих интрузивных тел (Южный Урал). Доклады Академии наук. Т. 391. № 1. С. 89–94.
- Пучков В.Н.*, 2000. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия. 146 с.
- Тевелев А.В., Кошелева И.А., Буриштейн Е.Ф., Тевелев А.В., Попов В.С., Кузнецов И.Е., Коротаев М.В., Георгиевский Б.В., Осипова Т.А., Правикова Н.В., Середа В.В.*, 2018. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-41-XV (Карталы). Объяснительная записка. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ». 175 с.
- Bataille C., Crowley B., Wooller M., Bowen G.*, 2020. Advances in global bioavailable strontium isoscapes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol. 555, 109849.
- Rossi M., Iacumin P., Venturelli G.*, 2024. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Isotope Ratio as a Tool in Archaeological Investigation: Limits and Risks // Quaternary, 7, 6.
- Spadea P., D'Antonio M., Kosarev A., Gorozhanina Y., Brown D.*, 2002. Arc-continent collision in the Southern Urals: Petrogenetic aspects of the Forearc-arc complex // Mountain Building in the Uralides. Washington, American Geophysical Union, 101–134.

Е. О. Васючков, А. В. Епимахов

РЕКОНСТРУКЦИЯ НАЗЕМНОЙ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРОДУЦЕНТОВ И КОНСУМЕНТОВ БРОНЗОВОГО ВЕКА ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Ключевые слова: анализ стабильных изотопов азота и углерода, трофическая цепь, бронзовый век Южного Зауралья

В основу реконструкции диеты по данным стабильных изотопов азота и углерода положено представление об изменении значений по мере продвижения по звеньям трофической цепи, начальным звеном которой являются продуценты. К настоящему времени накоплены серии измерений изотопного состава коллагена людей и животных бронзового века на территории Южного Зауралья, однако, отсутствие валидных данных по продуцентам (растениям) сильно снижает возможности верификации заключений. С методологической точки зрения использование значений изотопов азота и углерода в современной растительности не решает данную проблему в полной мере. Такой подход несколько нарушает логику исследования, поскольку достоверное сравнение возможно только в случае анализа однотипных материалов (Кузьмин, 2017. С. 253).

Для заполнения исследовательской лакуны были проанализированы археоботанические макроостатки, полученные в результате флотации грунта поселений бронзового века: Степное (n=2), Черноречье-2 (n=2) и Стрелецкое-1 (n=2), расположенных в долине реки Уй (приток Тобола). Для каждого из памятников было изучено по одному образцу минерализованных и карбонизированных семян растений. Для восстановления цепочки наземных консументов микрорегиона были использованы результаты изотопных измерений коллагена людей (n=17) и домашних животных (n=21) из погребальных памятников в микрорайоне Степное (Епимахов и др., 2023) и одноименного укрепленного поселения. В качестве дополнительных данных привлечены измерения состава изотопов азота и углерода современных растений (n=28) (Ventresca Miller et al., 2019) из окрестностей г. Лисаковск (Костанайская область, Северный Казахстан), для них была введена поправка на эффект Зюсса (Tieszen, Fagre, 1993. Р. 36–37).

Средние значения для изученных групп продуцентов и консументов представлены в таблицу (табл. 1) и отображены на графике (рис. 1).

Для археологических образцов растительности, попавших в выборку, достоверная таксономическая атрибуция была невозможна в силу сохранности, однако изотопные измерения демонстрируют, что все растения, видимо, имели тип фотосинтеза C_3 . Сравнение этих данных с усредненными значениями по современной флоре не обнаруживает принципиальных

Таблица 1. Средние значения стабильных изотопов азота и углерода в образцах бронзового века из микрорайона Степное и современных растений Северного Казахстана

	$\delta^{13}\text{C}$ (VPDB) <i>Mean, ‰</i>	$\delta^{13}\text{C}$ (VPDB) <i>SD</i>	$\delta^{15}\text{N}$ (Air) <i>Mean, ‰</i>	$\delta^{15}\text{N}$ (Air) <i>SD</i>
Растения (n=6)	-25,2	2,04	3,06	2,18
Животные (n=21)	-20,12	0,49	4,85	1,15
Люди (n=17)	-19,41	0,22	11,69	0,89
Современные растения C_3 (n=26)	-26,56	1,64	4,27	2,07
Современные растения C_4 (n=2)	-12,74	0,63 ¹	8,84	0,66

различий, более того, фиксируется участок, где значения имеют схожий сигнал. Также стоит отметить большую вариативность изотопных значений растительности в сравнении с довольно компактными показателями консументов первого и второго порядка. По литературным данным трофический шаг между продуцентами и консументами (или консументами разных уровней) в среднем должен составлять 0,5–2‰ для углерода и 3–6‰ для азота (Святко, 2016. С. 48–49). Разница в сигнале между растениями и животными в нашей выборке составляет 5,08‰ для углерода и 1,79‰ для азота, что не укладывается в обозначенные рамки трофического шага.

В рамках анализируемой выборки только один образец попадает в зону наиболее вероятных источников пищевых ресурсов для скота бронзового века из микрорайона Степное.

Причин у этого несоответствия может быть несколько. 1) Небольшой размер изученной выборки археологических растительных остатков. 2) Контаминация значений, возникающая за счет поедания скотом растений с вариативным изотопным сигналом. Учитывая это обстоятельство будет весьма сложно выделить четкий локус изотопных значений, где будут сконцентрированы исключительно продуценты из рациона животных. 3) Избирательность животных и игнорирование ими некоторых растительных ресурсов при наличии выбора. Также не стоит забывать и о влиянии недиетарных факторов на изотопные значения для животных и людей (Святко, 2016. С. 48–49).

Опираясь на данные анализов современных растений, можно констатировать, ни одно из значений не находится в пределах обсуждаемого трофического сдвига, но наиболее близкие к этому локусу изотопные показатели азота и углерода имеют растения C_3 атрибутированные как житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv.), бескильница тончайшая (*Puccinellia tenuissima* Litv. ex V Krecz) и бескильница расставленная

¹ Среднеквадратичные отклонения ненадежны, так как рассчитаны по двум значениям.

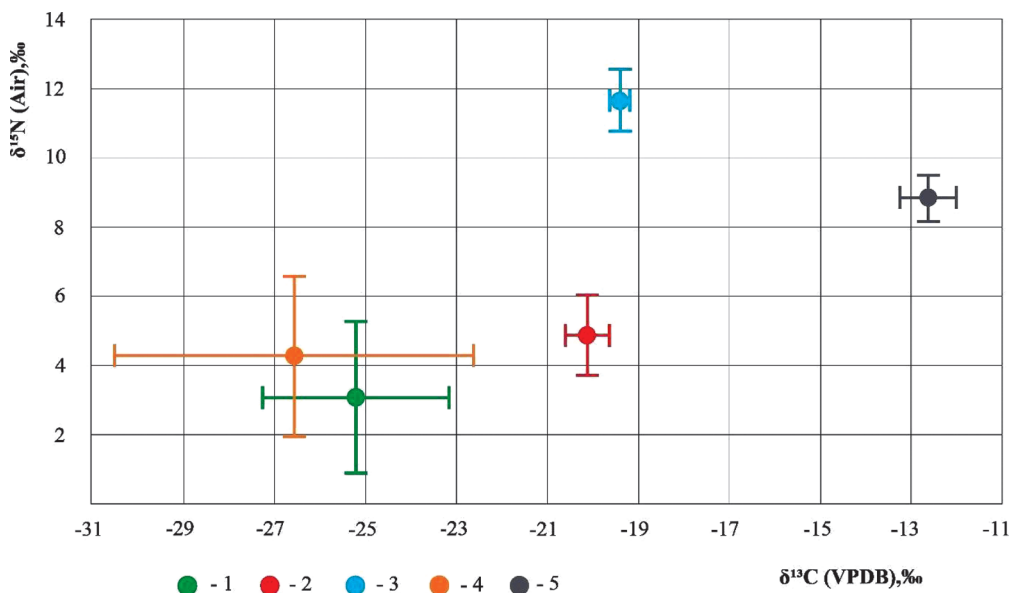


Рис. 1. Средние значения изотопов азота и углерода в семенах растений бронзового века (1), в коллагене домашних животных (2) и людей (3), а также современных растений с фотосинтезом C₃ (4) и C₄ (5).

(*Puccinellia distans*), которые могут являться малой частью кормовых растений, произраставших на пастбищах в бронзовом веке. Растения с фотосинтезом C₄ не играли заметной роли в рационе домашнего скота на что указывает существенная разница в показателях углерода и более низкое содержание азота в коллагене домашних животных в сравнении с растениями C₄.

При сравнении средних показателей азота и углерода в коллагене людей и скота, трофический шаг составляет 0,71‰ для углерода и 6,84‰ для азота. Небольшая величина трофического шага² в значениях углерода и довольно высокая для азота указывают на то, что диета, хоть и состояла в основном из продуктов животноводства, но должна была включать и другие компоненты. Среди наиболее вероятных стоит упомянуть: разнообразную растительную пищу, пресноводную рыбу и некоторых представителей дикой фауны, в качестве гипотезы можно предположить также *спорадическое* употребление грибов. В контексте обсуждаемой наземной трофической цепочки наиболее любопытна роль продуцентов в диете людей, их вероятный вклад в изотопный состав коллагена и должен отражаться в обсуждаемых

² Особенно если исключить из выборки лошадей, поскольку количество их костей в кухонных остатках невелико в сравнении с КРС и МРС, в этом случае разница между консументами составит 0,58‰.

ранее заниженных значениях углерода. Анализ изотопных значений современных растений позволил выделить несколько вариантов растений, которые могли являться пищевыми ресурсами в эпоху бронзы, среди них тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) и марь белая (*Chenopodium album* L.). Как и для домашних животных следует отметить, что в пищу в основном употреблялись растения с фотосинтезом C_3 . На это указывает значительная разница в средних значениях углерода между коллагеном людей и растениями с типом фотосинтеза C_4 .

Таким образом, для территории микрорайона Степное в долине реки Уй была реконструирована модель трофической цепи, начиная от продуцентов и заканчивая консументами второго порядка. Изотопные данные указывают на весьма важную роль растительности в рационе людей. Для более точной реконструкции диеты населения бронзового века необходимы дальнейшие исследования изотопного состава других потенциальных пищевых ресурсов: диких животных и ихтиофауны.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 25-28-20044 «Система питания населения Южного Зауралья в эпоху бронзы (мультидисциплинарное исследование)» (<https://rscf.ru/project/25-28-20044/>)

ЛИТЕРАТУРА

- Епимахов А.В., Васючков Е.О., Куприянова Е.В., 2023. Питание людей и животных бронзового века в микрорайоне степное (по данным стабильных изотопов) // Российские нанотехнологии. Т. 18. № 5. С. 675–683.
- Кузьмин Я.В., 2017. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета. 396 с.
- Святко С.В., 2016. Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии. Т. 44. № 2. С. 47–55.
- Ventresca Miller A. R., Bragina T. M., Abil Y. A., Rulyova M. M., Makarewicz C. A., 2019. Pasture usage by ancient pastoralists in the northern Kazakh steppe informed by carbon and nitrogen isoscapes of contemporary floral biomes // Archaeological and Anthropological Sciences Vol. 11. № 5. P. 2151–2166.
- Tieszen L. L., Fagre T., 1993. Carbon Isotopic Variability in Modern and Archaeological Maize // Journal of Archaeological Science. Vol. 20, № 1. P. 25–40.

В. П. Гусева, И. И. Еремеев

РЕКОНСТРУКЦИЯ МОБИЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ УСВЯТА XII–XIII ВВ. ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА

Ключевые слова: Древняя Русь, Полоцкое княжество, миграции, био-археологические материалы, изотопный состав стронция

Метод анализа соотношения стабильных изотопов стронция ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) зубной эмали, которая формируется в раннем детстве и юности, позволяет изучать индивидуальную и групповую мобильность, а также определять векторы миграционной активности населения. Анализ миграционных процессов применительно к истории Руси особенно востребован, поскольку письменные источники фиксируют лишь отдельные эпизоды перемещений (например, княжеские походы), тогда как мобильность рядового населения остается неизвестной. Период XII–XIII вв. характеризуется активным освоением новых земель, развитием торговых связей и интенсивными межкняжескими контактами.

Выбор Усвята в качестве объекта для исследования продиктован его уникальной историко-топографической спецификой. В древнерусский период он представлял собой узловой пункт на речных и сухопутных коммуникациях, связывавших Южную и Северную Русь (Еремеев, 2024. С. 9–10). Обилие непроходимых заболоченных пространств делало местное межозёрное дефиле с несколькими городищами важным транзитным звеном на пути «из варяг в греки» (Еремеев, 2024. С. 122–123). В 1021 г. Усвят стал объектом борьбы между полоцким князем Брячиславом Изяславичем и княжившим в Киеве Ярославом Мудрым, а в XIII в. город оказался на пути постоянных литовских набегов на Русь.

В ходе исследований 2013, 2019–2021 гг. была выявлена сложная динамика развития города. Прослежена эволюция от небольшого укрепления на озерном мысу в X–XI вв. где доминировали выходцы из Скандинавии, до крупного древнерусского города XII–XIII вв. с новым укрепленным центром, выстроенным несколько в стороне от раннего городища (Еремеев, 2024. С. 116–117, 126–127). По археологическим данным, в XIII в. в Усвяте отмечается материальная культура, характерная для зоны контактов русского и литовско-латгальского населения. На городском христианском некрополе маркером такой гетерогенности мы склонны были считать массивные валунные надмогильные кладки, находящие параллели в погребальных традициях Белорусского Подвинья и Восточной Литвы (Еремеев, 2024. С. 117–118). Аналогии можно отыскать и в жальничных могильниках Новгородской земли.

Во второй половине XIII в. Усвят прекратил существование, вероятно, в результате литовских набегов (Еремеев, 2024. С. 117).

Цель исследования – верифицировать предположение о неоднородности происхождения населения Усвята на основе анализа $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ зубной эмали индивидов из могильника Юрьевы Горы.

Материалом для исследования послужили образцы эмали первого (М1) и третьего (М3) моляров 18 индивидов (31 образец) из погребений городского некрополя, датируемых XII–XIII вв. Сопоставление значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ двух моляров одного индивида позволяет зафиксировать смену региона проживания в раннем детском возрасте, когда формируется первый моляр и юношестве, когда формируется коронка третьего моляра. У 13 индивидов анализ выполнен для двух зубов, у 5 – только один зуб.

Анализ изотопного состава стронция проводился в блоке чистых помещений ЦКП “Геоаналитик” Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

Тест Шапиро–Уилка ($W = 0,799$; $p < 0,001$) показал отклонение значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от нормального распределения. Медиана (0,711809) ниже среднего (0,712075) указывает на небольшую правостороннюю асимметрию.

Ввиду отсутствия опубликованных данных по биодоступному стронцию для региона, на котором расположен археологический памятник, в работе реализована стратегия «снизу-вверх» (Чечушков, Епимахов, 2023). Выборка оценивается с точки зрения однородности, выявляются индивиды, чьи значения выбиваются из общего распределения, именно эти отклонения становятся основанием для отнесения их к категории «мигранты».

Метод состоит в последовательном пересчёте среднего и стандартного отклонения с исключением значений, выходящих за пределы $\pm 2\text{SD}$, до достижения стабилизации. Таким образом, рассчитанный локальный диапазон составил 0,71076–0,71265. В ходе итераций были последовательно удалены 6 значений, все – по верхней границе.

Другой подход, позволяющий оценить диапазон значений, характеризующий местный изотопный сигнал, основан на вычленении контрольной группы оседлых индивидов. Опираясь на методологию отбора индивидов с наименьшей мобильностью для реконструкции местного изотопного фона (Scaffidi et al., 2022. Р. 444–445) были выделены те, у которых внутрииндивидуальная разница изотопных отношений эмали первого и второго моляров не превышает диагностического порога мобильности ($|\Delta\text{Sr}| < 0,0005$ по (Slater et al., 2014. Р. 124) – т.е. индивиды без изотопных свидетельств смены региона проживания в детстве и отрочестве. В контрольную выборку вошли 6 индивидов из 13, у которых включены в анализ два зуба. Диапазон Mean $\pm 2\text{SD}$: 0,71109–0,71222.

Оба метода дают согласованные результаты (табл. 1). В качестве рабочего диапазона локальной изменчивости принят итеративный интервал, поскольку он опирается на большую выборку.

Таблица 1. Сравнение методов определения локального диапазона

Метод	Нижняя граница	Верхняя граница	Разница
Trimmed Mean $\pm 2SD$ (основной)	0,71076	0,71265	0,00189
Контрольная группа	0,71109	0,71222	0,00113

Таблица 2. Итоговая классификация по группам мобильности

Категория	Кол-во	Доля, %	Погребение
I. Местные уроженцы	10	55,6	2, 3, 8, 15, 20, 38, 81 (107), 104, 132, 143
II. Пограничный статус	2	11,1	30, 124
III. Иммигранты	4	22,2	36, 59, 134, 52
IV. Возвратная миграция	1	5,6	22
V. Статус неоднозначен	1	5,6	37

Объём выборки ($n = 31$) уступает статистическому оптимуму ($n \geq 40$) (Чечушков, Епимахов, 2023. С. 25). Оценка масштабов миграции предварительная.

Анализ полученных данных позволил разделить изученную выборку на две основные категории: «резидентов» и «мигрантов». Группа возможных мигрантов подразделяется на несколько подгрупп в зависимости от характера отклонения индивидуальных величин $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от фонового диапазона 0,71076–0,71265 (табл. 2).

Сопоставление полученных результатов с данными по Восточной Прибалтике, а также с региональными значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ для территории Русской равнины, позволили наметить возможные регионы происхождения мигрантов.

В исследуемой выборке обращают на себя внимание два индивида (погр. 52 и погр. 134), чьи изотопные показатели существенно превышают значения местного фона, что может указывать на их не местное происхождение. При этом для индивида из погр. 53 характерно выраженное отличие между значениями для М1 и М3, следовательно, можно предположить, что детство и юношество пришлось на перемещение в разные регионы.

Полученные данные позволяют очертить круг наиболее вероятных территорий их происхождения в пределах Восточной Прибалтики. Для индивида из погр. 52 это юго-восточная Эстония (Хааньяская возвышенность, Отепя), восточная Латвия или центрально–северо-восточная Литва. Происхождение индивида из погр. 134, вероятнее всего, связано с центральной Литвой (район Кернаве–Биржай), северной Латвией или переходной зоной Эстонии (Piličiauskas et al., 2022; Sumi et al., 2025. Р. 121, 124).

Вместе с тем, неравномерная изученность средовых изотопных показателей требует осторожности в интерпретациях и обязательного рассмотрения

альтернативных гипотез. Выявленные значения (0,713–0,715) вполне укладываются в региональные диапазоны других территорий. В частности, эти значения укладываются в локальный интервал, реконструированный для населения Суздальского Ополя (0,71041–0,71575 (Frei et al., 2016), а также частично перекрываются с нижней границей биодоступных диапазонов Гнёздова (0,712–0,717 (Palmowski, 2020. Р. 147–148) и Западного Валдая (0,712–0,720 (Добровольская, Решетова, 2018).

Индивид из погр. 22 демонстрирует случай возвратной миграции. Значение для М1 (0,711933) укладывается в локальный диапазон, значение для М3 (0,713444) превышает границу фонового диапазона, что указывает на другой регион проживания в подростковом возрасте. Величина М3 соответствует Восточной Прибалтике (Piličiauskas et al., 2022; Suni et al., 2025. Р. 121, 124), а также, районам, расположенными восточнее и юго-восточнее Усвята (Западный Валдай, верховья Днепра, Гнёздово (Palmowski, 2020. Р. 147–148; Добровольская, Решетова, 2018).

Ни один мигрант в выборке не демонстрирует значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ выше 0,720. Такие значения являются маркером происхождения из Фенноскандии (южная Финляндия, Карелия) (Piličiauskas et al., 2022). Это позволяет исключить данный регион как регион предполагаемого происхождения мигрантов.

Полученные результаты указывают на то, что городское население средневекового Усвята в XII–XIII вв. складывалось не только за счёт естественного прироста, но и за счёт иммиграции.

Период литовской экспансии отмечен присутствием новых элементов погребального обряда. Грунтовые могилы начинают сопровождаться массивными валунными кладками, что не характерно для древнерусских городских некрополей. Ранее было высказано предположение об инокультурном происхождении новой традиции (Еремеев, 2024. С. 118–119).

Данные изотопного анализа корректируют эту интерпретацию: традиция сооружения валунных оградок видимо связана преимущественно с автохтонным населением (погр. 2, 3, 15, 20). Напротив, мигранты (погр. 52, 134, 124, 36) были погребены в грунтовых ямах.

Отсутствие фоновых значений для исследуемого региона не позволяет верифицировать рабочий диапазон независимым способом.

Исследование выполнено в рамках гранта РНФ № 24–18–00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

ЛИТЕРАТУРА

Добровольская М.В., Решетова И.К., 2018. О ландшафтном подходе в изучении мобильности населения прошлых эпох на основании данных об изотопном составе стронция // КСИА. Вып. 252. С. 7–14.

- Еремеев И. И., 2024. Отчет об археологическом исследовании древнерусского города Усвята в 2021 г. (Псковская область, Усвяцкий район). Т. 1. Текст. СПб. 130 с.
- Чечушков И. В., Епимахов А. В., 2023. Варианты исследования мобильности по данным изотопии стронция (анализ фоновых значений) // Геоархеология и археологическая минералогия. Миасс: ИМин ЮУ ФНЦ МГ УрО РАН, 2023. С. 23–27.
- Frei K. M., Makarov N. A., Novosel'tseva L. B., Courtin J., 2016. Strontium isotope investigation of the Suzdal region, Russia: Implications for mobility studies // The Suzdal Landscape Project: Interim Report 2014–2015 / Ed. N. A. Makarov, A. C. Leontiev. Moscow.
- Palmowski V., 2020. Staying there for the fishing season? Bioarchaeological reflections on diets, mobilities and identities in the Viking Age. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Philosophie. Tübingen: Eberhard Karls Universität Tübingen. 268 p.
- Piličiauskas G., Simčenka E., Lidén K. et al., 2022. Strontium isotope analysis reveals prehistoric mobility patterns in the south eastern Baltic area // Archaeological and Anthropological Sciences. No. 14. Art. 159.
- Scaffidi B. K., Kamenov G. D., Sharpe A. E., Krigbaum J., 2022. Non-Local Enemies or Local Subjects of Violence?: Using Strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) and Lead ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) Isobiographies to Reconstruct Geographic Origins and Early Childhood Mobility of Decapitated Male Heads from the Majes Valley, Peru // Journal of Archaeological Method and Theory. Vol. 29. P. 426–479.
- Slater P. A., Hedman K. M., Emerson T. E., 2014. Immigrants at the Mississippian polity of Cahokia: strontium isotope evidence for population movement // Journal of Archaeological Science. Vol. 44. P. 117–127.
- Suni R., Kirsimäe K., Rannamäe E., Lõugas L., Maldre L., Tõrv M., Kriiska A., Oras E., 2025. Defining the Estonian strontium isoscape for archeological and paleoecological provenance studies // Estonian Journal of Archaeology. Vol. 29. No. 2. P. 109–137.

В. И. Данилевская, В. П. Гусева, И. Ю. Стрикалов

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЦИОНА ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ СТАРОЙ РЯЗАНИ

Ключевые слова: Старая Рязань, изотопный анализ, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, древнерусский период

Старая Рязань – крупнейший городской центр Среднего Поочья, возникший в начале XI в. Формирование города происходило в условиях активной миграции из различных регионов Руси, что зафиксировано археологически по разнообразию ремесленных традиций и элементов погребального обряда.

В данном контексте изотопный анализ представляет особый интерес. Он позволяет реконструировать модель питания населения периода становления города, выявить степень его однородности. Различия в питании могут свидетельствовать о сохранении пищевых традиций региона происхождения, так и доступом к привозным продуктам.

Целью является реконструкция рациона питания взрослого населения Старой Рязани первой трети XI – первой половины XII в. на основе анализа стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костной ткани.

Исследуемые погребения происходят из раскопок 2017–2024 гг. Старорязанской археологической экспедиции ИА РАН на раскопе 47 в северной части Южного городища Старой Рязани. За период раскопок было исследовано около 1000 кв.м. культурного слоя, около 200 объектов застройки XII–XIV вв., а также 66 погребений раннего городского некрополя первой трети XI – первой половины XII в.

Некрополь простирался на 600 м от стен Северного городища – древнейшей части города, – на юг вдоль побережья. Позже этот ранний участок кладбища был поглощен застройкой Южного городища.

Хронология могильника основана на анализе немногочисленного погребального инвентаря. Наиболее ранние погребения датируются не позднее первой половины XI в. Для большинства комплексов точная датировка невозможна из-за широких дат бытования предметов.

Погребальный инвентарь не позволяет сделать вывод о выраженной социальной дифференциации погребенных. Инвентарь выявлен в 11 погребениях и представлен стеклянными, металлическими украшениями и предметами одежды и быта.

Все исследованные погребения совершены в христианской традиции, но с разными чертами обрядности: некоторые были совершены под небольшими курганными насыпями на горизонте (их следы частично сохранились в нижней части напластований), некоторые – в могильных ямах, с кольце-

выми оградками или без них. Зафиксировано несколько случаев погребений в деревянных гробах.

Для изотопного анализа были отобраны образцы костного материала из 17 погребений раннего некрополя. Выборка включает 16 взрослых (8 мужчин, 8 женщин) и одного подростка (13–14 лет). Для реконструкции диеты использован анализ соотношения стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$) и азота ($\delta^{15}\text{N}$) в коллагене костной ткани. Экстракция коллагена из костной ткани проводилась в лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН с использованием приборной базы ЦКП ИА РАН. Аналитическая работа выполнена на базе центра коллективного пользования “Масс-спектрометрические исследования” ЦКП (изотопного анализа) Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН.

В связи с отсутствием опубликованных данных по фауне Старой Рязани была привлечена выборка из смежного региона. Она включает изотопные данные по домашним травоядным животным (КРС, $n = 5$; МРС, $n = 2$; $\delta^{13}\text{C} = -21,77 \pm 0,38\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 7,07 \pm 1,16\text{‰}$) из Ярославля и Ростова Великого (*Яворская и др.*, 2015). Выбор этих памятников обусловлен их территориальной близостью и сходными природно-климатическими условиями. В качестве ориентира для интерпретации приняты общепринятые величины обогащения на один трофический уровень: для $\delta^{15}\text{N}$ от $+3\text{‰}$ до $+5\text{‰}$, а для $\delta^{13}\text{C}$ от $+0,5\text{‰}$ до $+2\text{‰}$.

Статистическая обработка данных выполнена в программе PAST 4.17 с применением метода кластеризации (метод Уорда) и U-критерия Манна–Уитни (уровень значимости $p = 0,05$) для оценки различий между мужчинами и женщинами. Проверка на нормальность распределения была выполнена с помощью теста Шапиро–Уилка.

Индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ варьируют от $-21,47\text{‰}$ до $-17,67\text{‰}$ (размах $3,80\text{‰}$); значения $\delta^{15}\text{N}$ от $8,76\text{‰}$ до $11,50\text{‰}$ (размах $2,74\text{‰}$). Тест Манна–Уитни не выявил статистически значимых различий между мужчинами ($n = 8$) и женщинами ($n = 8$) ни по $\delta^{13}\text{C}$ ($U = 29$, $p = 0,75$), ни по $\delta^{15}\text{N}$ ($U = 25$, $p = 0,46$). Для $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$ гипотеза нормального распределения не отвергается ($W=0,932$, $p = 0,23$ и $W=0,913$, $p = 0,11$). Значительный размах $\delta^{13}\text{C}$ послужил основанием для кластеризации. В результате выделено два основных кластера (рис. 1). Из-за малого объема выборки ($n=17$) результаты анализа неустойчивы и носят предварительный характер.

КЛАСТЕР 1. Группа с повышенными значениями $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$: ($n = 5$), $\delta^{13}\text{C} = -18,58 \pm 0,72\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 10,57 \pm 0,93\text{‰}$.

Кластер объединяет индивидов, изотопный профиль которых прежде всего отличается тяжелым изотопом углерода.

Сдвиг по $\delta^{13}\text{C}$ относительно средних величин у животных ($+3,19\text{‰}$) превышает ожидаемое обогащение для рациона, основанного на растениях C_3 типа фотосинтеза. Это может маркировать несколько процессов:

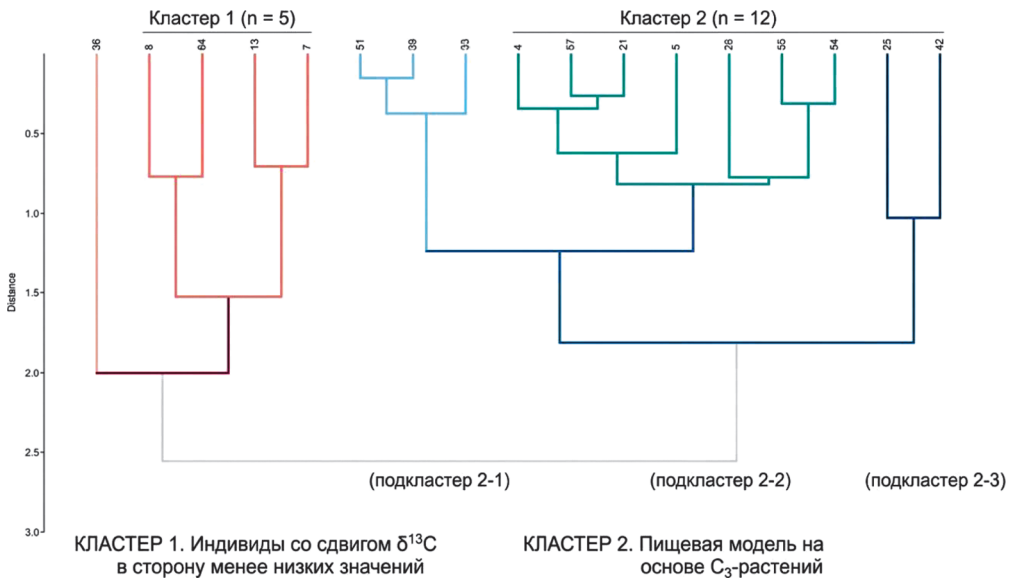


Рис. 1. Результаты кластерного анализа выборки из Старой Рязани по показателям изотопного состава углерода и азота

от включения в диету проса (как локального, так и привозного) до потребления пресноводных ресурсов или продукции животноводства на смешанном рационе. В отсутствии дополнительных данных окончательная верификация этих факторов невозможна. Сдвиг по $\delta^{15}\text{N}$ (+3,5‰) указывает на вклад животного белка.

Мужчина из п. 36 занимает обособленное положение внутри выделенного кластера. При высоком значении $\delta^{13}\text{C}$ фиксируется относительно низкий показатель $\delta^{15}\text{N}$, что свидетельствует о сниженной доли животного белка в рационе.

КЛАСТЕР 2. Пищевая модель на основе C_3 -растений с разной долей белка: (n = 12), $\delta^{13}\text{C} = -20,72 \pm 0,50\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 9,82 \pm 0,72\text{‰}$

Средний показатель $\delta^{13}\text{C}$ (+1,05‰) подтверждает преобладание C_3 -растений в основе рациона. Показатель $\delta^{15}\text{N}$ (+2,75‰) указывает на смешанную пищевую модель с умеренным вкладом продуктов животного происхождения.

Подкластер 2-1: (n = 3), $\delta^{13}\text{C} = -21,33 \pm 0,01\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 9,01 \pm 0,23\text{‰}$

В данную группу входят три индивида с наиболее низкими значениями $\delta^{13}\text{C}$ во всей выборке. Почти идентичные показатели углерода указывают на высокую гомогенность растительной основы рациона. Значения $\delta^{15}\text{N}$ в среднем самые низкие среди взрослых (8,76–9,21‰), следовательно, разница со средними значениями для животных составляет +1,94‰, что указывает на незначительную долю животного белка в рационе индивидов.

Подкластер 2–2: ($n = 7$), $\delta^{13}\text{C} = -20,40 \pm 0,36\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 9,74 \pm 0,36\text{‰}$

Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ образуют компактный кластер с низкой внутренней изменчивостью. Малый разброс обоих показателей свидетельствует об однородности пищевой модели внутри подгруппы. Сдвиг $\delta^{15}\text{N}$ ($+2,67\text{‰}$) соответствует смешанной пищевой модели на растительной основе Сз с умеренным вкладом продуктов животного происхождения.

Подкластер 2–3: ($n = 2$) $\delta^{13}\text{C} = -20,96 \pm 0,73\text{‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 11,15 \pm 0,04\text{‰}$

Подкластер представлен двумя мужчинами зрелого возраста (35–49 лет). Группа характеризуется наиболее высокими значениями $\delta^{15}\text{N}$ при сохранении низких значений $\delta^{13}\text{C}$. Такое сочетание может указывать на включение в рацион рыбы ($\delta^{15}\text{N} = +4,08\text{‰}$; $\delta^{13}\text{C} = +0,82\text{‰}$).

Полученные данные были сопоставлены с опубликованными сериями (Энговатова и др., 2013; Добровольская, 2023; Добровольская и др., 2025; Гусева и др., 2025) из древнерусских сельских и городских памятников домонгольского времени (рис. 2, табл. 1). Внутригрупповая вариабельность значений по двум химическим элементам в городских и сельских группах схожа. Исключение – выборка из Старой Рязани, которая на фоне остальных отличается прежде всего значительной вариативностью $\delta^{13}\text{C}$ (табл. 1, рис. 2). Изотопный состав углерода в сериях Северо-Запада (Усвяты и Городок – Поддубье) характерен для пищевой модели, базирующейся исключительно на растениях Сз-типа фотосинтеза. Выборка из Ярославля занимает промежуточную позицию, умеренный сдвиг $\delta^{13}\text{C}$ в зону высоких значений может отражать комплекс факторов, включая климатические, а также вклад С4-растений.

Среди всех сравниваемых серий Шекшово-9 и Старая Рязань фиксируют наиболее заметный вклад С4-компонента. При близости средних значений $\delta^{13}\text{C}$ Шекшово и Старая Рязань принципиально различаются по внутригрупповому разнообразию изотопных показателей. Шекшово-9 представляет собой компактное облако, характерное для группы с однородным типом рациона. Старая Рязань демонстрирует более чем вдвое больший разброс значений. Повышенная гетерогенность Старой Рязани по углероду может быть обусловлена: климатическими различиями в происхождении пищевых ресурсов, вариабельностью доступа к пищевым продуктам, а также не исключает возможного вклада С4-растений в рацион части населения.

Выборка из Ярославля демонстрирует наиболее высокие средние значения по азоту. Усвяты, Городок–Поддубье и Шекшово-9 образуют промежуточную группу. Средние показатели в серии из Старой Рязани оказываются на нижней границе сопоставляемого ряда. Однако различия средних показателей $\delta^{15}\text{N}$ между сериями (за исключением Ярославля) невелики. При имеющихся объёмах выборок и отсутствии данных по базовым значениям $\delta^{15}\text{N}$ фауны для каждого памятника эти различия не могут интерпретироваться однозначно.

Таблица 1. Сравнительная характеристика изотопного состава образцов коллагена костной ткани в палеоантропологических сериях из древнерусских памятников домонгольского времени

Памятник	Тип	n	$\delta^{13}\text{C}, \text{‰}$ среднее $\pm$ SD	Размах значений	$\delta^{15}\text{N}, \text{‰}$ среднее $\pm$ SD	Размах значений
Усвят	Город	19	$-21,38 \pm 0,45$	-22,31 ... -20,53	$10,73 \pm 0,64$	9,07 ... 11,59
Городок – Поддубье	Село	7	$-21,57 \pm 0,65$	-22,49 ... -20,79	$10,36 \pm 0,39$	9,80 ... 11,02
Ярославль	Город	83	$-20,41 \pm 0,66$	-22,40 ... -19,20	$11,46 \pm 0,87$	9,00 ... 14,50
Шекшово-9	Село	22	$-19,66 \pm 0,50$	-20,28 ... -18,65	$10,27 \pm 0,57$	9,32 ... 11,30
Старая Рязань	Город	17	$-20,05 \pm 1,18$	-21,47 ... -17,67	$10,11 \pm 0,94$	8,76 ... 11,51

Таким образом, высокая внутригрупповая вариабельность изотопных сигналов в выборке из Старой Рязани свидетельствует о значительной неоднородности ресурсов, составляющих основу рациона. В отличие от других древнерусских серий, у которых отмечена компактность распределения изотопных значений, что указывает на единообразие системы питания.

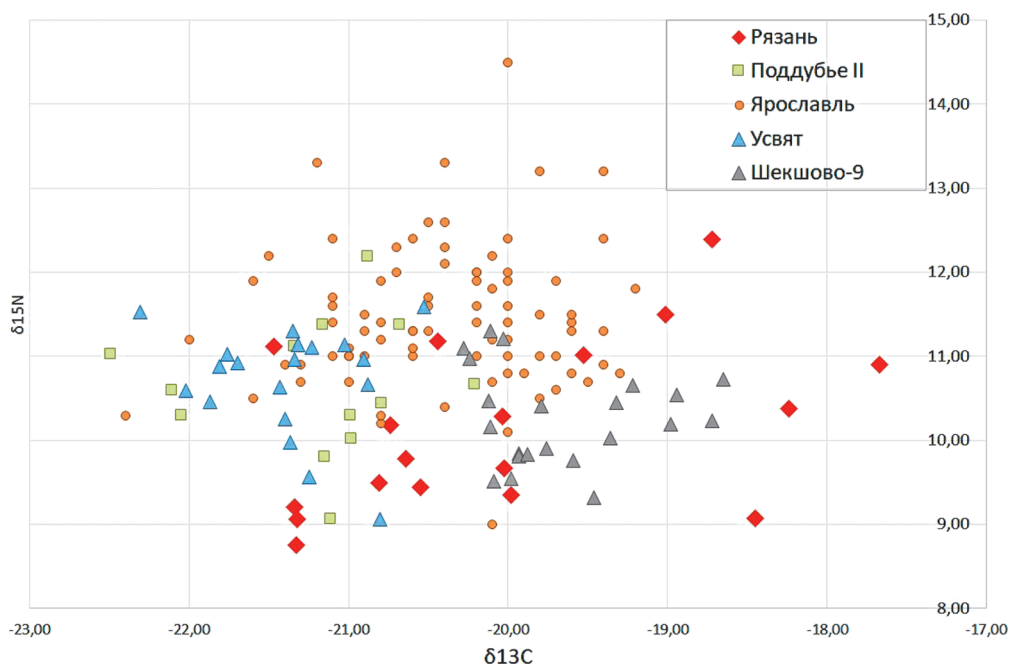


Рис. 2. Сравнение изотопных показателей Старой Рязани с древнерусскими сериями домонгольского времени

Выводы:

1. В основе диеты населения Старой Рязани растения Сз типа фотосинтеза с варьирующей долей животного белка.

2. Статистически значимых различий между мужчинами и женщинами в питании не выявлено.

3. Высокая внутригрупповая вариабельность изотопных показателей указывает на то, что на некрополе Старой Рязани захоронены индивиды с существенно различающимися рационами обыденного питания. Подобное разнообразие могло формироваться как под влиянием культурных и социальных факторов, так отражать различное региональное происхождение индивидов, неодинаковых хозяйственных традиций, причин разнообразия пищевых моделей – дело дальнейших исследований.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-18-00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов». Авторы благодарят заведующую лабораторией контекстуальной антропологии, д. и. н., чл.-корр. РАН Добровольскую М.В. за научную консультацию.

ЛИТЕРАТУРА

- Гусева В.П., Добровольская М.В., Еремеев И.И., Данилевская В.И., 2025. Реконструкция питания жителей древнерусского Усвята по результатам изотопных исследований // Бюллетень Всероссийского семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика». Материалы VII заседания. М.: ИА РАН. С. 27–31.
- Добровольская М.В., 2023. Образ жизни людей по данным изотопного состава костных материалов // Археология Суздальской земли: в 2 т. Т. 2. Культура, общество, идентичность / Отв. ред. Н.А. Макаров; сост. Н.Д. Угулава. М.; Вологда: Древности Севера. С. 69–80.
- Добровольская М.В., 2025. Городское и сельское древнерусское население: питание и мобильность по данным изотопных исследований // КСИА. Вып. 279. С. 376–391.
- Энговатова А.В., Добровольская М.В., Антипина Ек.Е., Зайцева Г.И., 2013. Коллективные захоронения в Ярославле: реконструкция системы питания на основе результатов изотопного анализа // КСИА. Вып. 228. С. 96–115.
- Яворская Л.В., Антипина Е.Е., Энговатова А.В., Зайцева Г.И., 2015. Стабильные изотопы углерода и азота в костях домашних животных из трех городов Европейской части России: первые результаты и интерпретации // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4: История. Регионоведение. Международные отношения. Т. 20. № 1. С. 54–61.

М. В. Добровольская, А. Н. Гей, В. И. Данилевская

ПЕРВЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА КОЛЛАГЕНА КОСТНОЙ ТКАНИ ИНДИВИДОВ ИЗ ГРОБНИЦ КРАСНОПОЛЯНСКОГО IV МОГИЛЬНИКА

Ключевые слова: эпоха поздней бронзы, Кавказ, изотопный состав азота и углерода, климат, питание

Исследования одного из ярких кавказских мегалитических памятников, проведенные в 2024 г совместной экспедицией ИА РАН (нач. экс. А. Н. Гей) и НАО «Наследие» (нач. отряда П. В. Соколов), открывают новую возможность изучения этих сложнейших археологических комплексов длительного использования. Памятник находится на склоне горного отрога возле северной окраины пос. Красная Поляна Адлеровского района г. Сочи и представляет собой группу из плиточных дольменов и так называемых колодцеобразных гробниц, предположительно позднейшего деривата дольменной традиции. На основании археологических материалов их вероятная датировка может быть отнесена к последним векам II – началу II тыс. до н. э.

Палеоантропологические материалы поступили из нескольких объектов (11, 12, 13, 14, 17, 18, 25, 28, 29) могильника. Первичная разборка и проведение половозрастных определений показали, что численность погребенных в гробнице варьирует от 2 до 23 индивидов. Многократное использование памятника и многоэтапное перемещение останков внутри гробницы существенно усложнили задачу реконструкции последовательности событий погребальных ритуалов, а также воссоздание численности погребенных и возможность «собрать» кости, относящиеся к одному скелету. В настоящее время продолжается работа по подготовке серии к морфологическим изменениям и описаниям.

Изотопное соотношение азота и углерода в коллагене костной ткани является маркером пищевой модели – то есть усредненного состава основных нутриентов, отражает соотношение белков и углеводов подробно изучается, за последние примерно 30 лет в археологии накоплен огромный материал, позволяющий различать культурные традиции питания (*Exploring Human Behavior...*, 2023). Так как состав коллагена костной ткани человека зависит, в основном, от того, какими животными и растительными белками питался человек, то сведения об углеводах слабо отражены в этих данных. Изотопный состав компонентов рациона – растения и животные – зависит от природно-климатических условий, в которых они жили. Таким образом, данные об изотопном составе коллагена костной ткани человека должны интерпретироваться с учетом этих двух основных факторов: тип питания и ландшафтно-климатических условий.

Начатое биоархеологическое изучение остеологических материалов из комплексов Краснополянского IV могильника (далее К IV) ставит перед собой задачи реконструкции хозяйственного уклада, мобильности и элементов климатической ситуации, мы воспользуемся результатами уже проведенных естественнонаучных исследований, не погружаясь в них глубоко. Выделим основные важные позиции:

1. Изотопный состав азота и углерода коллагена костной ткани человека, животных, растений формируется под влиянием климатических условий влажности (*Huisman, 2025*).

2. Рядом независимых исследований констатированы значительные отрицательные корреляции между значениями $\delta^{13}\text{C}$ растений и *среднегодовым* количеством осадков. Причем, для растений СЗ типа фотосинтеза эта зависимость проявляется вдвое четче чем у растений С4 типа фотосинтеза. Так эмпирические величины понижения $\delta^{13}\text{C}$ с ростом среднегодовых осадков на 100 мм для СЗ растений составляет 0,6‰, в то время как для С₄ – 0,3‰ (*Ma et al., 2012*).

3. Многочисленные исследования продемонстрировали более интенсивное обогащение всех составляющих экосистем тяжелым азотом в более аридных ландшафтах (*Hollund, 2012, Ma et al., 2012*). В эмпирических величинах это может быть представлено как снижение $\delta^{15}\text{N}$ примерно 1‰ в растениях при росте на 100 мм среднегодовых осадков. Более чутки к изменению влажности микоризные растения.

4. Таким образом, повышение изотопного соотношения азота обусловлено как спецификой и долей белковых компонентов рациона, так и аридизацией. Повышение изотопного соотношения углерода может быть следствием включения в рацион человека или домашних животных С4 растений, а также аридизацией.

Так как предгорные и горные области существенно отличаются показателями влажности, а также на протяжении предполагаемого периода существования погребального памятника имели место климатические изменения, следует рассматривать величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ с учетом этих событий, на что указывают исследователи изотопных данных по материалам, происходящим из памятников Кавказа эпохи бронзы (*Knipper et al, 2020, Шишлина, Трифонов, 2026*).

Нами получены данные по 17 образцам коллагена из объектов (гробниц) 11 и 29. В качестве образцов были отобраны фрагменты костной ткани от 10 индивидов объекта 11. Также взяты корни основных и молочных зубов, которые оказались на самом дне погребальной конструкции в результате многократных перемещений уже скелетированных останков. Два образца также взяты из корней зубов, просыпавшихся на дно погребальной камеры объекта 29. Характеристика образцов приведена в таблице 1. Пробоподготовка проведена в Лаборатории контекстуальной антропологии

Таблица 1. Характеристика образцов

Шифр	Пол/возраст (лет)	Образец	$\delta^{13}\text{C}$ vpdb	$\delta^{15}\text{N}$ air	%C	%N	mass C/N	atom C/N
К IV, об 11, этап 3, череп 2	мужчина, 20–29	фр. свода черепа	-20,21	7,2	7,3	2,7	2,6	3,1
К IV, об 11, этап 3, череп 3	Мужчина, взрослый	фр. свода черепа	-19,36	7,25	35,7	12,5	2,9	3,3
К IV, об 11, этап 3, череп 4	около 10	фр. свода черепа	-19,64	9,06	38,8	13,5	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 3, череп 5	мужчина, старше 40	фр. свода черепа	-20,13	7,88	26	8,8	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 3, череп 6	мужчина, 15–19	фр. свода черепа	-18,5	6,17	22,3	7,6	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 3, череп 7	женщина, старше 40	фр. свода черепа	-20,16	9,34	11	3,9	2,8	3,3
К IV, об 11, этап 3, череп 8	мужчина, 25–35	фр. свода черепа	-19,39	6,29	36,3	12,2	3	3,5
К IV, об 11, этап 3, череп 10	мужчина, 25–35	фр. свода черепа	-20,2	6,6	41,4	14	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 3, череп 11	мужчина, старше 40	фр. свода черепа	-20,46	6,28	36,7	12,7	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 3, скелет 1	женщина (?), 30–39	Ребро	-19,5	7,49	22,5	7,9	2,9	3,3
К IV, об 11, этап 4, зубы из слоя		Моляр	-19,58	10,55	36,4	12,7	2,9	3,3
К IV, об 11, этап 4, зубы из слоя		1-й премоляр	-18,21	7,19	37,5	13,1	2,9	3,4
К IV, об 11, этап 4, зубы		Моляр	-19,57	9,06	42,7	15	2,9	3,3
К IV, об 11, этап 4, зубы		2-й молочн. моляр	-19,43	10,87	37,6	13,4	2,8	3,3
К IV, об 11, этап 4, зубы		2-й верх. резец	-19,1	7,87	33,6	12	2,8	3,3
К IV, об 29, зубы из всего объекта		Премоляр	-19,93	6,07	36,8	12,9	2,8	3,3
К IV, об 29, зубы из всего объекта		2-й молочн- верх- моляр	-20,18	6,91	36,5	12,9	2,8	

ИА РАН, определение изотопного состава выполнено на базе ЦКП ИПЭЭ им. А.Н Северцова РАН.

Оценка сохранности коллагена: из 17 проанализированных образцов 5 показали значительные отклонения в процентах углерода и азота. Мы их исключаем из последующего анализа. Все поврежденные коллагены получены из фрагментов костной ткани (свод черепа, ребро).

Значения $\delta^{13}\text{C}$ определены в границах от -20,46‰ до -18,21‰. Средняя составляет -19,52‰; $\delta^{15}\text{N}$ варьирует от 6,97‰ до 10,87‰ (средняя 7,6‰). В выборку не попали индивиды женского пола.

Изотопные соотношения углерода позволяют считать, что растительные белки, которые употреблялись в пищу, вероятно, относились к C_3 растениям. Обращает на себя внимание низкие величины $\delta^{15}\text{N}$. Значения выше 10‰ отмечены преимущественно для образцов из корней молочных зубов, что, вероятно, может быть связано с периодом грудного вскармливания. Низкие величины изотопного соотношения азота, на первый взгляд, отражают рациона с преобладанием растительной пищи.

Несмотря на возможную разновременность археологических и антропологических материалов разных гробниц и даже в пределах одного погребального сооружения, все они с большой долей достоверности относятся к среднему периоду и финалу эпохи средней бронзы. В климатическом отношении все периоды после Средней Бронзы характеризуются нарастающей аридизацией, поэтому есть все основания ожидать следы более засушливых условий, чем в настоящее время. Это мы и наблюдаем по результатам изотопного анализа. Величины изотопных соотношений углерода соответствуют экологическим условиям горны районов и влажных степей (*Knipper et al.*, 2020, *Гвоздецкий*, 1963), а не влажных частично заселенных ландшафтов со средней годовой нормой осадков 166–2000 мм, как это фиксируется сегодня (<http://meteo.ru/svc/aisori-climsprn/?ysclid=mnnyef6g3645847360>). Напомним, что могильник находится на высоте около 800 м над уровнем моря в зоне повышенной влажности.

Отметим значительную вариабельность $\delta^{13}\text{C}$ (2‰), которая дает основания предполагать, что люди, погребенные в гробницах К IV, входили в трофические цепочки различных экосистем. Изотопные показатели углерода могут быть интерпретированы как результат меньшей влажности, чем сегодня. Оценить своеобразие изучаемой группы можно при сопоставлении с другими уже опубликованными.

В качестве сопоставительных групп взяты данные по образцам из памятника Клады, расположенного в 80 км к северу от К IV (*Трифонов, Шишина*, 2026). Подчеркнем, что Клады расположены на северной экспозиции, а К IV – на южной экспозиции. Это обуславливает гораздо более высокую влажность климата микрорегиона расположения К IV (800 мм и 1600 мм соответственно) (*Гвоздецкий*, 1963).

Также в группу сопоставительных взяты данные из двух могильников, расположенных в горной части Кавказа с умеренной увлажненностью: Кудыхурт и Кабардинский 9 (*Knipper et al.*, 2020). Образцы из этих памятников характеризуются наиболее низкими величинами изотопных соотношений азота. Для памятника Кудыхурта проанализированы индивиды из погребений посткатакомбного горизонта. Для могильника

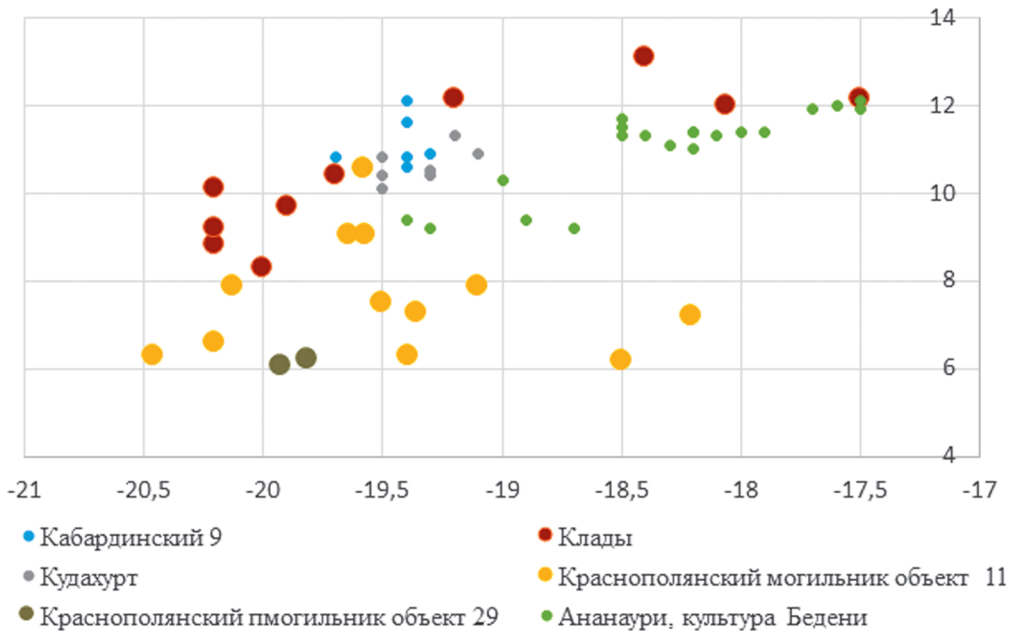


Рис. 1. Сопоставление $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в группах из памятника К IV и могильников Клады, Кудахурт, Кабардинский 9, Ананаури (Трифонов, Шишлина, 2026, Rnipper et al., 2020; Herrscher, Chkadua, Vanishvili, 2016)

Кабардинский 9 – исследованы образцы из погребений северокавказской культуры, аналогичного горизонта и кобанского времени.

В качестве сопоставительной группы включена серия образцов из памятника с Территории Грузии Ананаури (культура Бедени), расположенного в долине Куры в условиях влажности современного климата, сопоставимого с ситуаций могильника Клады. Итак, выбор сопоставительных материалов определялся поиском групп с низкими величинами $\delta^{15}\text{N}$, так как в прочих группах Северного и Южного Кавказа в эпоху бронзы встречены только гораздо более высокие $\delta^{15}\text{N}$.

Как можно видеть на рис. 1, изотопные показатели индивидов из К IV, даже на фоне отобранных сопоставительных данных, остаются наиболее низкими по азоту. Некоторое сходство с ними демонстрируют часть индивидов из могильника Клады. Отметим, что весь массив данных формируется двумя кластерами: с более низкими и более высокими $\delta^{13}\text{C}$. Внутри кластера « $\delta^{13}\text{C} \leq -18,5\text{‰}$ » наблюдается большое сходство между индивидами из могильников Клады, Кудахурт, Кабардинка 9 и К IV. Напротив, в кластере « $\delta^{13}\text{C} \geq -18,5\text{‰}$ » изотопный состав коллагена индивидов из К IV существенно отличается от такового из Кладов и Ананаури. Примечательно, что исследователи, изучавшие обширные материалы Южного Кавказа отмеча-

ют, что в посткатакомбное время существенно увеличивается внутригрупповая вариабельность данных, выборки как бы распадаются на две части. Авторы интерпретируют этот факт как результат большей мобильности общества. Так как изотопный состав костной ткани отражает своеобразие усредненного рациона, то есть все основания считать, что на образцах взрослых индивидов повышение мобильности могло сказаться не в увеличении изменчивости внутри группы, а в изменении средних арифметических. Повышение внутригрупповой изменчивости, возможно, отражает прочную связь с малыми локальными земельными участками.

Таким образом, отличительной чертой состава азота индивидов из могильника Краснополянский IV является существенное обогащение легким изотопом. Аналог этой тенденции просматривается в группе индивидов из могильника Клады. Часть индивидов характеризуются примерно сходными величинами. Но его другая часть – более высокими $\delta^{15}\text{N}$. В целом, высокие $\delta^{15}\text{N}$ характерны для всего Предкавказья, Северного и Южного Кавказа. Это территория распространения пастушеских обществ. Возможно, люди, погребенные в кургане 11 могильника Клады, а также люди из гробниц К IV придерживались иных традиций питания. На настоящий момент мы не можем ответить на вопрос, что за этим стоит: кулинарная традиция, особенности ведения хозяйства, особенности расселения? Ярко выраженная специфика изотопного состава коллагена костной ткани людей позволяет сформулировать эти вопросы.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-18-00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

ЛИТЕРАТУРА

- Гвоздецкий Н. А., 1963. Кавказ. Очерк природы. М.
- Трифонов В. А., Шишлина Н. И., Кузнецова О. В., Лохова О. В., Бурова Н. Д., Калинин П. И., 2026. Климатические факторы изменчивости изотопного состава азота и углерода ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) коллагена костной ткани человека эпохи бронзы Северо-Западного Кавказа и сопредельной степи // КСИА. Вып. 282.
- Exploring Human Behavior Through Isotope Analysis: Applications in Archaeological Research (Interdisciplinary Contributions to Archaeology) / Eds. Beasley M. M., Somerville A. D. Applications in Archaeological Research. Cham, Switzerland: Springer Nature. 2023. XIII 303 p.
- Heaton T. H. E., 1999. Spatial, species and temporal variations in the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ of C_3 plants: implications for paleodiet studies. *Journal of Archaeological Science* 26: 637–650.
- Hedges R. E. M. M., 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34. 8. P. 1240–1251.

- Herrscher E., Chkadua M., Vanishvili N.*, 2016. Social status of individuals discovered at Ananauri kurgan (Bedeni, Georgia): A dietary investigation inferred from stable isotopes. In: Makharadze Z., Kalandze N. and Murvanidze B. (eds.), *Ananauri big Kurgan 3*. Tbilisi: Georgian National Museum p. 261–278.
- Herrscher E., Modwene Poulmarc'h M., Palumbi G., Sarit Paz S., Rova E., Gogochuri G., Longford C. et al*, 2021. Dietary practices, cultural and social identity in the Early Bronze Age southern Caucasus. The case of the Kura-Araxes culture // *Paleorient*. Vol. 47–1. P. 151–174.
- Higham T., Hollund H., Belinskij A., Korenevskij S.*, 2010. Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones // *Journal of Archaeological Science*. 37. 2971–2983.
- Huisman D.J.*, 2025. Shifty baselines: The landscape factor in archaeological applications of stable carbon and nitrogen isotopes // *Journal of Archaeological Science*. Vol. 181. 106332.
- Knipper C., Reinhold S., Gresky J., Berezina N., Gerling C., Pichler S.L. et al.*, 2020. Diet and subsistence in Bronze Age pastoral communities from the southern Russian steppes and the North Caucasus. *PLoS ONE* 15(10): e0239861.
- Kohn M.J.*, 2010. Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of (paleo)ecology and (paleo)climate // *Proc Natl Acad Sci U S A*. Nov 16;107(46):19691–5.
- Ma J. Y., Sun W., Liu X.N., Chen F.H.*, 2012. Variation in the stable carbon and nitrogen isotope composition of plants and soil along a precipitation gradient in northern China. *PLoS One* 7(12): e51894.

**Е. В. Долбунова, М. В. Добровольская, А. Н. Мазуркевич,
В. И. Данилевская, Д. И. Коробушкин, М. Л. Кривцова**

ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И АЗОТА НАГАРА НЕОЛИТИЧЕСКИХ СОСУДОВ ДНЕПРО-ДВИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ключевые слова: стабильные изотопы углерода и азота, охотники-собиратели-рыболовы, керамика, нагар, функция сосудов, Днепро-Двинское междуречье

Как и сама керамика, содержимое сосудов может рассматриваться как часть культурной традиции древнего общества, обусловленной в том числе ресурсной базой, диетой и определенными кулинарными предпочтениями. Исследования последних лет глиняной посуды охотников-собирателей-рыболовов Восточной Европы позволили выявить различные продукты, которые готовились в сосудах, особенности содержимого сосудов отдельных сообществ и культур (*Bondetti et al., 2021; Dolbunova et al., 2023*).

В данном исследовании мы обращаемся к первым результатам анализа стабильных изотопов углерода и азота нагара серии сосудов раннего-позднего неолита и бронзового века (всего 317 образцов), происходящих с территории Днепро-Двинского междуречья. Целью исследования было выявить различные паттерны изотопных значений для культур раннего неолита (сертейская, руднянская), среднего неолита (усвятская; типа слоя В Сертея VIII; различные комплексы среднего неолита), позднего неолита (жижицкая культура; материалы, которые могут быть связаны с влиянием культур шаровидных амфор, культур шнуровой керамики, катакомбных культур), керамические комплексы, которые несут влияние прибалтийских культур. Также в данном исследовании мы пытаемся ответить на вопрос о возможной взаимосвязи формы и объема сосудов, функциональной направленности памятника, которые могли диктовать особенности содержимого сосудов. Отдельный методический блок включал сравнение значений стабильных изотопов образцов, отобранных с разных частей сосудов, сопоставление с радиоуглеродными датировками, сравнение значений, полученных для различных микрорегионов, и верификации через сопоставление с результатами липидных анализов.

Для измерения соотношения стабильных изотопов использовали комплекс оборудования, состоящий из элементного анализатора и изотопного масс-спектрометра (Thermo Flash 1112 и Thermo Finnigan Delta V Plus, Thermo Fisher Scientific Inc., США). Для калибровки оборудования применяли международные стандарты МАГАТЭ USGS40 и USGS41, в качестве

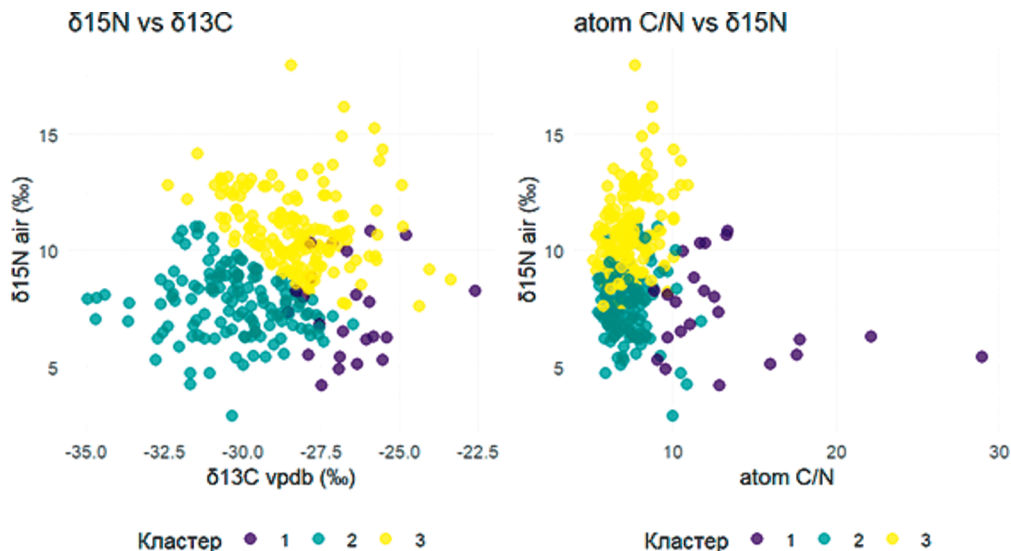


Рис. 1. Кластеры образцов на основе трехмерной статистики анализа значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ и atom C/N

лабораторного стандарта использовали казеин. Глиняные сосуды, с которых были отобраны образцы, происходят с памятников Сертейского микро-региона (Сертея II, X, XIV, Рудня Сертейская), Усвятского (Усваты IV), Жижицкого (п. Наумово), Сенницкого (Дубокрай I, III, IV, V).

Значения $\delta^{13}\text{C}$ находятся в рамках широкого диапазона -34,96 и -22,6, $\delta^{15}\text{N}$ в рамках -2,94 и 17,96. Значения $\delta^{15}\text{N}$ 222 образцов находятся за пределами порогового значения, характеризующего водные продукты ($>8,0\text{‰}$) (Craig *et al.*, 2007). Основываясь на этих значениях, можно предположить, что различный набор водных организмов (рыбы, птицы, бобр, моллюски) в сочетании с земными продуктами могли готовиться в сосудах. Важная роль рыболовства подтверждается многочисленными находками рыболовных конструкций и приспособлений, набором ихтиологических остатков на памятниках неолита Днепро-Двинского междуречья (Мазуркевич *и др.*, 2026).

Небольшая серия образцов демонстрирует значения ниже $8,0\text{‰}$ в сочетании с высоким C: N атомными значениями (один образец дал значение $\delta^{15}\text{N}$ 2,94), что может быть интерпретировано как возможное присутствие растительных продуктов (см. Robson *et al.*, 2021; Heron *et al.*, 2016). Наличие различных растительных продуктов было продемонстрировано для серии данных образцов в ходе последних исследований – были определены остатки *Viburnum*, *Amaranthaceae* sp. и других растений (González Carretero *et al.*, 2026). Многочисленные находки лесных орехов, желудей и остат-

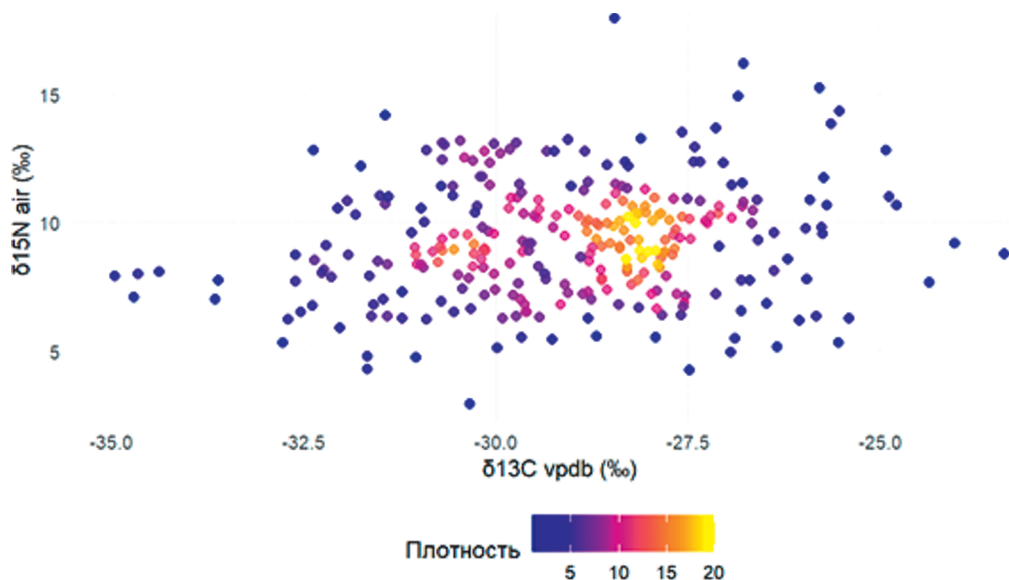


Рис. 2. Карта плотности значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$

ков водного ореха заставляют обратиться также к этому пищевому ресурсу (Mazurkevich et al., 2020). Так, значения $\delta^{15}\text{N}$ современных орехов варьирует в рамках диапазона $1,2 \pm 2,4\text{‰}$ (Heron et al., 2016).

Статистический анализ величин $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ и атомного соотношения C/N позволяет выявить три значительных кластера значений (рис. 1), которые маркируют преобладание определенных видов продуктов – водного (пресноводные виды (включая, возможно, форель) и катадромные виды), земного (животные) и растительного происхождения. Сложность точного определения компонентов содержимого сосудов связана с присутствием и смешиванием продуктов из различных сред (Yoneda et al., 2019). Карта плотности значений указывает на самые представительные соотношения значений для неолитической керамики данного региона, которые могут отражать стандартную рецептуру с значительным вкладом пресноводной составляющей (рис. 2). Важно, что определенная кластеризация наблюдается и по различным микрорегионам, что может быть связано скорее не с культурными различиями, а особенностями геологического строения данных микрорегионов.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-18-00086-П) «Между востоком и западом: охотники-собиратели озерного края на Западе России в 7–3 тыс. до н. э. (экономические стратегии, культурные традиции, межрегиональные взаимосвязи и палео-экологические условия)».

ЛИТЕРАТУРА

- Мазуркевич А.Н., Долбунова Е.В., Мэгро Й., Куттель П., Плоценник М., Кульков А.М., 2026. Многослойный торфяниковый комплекс мезолита-неолита Сертея II: палеоклиматические изменения и сообщества охотников-собирателей в VIII–III тыс. до н. э. // *Stratum plus*. № 2. В печати.
- Bondetti M., González Carretero L., Dolbunova E. et al., 2021. Neolithic farmers or Neolithic foragers? Organic residue analysis of early pottery from Rakushechny Yar on the Lower Don (Russia) // *Archaeol Anthropol Sci*. 13, 141.
- Craig O.E., Forster M., Andersen S.H., Koch E., Crombe P., Milner N.J., Bailey G., Heron C., 2007. Molecular and Isotopic Demonstration of the Processing of Aquatic Products in Northern European Prehistoric Pottery // *Archaeometry*. 49 (1). P. 135–142.
- Dolbunova E., Lucquin A., McLaughlin T.R. et al. 2023. The transmission of pottery technology among prehistoric European hunter-gatherers // *Nature. Human Behaviour*. 7. P. 171–183.
- González Carretero L., Lucquin A., Robson H.K., McLaughlin T.R., Dolbunova E., Lundy J. et al., 2026. Selective culinary uses of plant foods by Northern and Eastern European hunter-gatherer-fishers // *PLoS One* 21(3): e0342740.
- Heron C., Junko H., Katayama Owens M., Yumiko I., Eley Y., Lucquin A., Radini A., Saul H., Debono Spiteri C., Craig O.E., 2016. Molecular and isotopic investigations of pottery and ‘charred remains’ from Sannai Maruyama and Sannai Maruyama No. 9, Aomori Prefecture // *Japan Journal of Archaeology*. 4 (1). P. 29–52.
- Mazurkevich A., Sablin M., Dolbunova E., Kittel P., Maigrot Y., Kazakov E., 2020. 421 Landscape, seasonality and natural resources use in the 3rd millennium BC by pile dwelling communities (NW Russia). In: *Settling waterscapes in Europe. The 423 Archaeology of Neolithic and Bronze-Age pile-dwellings*. OSPA 1: 17–36.
- Robson H.K., Saul H., Steele V.J., Meadows J., Nielsen P.O., Fischer A. et al, 2021. Organic residue analysis of Early Neolithic ‘bog pots’ from Denmark demonstrates the processing of wild and domestic foodstuffs // *Journal of Archaeological Science: Reports*. Vol. 36. 102829.
- Yoneda M., Kisida K., Gakuhari T., Omori T., Abe Y., 2019. Interpretation of bulk nitrogen and carbon isotopes in archaeological foodcrusts on potsherds // *Rapid Commun Mass Spectrom*. 30; 33 (12). P. 1097–1106.

Н. О. Ковалева, Е. М. Столпникова,
И. В. Ковалев, И. Я. Сидорова

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗОТОПНЫЕ МАРКЕРЫ ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Ключевые слова: земляные фортификационные валы, стабильные изотопы углерода, палеопочвы, культурные слои

Изотопный состав углерода органического вещества почв является чувствительным биомаркером изменений температуры и влажности даже в коротких временных рядах, так как углерод-обменная система «воздух-растения-почва» напрямую зависима от климата – температуры и влажности воздуха, концентрации в нем углекислого газа. Природный пул углерода состоит из двух стабильных изотопов ^{12}C и ^{13}C (98,89% и 1,11% соответственно). При этом при температуре воздуха до 25°C преобладает пентозофосфатный цикл Кальвина, при температурах до 35° – С4-цикл дикарбоновых кислот, а при резком дефиците влаги – САМ – тип фотосинтеза. Подавляющая часть биомассы растений (99,95%) после гибели животных и растений поступает в почву и участвует в процессах гумификации. Многочисленные экспериментальные данные указывают на различие изотопного состава растительности и органического вещества почв в пределах 1‰ (Ковалева и др., 2013), что позволяет использовать соотношения стабильных изотопов углерода для реконструкции палеоклиматов по свойствам погребенных почв.

Строительство земляных геоархеологических объектов приводит к консервации и выведению из биологического круговорота органического вещества в погребенных почвах и культурных слоях. Таким образом, углерод погребенных под памятниками почвенных горизонтов становится надежным архивом информации о палеоклиматических событиях прошлого.

Согласно литературным источникам, одним из самых масштабных геоархеологических объектов южной части Русской равнины является Белгородская оборонительная черта, централизованное строительство которой началось в 1635 г и продолжалось почти двадцать лет (Голотвин и др., 2023). Линия оборонительных сооружений проходила по территории Сумской, Белгородской, Липецкой, Воронежской и Тамбовской областей и простиралась на расстояние около 800 километров.

Целью данного исследования является реконструкция палеоэкологической обстановки степного пограничья Русской равнины в историческое время на основе анализа состава и содержания в почвах и культурных слоях стабильных изотопов углерода.

Основным методом для изучения погребенных почв послужил метод хронорядов, когда из почв, погребенных под разновременными конструкциями составляется хроноряд, который дает возможность установить направленность изменчивости почвенных свойств во времени и провести палеоклиматические реконструкции на основе сравнительного анализа палеопочв между собой и с современными почвами.

Объекты исследования (2023–2024 гг.) расположены в Тамбовской и Воронежской областях: Тамбовский, Козловский, Урляпов и Острогожский участки земляных оборонительных укреплений черты.

Хронокатены почв состоят из фонового агрочернозема на пашне, темно-серых лесных почв под пологом дубового леса, погребенных под насыпями валов черноземами, стратоземов разной мощности на валах, черноземов гидрометаморфизированных в днище оборонительных рвов и черноземов 400-летнего возраста на вершине валов. В Тамбовском районе Тамбовской области в качестве естественного фонового лесного ландшафта выбрана заповедная Матырская дубрава («куст»), в которой вскрыт профиль темно-серой лесной почвы. В Воронежской области были исследованы агрочерноземы обыкновенные на пашне, а для сравнения выбран чернозем обыкновенный под дубравой Государственного природного заказника Каменная степь.

В почвах определялось содержание гумуса методом Тюрина, магнитная восприимчивость (χ) – полевым капнаметром. Определение изотопного состава углерода органического вещества почв ($\delta^{13}\text{C}$) выполняли в одной и двухкратной повторности после удаления корней, детритовых включений и карбонатов. Измерения проводили в Институте проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН с помощью масс-спектрометра Termo-Finnigan Delta V Plus. Полученные результаты выражены в промилле (‰) по отношению к стандарту VPDB. Возраст погребенных почв определялся археологическим методом и методом радиоуглеродного датирования.

По результатам анализа морфологических свойств изученных почв было обнаружено, что их профили имеют сложное строение. В них диагностируются серии погребенных почвенных горизонтов различного генезиса: дерновые ([Ad]), гумусовые ([A], [AB]), оподзоленные ([AE]), иллювиальные ([B]), – а также слои подсыпки C1, C2, C3 и обогащенные артефактами (угли, древесина и пр.) культурные слои (KC).

Морфологический анализ конструкций земляных валов обнаружил, что памятники сооружены из местных материалов способом послойного ленточного укрепления. В конструкции валов чередуются слои породы и дернины с разным содержанием и разной степенью сохранности корней, а также грунтов разного гранулометрического состава, щебнистости и плотности.

Погребенные под валами почвы – чернозём выщелоченный (Урляпов вал), чернозем типичный (Тамбовский вал), чернозем карбонатный (Ост-

рогожский вал), в теле вала – стратозём. Однако за 400 лет существования сооружений на их поверхности сформировался чернозем, состоящий из горизонтов Ad, A, AC.

Анализ морфологии профилей обнаружил также наличие старопашотных горизонтов под валами, хотя мощность пахотного горизонта в них меньше современной – около 15 см (результат распашки сохой).

Наибольшее количество углерода в почвах Козловского вала, как и на Урляповом, наблюдается непосредственно на самом валу (табл. 1). Так, на глубине 20–40 см содержание углерода достигает более 5%, и такой же максимум зафиксирован в погребенной под валом части профиля в горизонте [A]. В верхних горизонтах фоновой почвы данный показатель достигает 3% и постепенно снижается вниз по профилю.

Содержание гумуса в верхнем горизонте чернозема на пашне и в черноземно-луговой почве – около 5–6%. Распределение гумуса по профилю пахотных черноземов – бимодальное. Второй максимум содержания гумуса приурочен к нижней части гумусового горизонта, не затронутого распашкой чернозема позднелатвийского возраста. Радиоуглеродный возраст верхней части (0–25 см) гумусового горизонта чернозема обыкновенного 1640 ± 60 лет (Ki-17740), а на глубине 25–50 см – 3320 ± 100 лет (Ki-17741).

Величины изотопного отношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ колеблются в пределах -24 – -36‰ и диагностируют господство растительности C-3 типа фотосинтеза и условия умеренного климата лесостепи. Однако обращает на себя внимание тот факт, что в агрочерноземах величины $\delta^{13}\text{C}$ в целом тяжелее, нежели в почвах заповедных участков, что свидетельствует об «остепнении» ландшафтов в результате их освоения под пашню. Действительно, для гумусовых горизонтов черноземов под лесом характерны аномально низкие величины $\delta^{13}\text{C}$ – от -36,5‰ до 31,12‰, – типичные для более влажного микроклимата под пологом древесных насаждений.

При этом поверхностные горизонты исследованных почв демонстрируют наиболее легкие значения изотопных отношений: от -26,13 до -25,32‰. В погребенных под обоими валами черноземах величины изотопных отношений утяжеляются до величин -23,97‰, что свидетельствует об эпизодах теплого сухого климата, сопровождающегося понижением уровня грунтовых вод в поймах рек. Радиоуглеродный возраст погребенного под валами чернозема – 2510 ± 50 лет (Ki-17739), следовательно, формирование дневных гумусовых горизонтов черноземов на территории водоразделов в районе исследований началось 2500–2600 лет назад, на рубеже позднего голоцена. Судя по наиболее тяжелым величинам изотопных отношений, это была эпоха степного почвообразования по типу чернозема обыкновенного с пониженным уровнем грунтовой воды в поймах рек.

Усиление увлажненности климата регистрируется по облегчению значений изотопных отношений в последние 1500 лет: $\delta^{13}\text{C}$ варьирует

от -25,74%, до -25,34%. И наиболее низкие значения характерны для почв на валах, сформированных в малый ледниковый период – до -26,30‰.

Легкие значения изотопного отношения закономерно характерны также для почвы в днище рва – лугово-черноземной: от -25,78 до -26,13‰.

О лесном генезисе гумусового горизонта свидетельствует величина -26,30‰ в верхнем слое стратозема под широколиственным лесом на вершине Урляпова вала. И примерно одинаковые величины $\delta^{13}\text{C}$ типичны для пахотных агрочерноземов: -25,60 – -25,56‰.

Величины магнитной восприимчивости коррелируют с содержанием углерода ($r=0,94$), а также диагностируют слои подсыпки, культурные слои и погребенные горизонты. Уменьшение величин магнитной восприимчивости во всех профилях в нижних частях свидетельствует о грунтовой увлажнении.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что динамика природной среды исследуемого региона отражает глобальные изменения климата и существующие для Центральной лесостепи тренды (Чендев, 2008). Черноземы обыкновенные и типичные, сформированные в среднем голоцене, эволюционировали в черноземы выщелоченные, а, возможно, и оподзоленные при увеличении осадков и распространении лесной растительности в позднем голоцене. Однако в средние века поймы рек были вновь безлесными, а уровень грунтовой воды, в них, видимо был ниже современного, что и сделало возможным существование татарских «перелазов». В Новое время наблюдается отчетливая тенденция к увеличению оподзоливания почв на валах и зарастанию их лесом, что является свидетельством усиления увлажнения климата в малый ледниковый период.

Таблица 1. Физико-химические свойства почв хронокатен

Горизонт, глубина, см	pH _{H2O}	Собщ, %	Возраст, лет назад	$\delta^{13}\text{C}$, ‰	Гранулометрический состав	χ , 10^{-8} м ³ /кг
<i>Козловский вал, Тамбовская область, чернозем типичный на валу</i>						
Ад 0–20	6,56	2,90		-25,32	тяжелый суглинок	40,16
А 20–40	6,91	5,20	265	-25,56	тяжелый суглинок	40,21
АС 40–70	6,81	3,74		-25,52	тяжелый суглинок.	54,38
С 70–100	6,44	4,19		-25,74	тяжелый суглинок.	49,25
[А] 100–110	6,21	3,35	325	-25,51	тяжелый суглинок	88,44
[AB] 110–130	6,55	4,48		-25,37	средний суглинок.	56,73
[B] 130–160	6,37	3,77		-25,25	средний суглинок.	54,11
С 170–185	6,39	2,90		-25,10	средний суглинок.	49,95
<i>Козловский вал, Тамбовская область, агрочернозем типичный, пашия</i>						
А 0–15	7,51	3,55		-25,56	тяжелый суглинок.	42,24
А 15–35	6,60	3,89		-25,46	тяжелый суглинок.	40,10
AB 35–55	6,77	3,21		-25,34	тяжелый суглинок.	40,47
В 55–70	7,36	1,75		-25,32	тяжелый суглинок.	30,72

Горизонт, глубина, см	pH _{H2O}	Собщ, %	Возраст, лет назад	δ ¹³ C, ‰	Гранулометрический состав	χ, 10 ⁻⁸ м ³ /кг
С 70–85	7,78	1,17		-24,95	тяжелый суглинок.	33,21
<i>Козловский вал, Тамбовская область, черноземно-луговая почва, ров</i>						
А 0–30	6,13	3,43	325	-26,13	тяжелый суглинок	33,01
А 30–50	6,76	1,85		-25,64	тяжелый суглинок	21,41
АВ 50–60	7,46	2,08		-25,78	тяжелый суглинок	27,55
ВС 60–80	7,86	2,33		-25,76	тяжелый суглинок	28,79
<i>Урляпов вал, Тамбовская область, чернозем оподзоленный на валу</i>						
АО 0–10	6,51	3,96		-26,30	средний суглинок	27,88
А 10–40	6,52	1,07	315	-25,45	средний суглинок	22,48
АЕ 40–60	5,4	1,64		-25,49	средний суглинок	32,07
В 60–80	5,11	2,04		-25,38	средний суглинок	31,03
[А] 80–100	6,75	2,03		-25,23	средний суглинок	32,57
[АВ] 100–120	6,62	1,43		-25,30	средний суглинок	36,42
[ВС] 120–140	6,05	3,39		-25,23	средний суглинок	38,29
С1 140–160	6,7	0,29		-24,80	тяжелый суглинок	20,35
С2 160–180	7,01	0,21		-24,76	тяжелый суглинок	19,21
С3г 180–220	5,92	0,22		-24,56	суглинок опесчаненный	10,06
<i>Урляпов вал, Тамбовская область, агрочернозем выщелоченный, пашня</i>						
Ар 0–10	7,90	1,82		-25,60	тяжелый суглинок	33,95
Ар 10–20	6,55	1,57		-25,11	тяжелый суглинок	28,40
Ар 20–30	6,77	1,69		-25,09	тяжелый суглинок	35,34
АВ 30–50	7,36	0,92		-24,61	тяжелый суглинок	27,56
В 50–70	7,78	0,33		-23,97	глина легкая	13,17
<i>Тамбовский вал, Тамбовская область, заповедная дубрава, темно-серая лесная почва</i>						
АО 0–5	6,36			-26,60	средний суглинок	12,05
А 5–23	6,39			-26,56	средний суглинок	12,00
АЕ 23–47	6,40		2680±80	-26,34	тяжелый суглинок	11,33
АВ 47–61	6,63			-25,60	средний суглинок	9,67
В 61–90	7,15			-25,96	средний суглинок	7,33
ВС 90–108	7,07			-26,87	средний суглинок	3,67
<i>Тамбовский вал, Тамбовская область, чернозем обыкновенный на валу</i>						
А 0–30	7,27	5,07		-25,52	средний суглинок	67,81
АС 30–35	6,91	2,30		-25,13	средний суглинок	50,11
[А] 35–65	5,56	5,51	302	-25,52	средний суглинок	23,23
АС 65–70	7,22	4,01		-26,00	легкий суглинок	59,81
С 70–80	7,10	2,39		-24,98	тяжелый суглинок	52,82
[А] 80–90	7,02	5,37		-25,99	тяжелый суглинок	24,53
С 90–105	5,55	2,12		-25,56	тяжелый суглинок	82,81
[А] 105–110	6,65	4,13		-25,43	средний суглинок	59,90
С 110–130	6,90	1,50		-24,96	тяжелый суглинок	74,72
[А] 130–140	5,53	3,49		-25,50	средний суглинок	53,40
С 140–145	6,73	0		-25,51	тяжелый суглинок	67,56

Горизонт, глубина, см	pH _{H2O}	Собщ, %	Возраст, лет назад	δ ¹³ C, ‰	Гранулометрический состав	χ, 10 ⁻⁸ м ³ /кг
[A] 145–155	6,90	2,72		-25,51	средний суглинок	45,70
C 155–165	6,64	2,46		-24,89	тяжелый суглинок	76,50
[A] 165–180	6,60	3,61		-25,43	средний суглинок	54,32
C 180–210	6,81	2,80		-24,53	тяжелый суглинок	76,55
[A] 210–260	6,72	3,15	2510±50	-25,41	тяжелый суглинок	58,74
<i>Тамбовский вал, Тамбовская область, агрочернозем обыкновенный, пашня</i>						
A 0–25	6,10	3,77	1640+60	-26,30	средний суглинок	68,91
AB 25–55	6,95	3,03	3320±100	-25,45	средний суглинок	68,50
BC 55–75	7,81	3,05		-25,49	легкий суглинок	58,62
<i>Острогожский вал, Воронежская область, чернозем карбонатный на валу</i>						
Ap 0–14	7,51	2,33		-25,95	тяжелый суглинок	37,47
AB 14–33	6,60	1,70		-24,99	глина легкая	38,24
A 33–50	6,77	2,81		-24,83	средний суглинок	68,90
AB 50–60	7,36	2,53		-25,32	средний суглинок	65,32
[A] 80–90	7,78	2,33	318	-39,74	глина легкая	63,10
[AB] 90–110	7,86	2,20		-26,00	тяжелый суглинок	18,27
[A] 110–120	7,99	2,10		-24,79	тяжелый суглинок	32,75
[AB] 120–140	7,82	2,98		-24,79	тяжелый суглинок	17,38
[A] 140–155	7,90	4,54		-25,82	тяжелый суглинок	84,83
[AB] 155–175	7,90	1,20		-24,52	тяжелый суглинок	19,35
BC 175–195	7,90	1,00		-24,50	средний суглинок	4,18
C 195–200	7,90	0		-24,00	глина легкая	37,47
<i>Каменная степь, Воронежская область, агрочернозем обыкновенный, пашня</i>						
Ap 0–32	7,80	2,70		-26,08	глина средняя	55,00
AB 32–60	7,40	1,00		-24,81	глина средняя	24,34
B 60–70	8,50	0,90		-25,46	глина тяжелая	4,45
BCCa 70–92	8,80	0,39		-25,22	глина тяжелая	–
<i>Каменная степь, Воронежская область, чернозем обыкновенный, дубрава</i>						
AO 0–2	6,36	5,75		-31,12	Глина легкая	62,52
A 2–20	6,60	4,50		-26,06	Глина легкая	55,60
AB 20–50	6,00	1,40		-25,07	Глина легкая	56,03
B 50–70	7,40	1,50		-25,10	Глина средняя	8,00
BC 70–80	8,00	1,21		-25,00	Глина средняя	4,50
<i>Острогожский вал, Воронежская область, агрочернозем карбонатный, пашня</i>						
Ap 0–15	8,30	2,71		-25,95	Легкая глина	54,91
Ap 15–25	7,70	1,00		-24,99	Тяжелый суглинок	23,16
AB 25–28	7,80	0,98		-24,83	Средний суглинок	3,45
B 28–53	8,41	0,65		-24,79	Средний суглинок	0
<i>Острогожский вал, Воронежская область, серая лесная почва, дубрава</i>						
A 0–20	8,10	5,80		-31,12	Средний суглинок	60,56
AB 20–30	8,10	4,55		-26,06	Легкая глина	54,65
B 30–60	8,00	1,43		-25,07	Легкая глина	54,03
BC 60–80	8,44	0,69		-25,00	Легкая глина	7,05

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-68-00011, <https://rscf.ru/project/24-68-00011/>».

ЛИТЕРАТУРА

- Голотвин А.Н., Белых А.В., Мигунов И.С.*, 2023. Земляные валы Белгородской черты на территории Воронежской области // Археологическое наследие. № 6. С. 170–179.
- Ковалева Н.О., Добровольский Г.В., Столпникова Е.М.*, 2013. Изотопный состав углерода почв в диагностике изменений климата: состояние проблемы и вероятные сценарии // Роль почв в биосфере. Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Вып. 13. М.: МАКС Пресс. С. 7–20.
- Чендев Ю.Г.*, 2008. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М: ГЕОС. 212 с.

А. С. Кузнецова, А. Н. Бабенко, А. А. Перевозчикова

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИЗОТОПОВ АЗОТА
И УГЛЕРОДА В РАСТЕНИЯХ ВДОЛЬ ВЫСОТНОГО
ГРАДИЕНТА НА ТЕРРИТОРИИ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ:
ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОТГОННОГО
СКОВОДСТВА**

Ключевые слова: аланские погребения, изотопный состав костей животных, реконструкция отгонного скотоводства.

Изучение систем жизнеобеспечения древнего населения – одна из важных задач для археологии. Реконструкция отгонного скотоводства представляет особый интерес, так как источников информации по сезонным перемещениям стад скота между долинами и высокогорными пастбищами крайне мало. Состав стабильных изотопов азота и углерода ($\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$) коллагена костей домашнего скота напрямую зависит от пищи животных, следовательно, выпас стад на пастбищах с разными условиями (температура, осадки, высота над уровнем моря) может найти отражение в изотопных сигналах коллагена костей. Важность выявления факторов, влияющих на состав стабильных изотопов коллагена костей животных связана и с необходимостью использования этих данных в исследованиях по реконструкции питания древнего населения.

Выбор территории исследования связан с ранее полученными данными. В аланских погребениях Кичмалка II и Клинь-Яр III в коллагене мелкого рогатого скота (МРС) и лошадей были зафиксированы аномально низкие значения стабильного изотопа азота $\delta^{15}\text{N}$, до 4‰ (2,36–3,73‰). Эти показатели значительно ниже типичных значений для травоядных животных.

С целью анализа факторов, влияющих на состав стабильных изотопов азота и углерода ($\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$) в наземной биомассе растений на территории Карачаево-Черкесии, было описано 100 геоботанических площадок, с каждой из которых были отобраны укусы для изотопного анализа. В рамках статистического анализа были использованы такие методы, как проверка распределения на нормальность (Shapiro-Wilk test), для бинарных факторов – непараметрический тест Манна-Уитни, для многоуровневых факторов – дисперсионный анализ ANOVA, множественный регрессионный анализ с отбором предикторов по шагам и однофакторный анализ, а также метод случайного леса, чтобы оценить нелинейную зависимость.

Результаты анализов показали, что основным фактором, влияющим на изменчивость тяжелых изотопов азота, является высота над уровнем моря: $R^2 = 0,29$, $p < 0,001$. Значение $\delta^{15}\text{N}$ в среднем снижается на 0,15‰ с подъемом на 100 м. В качестве наиболее значимых факторов также были

установлены: среднее количество осадков за летний период (выявлена отрицательная связь с $\delta^{15}\text{N}$) и наличие выпаса (повышает значение $\delta^{15}\text{N}$), географические координаты и тип почвы. Множественная регрессионная модель объяснила 47,8% вариации, а метод случайного леса – 57%.

В случае тяжелых изотопов углерода ключевой фактор – тип почвы, которым было объяснено 50% вариации, $p < 0,001$. Значительный вклад также внесли факторы температура и осадки. То есть фактор высоты влияет не напрямую, а через климатические изменения, которые с ней связаны. Добавление высоты к климатической модели повышает объяснённую дисперсию лишь на 0,2%. Итоговая модель для $\delta^{13}\text{C}$ объясняет 54,3% вариации.

Изотопный состав азота и углерода в рассмотренных экосистемах определяется разными сочетаниями факторов – $\delta^{15}\text{N}$ выступает фактором, связанным с высотой и пастбищной нагрузкой, а $\delta^{13}\text{C}$ в основном связан с почвенно-климатическими условиями. Таким образом, низкое содержание $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене домашних животных может указывать на использование высокогорных пастбищ в древности.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 25-18-00322.

ЛИТЕРАТУРА

Бабенко А.Н., Добровольская М.В., Васильева Е.Е., Коробов Д.С., 2021. Реконструкция питания и особенностей хозяйства населения Центрального Предкавказья I тыс. до н. э. – I тыс. н. э. по данным изотопного анализа коллагена остеологических материалов из могильника Кичмалка II // Археология, этнография и антропология Евразии. Т. 49. № 4. С. 155–165.

К. В. Савельева, Е. Л. Воронцова, А. В. Тиунов

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) ВОЛОС НАСЕЛЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ

Ключевые слова: изотопный состав волос, Европейская Россия, базы данных, межгрупповые различия

Реконструкция питания и хозяйственного уклада исторических популяций человека по изотопному составу тканей (обычно коллагена костей) в последние годы превратилась в один из стандартных и широко применяемых методов археологии. Реконструкция базируется на ряде универсальных закономерностей, которые, однако, могут модифицироваться местными условиями и нуждаются в экспериментальной проверке. Ценную информацию может дать исследование изотопного состава волос немногих современных популяций человека, продолжающих вести традиционный образ жизни, или доиндустриального населения разных регионов.

При отсутствии сильных изменений в укладе жизни и составе рациона изотопный состав волос и коллагена костей тесно коррелируют. По сравнению с коллагеном костей кератин волос обеднен ^{15}N и ^{13}C на 0,5–1,5‰ (O'Connell *et al.*, 2001; Drtikolová Kaupová *et al.*, 2022). При сравнительных исследованиях легко внести соответствующие поправки, поскольку вариация изотопного состава отдельных индивидов в пределах популяций обычно существенно больше возможных ошибок, возникающих при пересчете.

Материалом для исследования послужила музейная коллекция волос Научно-исследовательского института и Музея антропологии имени Д. Н. Анучина МГУ, сформированная в период с 1885 по 1902 гг. В данное исследование вошли образцы волос с головы представителей следующих народностей: литовцы, украинцы, белорусы и русские (табл. 1). К сожалению, в большинстве случаев информация о месте происхождения индивида ограничена лишь названием губернии, хотя в некоторых случаях известно село или уезд. В анализ были включены только взрослые индивиды (17–65 лет) обоего пола. Информация о дате сбора волос русских не сохранилась, но есть основания полагать, что сбор проводили, как и в других случаях, в конце XIX в. или в самом начале XX в. Минимальная выборка составила 10 образцов (русские), максимальная – 37 (белорусы). Известно, что при разборе коллекции в конце 1930 – начале 1940-х годов, пряди волос промывали в спирте и эфире, однако непосредственно перед проведением изотопного анализа образцы волос подвергли последовательной отмывке (по 20 минут) сначала в метаноле, затем в ацетоне, а затем дважды в дистиллированной воде.

Таблица 1. Информация о проанализированном материале по каталогам Научно-исследовательского института и Музея антропологии имени Д. Н. Анучина МГУ

Географический пункт	Кол-во индивид.	Народность	Пол	Возраст, лет	Год сбора
Ковенская и Сувалкская губернии	35	Литовцы	м	взрослые	1898
Волынская губ. Владимир-Волынский уезд, с. Пульмо	30	Украинцы	м	взрослые	1902
Минская или Витебская губ.	25	Белорусы	м	взрослые	1886
Минская губ., Слуцкий уезд	12		ж	17–65	1901
Калужская губ.	1	Русские	ж	42	–
Смоленская губ.	1		м	28	–
Московская губ.	5		ж, м	26–53	–
Тульская губ.	2		м	22, 28	–
Архангельская губ.	1		м	23	–

Помимо материалов, предоставленных Музеем антропологии МГУ, использованы сведения об изотопном составе коллагена костей из средневековых городских и сельских поселений на территории России и Беларуси (*Добровольская и др.*, 2020; *Самородова*, 2021; *Наронава et al.*, 2022), включенные в базу данных Compendium Isotoporum Medii Aevi (CIMA) (*Cocozza et al.*, 2022).

Изотопный анализ проводили на масс-спектрометре Thermo Delta V Plus в центре коллективного пользования на базе ИПЭЭ РАН. Межгрупповые сравнения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием post-hoc теста Тьюки ($p < 0,05$). Нормальность распределение данных оценивали с помощью теста Шапиро-Уилка ($p > 0,05$).

Изотопный состав углерода (величина $\delta^{13}\text{C}$) в волосах четырех народностей Восточной Европы варьировал в диапазоне от $-21,9\text{‰}$ до $-19,3\text{‰}$, а азота (величина $\delta^{15}\text{N}$) от $7,2\text{‰}$ до $12,5\text{‰}$. Русские статистически достоверно отличались от трех других этнических групп повышенным содержанием $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ (рис. 1).

Принимая во внимание географическую и культурную близость, резкие различия между русскими и белорусами представляют особый интерес. О происхождении образцов волос русских известно мало (табл. 1). Выборка была небольшая ($n = 10$) и сделана в широком географическом ряду губерний – от Архангельской до Тульской. Несмотря на это, вариация величин $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ была относительно невелика (рис. 2а). Это позволяет предполагать, что выявленные отличия от других групп носят систематический характер.

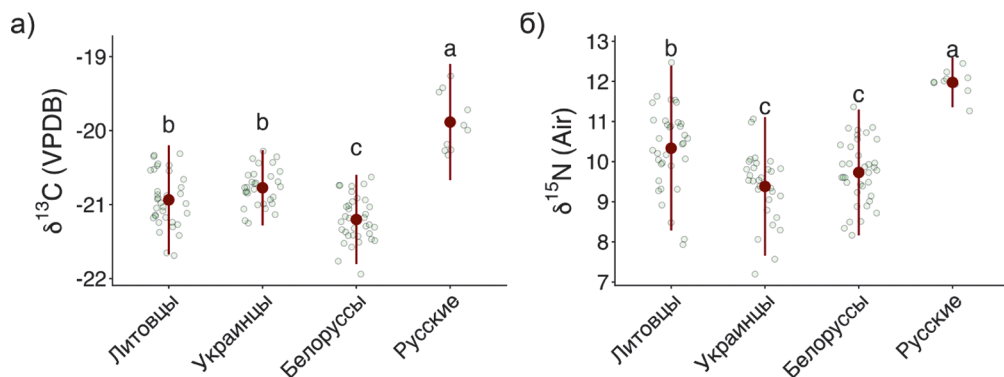


Рис. 1. Диаграмма разброса величин $\delta^{13}\text{C}$ (а) и $\delta^{15}\text{N}$ (б) в волосах четырех этнических групп на рубеже XIX–XX вв. Разные буквы указывают на значимые различия между группами согласно тесту Тьюки ($p < 0,05$). Точками обозначены отдельные индивидуумы, разбросы соответствуют стандартным отклонениям, середина – среднее значение¹

Обнаруженная закономерность была прослежена и на показателях изотопного состава костного коллагена средневековых образцов из базы данных СИМА: образцы с территории России продемонстрировали среднем более высокие значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ по сравнению с образцами с территории современной Беларуси (рис. 2). Различия средних значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в волосах русских и белорусов на рубеже XIX–XX вв. составили 1,7‰ и 2,3‰, соответственно. Различия в изотопном составе коллагена между русскими и белорусами были несколько менее выражены (среднее значение $\delta^{13}\text{C} = 1,3\text{‰}$ и $\delta^{15}\text{N} = 0,8\text{‰}$), но общий тренд совпадал.

Обнаруженное систематическое увеличение $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ у русских по сравнению с белорусами должно указывать на особенности хозяйственного уклада и диеты. Повышенные значения $\delta^{15}\text{N}$ традиционно интерпретируются как индикатор более высокого потребления животного белка и может объясняться более интенсивным развитием животноводства в центральных и северных губерниях России по сравнению с территорией современной Беларуси (Наронова *et al.*, 2022). Обогащение ^{13}C может указывать на потребление растений C4-типа фотосинтеза (например, просо), которые были менее характерны для традиционного белорусского рациона, или на локальные особенности углеродного изотопного фона в этих регионах.

Кроме того, разница в изотопном составе тканей может быть обусловлена полом, социальным статусом или местом проживания индивидов. Однако различий между изотопным составом волос женщин и мужчин во всех проанализированных образцах обнаружено не было, так что этот фактор,

¹ В работе используются оригинальные обозначения этнической принадлежности, указанные в музейных каталогах времени сбора коллекции.

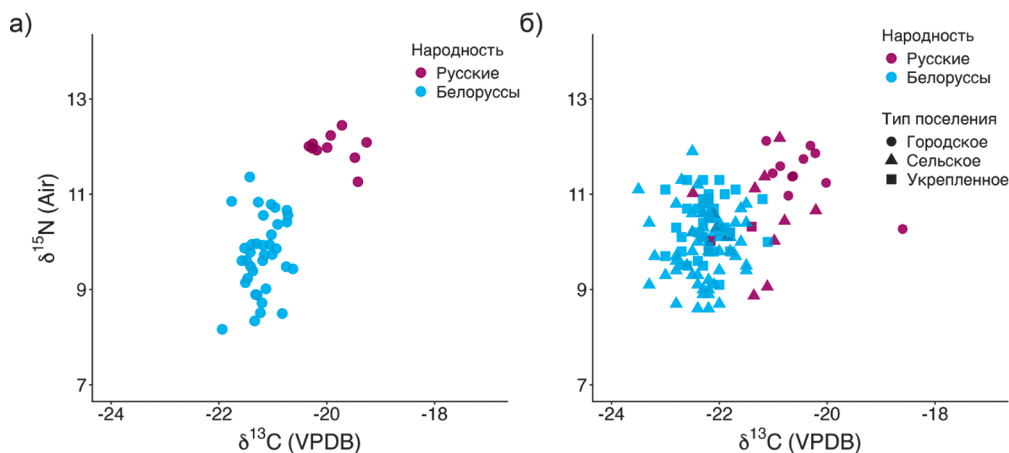


Рис. 2. Индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в (а) волосах этнических групп на рубеже XIX–XX вв. и в (б) костном коллагене средневековых жителей (XI–XVI вв., этническая принадлежность соответствует современным границам стран, указан тип поселений) (Наронова et al., 2022)

по-видимому, не играл роли. Для средневековых популяций северо-запада средневековой России была показана тенденция увеличения содержания ^{15}N у городского населения по сравнению с сельским (Добровольская и др., 2020), но на территории Белоруссии эта закономерность была выражена слабо (Наронова et al., 2022).

Таким образом, мы обнаружили статистически достоверные различия изотопного состава волос жителей Европейской части России от жителей Белоруссии, Литвы и Украины на рубеже XIX–XX вв. Различия между русскими и белорусами подтверждаются данными об изотопном составе коллагена костей средневековых популяций. Точные причины обнаруженных различий пока не ясны и требуют дополнительных данных, включая анализ этнографических материалов, архивных статистических сведений и исследование современных популяций.

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольская М.В., Тиунов А.В., Крылович О.А., Кузьмичева Е.А., Решетова И.К., Савинецкий А.Б., Сvirкина Н.Г., Смирнов А.Л., 2020. Изотопные маркеры экосистем и питания средневекового сельского населения лесной зоны Европейской части России // Российская археология, 3. С. 79–95.
- Самородова М.А., 2021. К проблеме влияния типа кости на результаты палеодиетических реконструкций на основании изотопного анализа // Краткие сообщения Института археологии. Вып. 263. С. 188–198.

- Cocozza, C., Cirelli, E., Groß, M., Teege, W.R., Fernandes, R., 2022. Presenting the Compendium Isotoporum Medii Aevi, a multi-isotope database for Medieval Europe // Scientific Data, 9 (1), 354.*
- Drtikolová Kaupová, S., Velemínský, P., Grossová, I., Půtová, L., Cvrček, J., 2022. Stable isotope values of carbon and nitrogen in hair compared to bone collagen from individuals with known medical histories (Bohemia, 19th–21st centuries) // International Journal of Osteoarchaeology, 32 (5). P. 996–1010.*
- Haponava V., Kots A., Lucas M., Both M., Roberts P., 2022. Medieval and early modern diets in the Polack region of Belarus: A stable isotope perspective. PLOS ONE 17 (10): e0275758.*
- O'Connell T.C., Hedges R.E.M., Healey M.A., Simpson A.H.R.W., 2001. Isotopic Comparison of Hair, Nail and Bone: Modern Analyses // Journal of Archaeological Science. Vol. 28, Iss. 11. P. 1247–1255.*

Н. Г. Свиркина

ДИАХРОННЫЙ АНАЛИЗ РАЦИОНА НАСЕЛЕНИЯ ХЕРСОНЕСА (ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Ключевые слова: Северное Причерноморье, колония, полис, классический период, римский период, изотопный анализ, коллаген костной ткани

Херсонес – полис, основанный греческими переселенцами на юго-западном побережье Крымского полуострова. Первые поселенцы обосновались в северо-восточной части городища.

Предполагается, что основным занятием жителей колонии в начальный период была торговля с местным населением, а собственного сельского хозяйства не было. Появление земледелия, в первую очередь ориентированного на выращивание винограда, относится к началу эллинистического периода (Белов, 1948. С. 54, 55). Садоводство и выращивание зерновых культур, вероятно, имело второстепенное значение (Стржелецкий, 1961). О роли животноводства, составе стада практически ничего неизвестно (Белов, 1948. С. 58). В целом, письменные и археологические источники, позволяющие охарактеризовать диету херсонеситов, крайне отрывочны.

Применение изотопных методов в качестве исследовательского инструмента открывает возможность подойти к реконструкции рациона на индивидуальном уровне, а наличие детальных археологических контекстов – не только проследить динамику питания на разных культурно-хронологических этапах существования полиса, но и выявить различия, связанные с социальным положением, полом, возрастом или иными критериями.

Ранее, автором были опубликованы результаты изотопного анализа образцов коллагена 28 взрослых индивидов обоего пола из захоронений раннего этапа существования колонии (V–IV вв. до н. э.). Выборка характеризуется значительным разнообразием изотопных сигналов, что указывает на широкий спектр пищевых ресурсов, используемых колонистами. Не выявлено влияния пола и положения костяка в могиле (скорченное или вытянутое на спине) на состав рациона. Также отсутствуют значимые различия между погребёнными из раннего и позднего горизонтов некрополя. На основании полученных данных выдвинуто предположение о том, что подобная картина может отражать стадию формирования и развития колонии, когда население адаптировалось к новым условиям, осваивая местные ресурсы и формируя устойчивые модели потребления (Свиркина, 2025).

Благодаря недавним широкомасштабным раскопкам Южного Пригорода Херсонеса, были исследованы десятки погребений некрополя

Таблица 1. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ (‰) и $\delta^{15}\text{N}$ (‰) в выборках из некрополя Херсонеса классического (n=28) и римского (n=14) периода

	n=28		n=14	
Ср.знач. и станд. откл.	-17,12 ± 1,63	9,54 ± 1, 23	-17,83 ± 0,49	10,48 ± 0,8
Shapiro-Wilk test	W=0,77, p=3,974E-05	W=0,95, p=0,25	W=0,94, p=0,45	W=0,97, p=0,91

эллинистического и римского периодов (Соловьёва и др., 2024; Масякин и др., 2024). Для изотопного анализа стали доступны антропологические материалы из объектов римского периода, которые представлены разными типами могил: две плитовые могилы и склеп с коллективными погребениями, одна грунтовая яма и вырубленная в скале яма с черепичным перекрытием с одиночными захоронениями. Всего в выборку включено 14 образцов, большинство из которых представлены мужчинами, два женщинами, один – взрослый (пол не установлен). Изотопный анализ выполнен для 11 образцов домашних животных из различных объектов с территории Южного Пригорода (МРС, КРС).

Пробоподготовка образцов выполнена на базе лаборатории контекстуальной антропологии и ЦКП ИА РАН согласно принятому протоколу (Свирикина, 2019). Количественное определение проводилось в ЦКП «Инструментальные методы в экологии» Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН.

В сравнении с выборкой классического периода отмечена слабая вариативность значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ (табл. 1), т. е. группа индивидов из погребений римского периода характеризуется меньшим разнообразием спектра пищевых ресурсов. Их диета включала разную долю белка наземных животных чья кормовая база была основана на растениях умеренного климата (C_3 тип фотосинтеза). Это преимущественно МРС и КРС, что соотносится с археозоологическими наблюдениями Каспаров, Кондрашова, 2025) и изотопными характеристиками животных из Херсонеса и памятников ближайшей округи (Фронтное 3 и Киль-Дере 1) (Добровольская и др., 2023). О включении в рацион иных источников (наземных или водных), свидетельствует значительный разрыв по углероду между животными и людьми римского времени (2,03‰), что не укладывается в привычное представление о размере трофического шага, которое в среднем между животными и людьми не превышает 1,5‰.

Поскольку рассматриваемая выборка небольшая, то невозможно экстраполировать полученные результаты на всё население города, однако важно отметить, что среди образцов нет ни одного отличающегося от основной группы. В этой связи важно упомянуть результаты изотопного анализа выборок индивидов из других античных некрополей Северного Причерноморья. Наиболее многочисленные из них (с внятным археологическим

контекстом) происходят из некрополей Нимфея (классический и римский период) и Фанагории (эллинистический, римский период). Характерной чертой выборок является наличие «основного ядра», в которое входит большинство индивидов и немногочисленных аутсайдеров, которые отличаются, прежде всего, более высокими значениями $\delta^{13}\text{C}$ (Свиркина, 2022; Свиркина и др., 2025). Таким образом, ситуация, описанная для выборки из Херсонеса римского времени, отражает общую тенденцию для крупных урбанистических центров.

На данном этапе диахронного анализа выборок мы можем констатировать наличие различий между группой классического и римского периода, которое проявляется в более компактном распределении изотопных сигналов, прежде всего $\delta^{13}\text{C}$ в последней. Это позволяет предположить, что к римскому времени в Херсонесе сложились более унифицированные и стабильные модели потребления, характерные для сложившегося урбанистического общества. Полученные результаты согласуются с тенденциями, зафиксированными для других античных центров Северного Причерноморья, но требуют подтверждения на расширенной выборке.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24–78–00093 «Рацион питания населения урбанистических центров Боспорского царства и Херсонеса по изотопным данным».

ЛИТЕРАТУРА

- Белов Г.Д., 1948. Херсонес Таврический. Историко-археологический очерк. Ленинград: Гос. Эрмитаж.
- Добровольская М.В., Свиркина Н.Г., Языков С.В., Свиридов А.Н., 2023. Образ жизни детей и взрослых варварской округи Херсонеса (по материалам могильников Фронтное 3 и Киль-Дере 1) // *Stratum Plus*. № 4. С. 139–154.
- Каспаров А.К., Кондрашова Е.С., 2025. Скотоводческое хозяйство и мясной рацион жителей Херсонеса Таврического в разные эпохи по материалам раскопок в Южном Пригороде (первые результаты) // Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока: Материалы IX Международной научной конференции (Севастополь, 2–7 июня 2025 г.). В 2 т. Т. 1: Ин-т востоковедения Росс. акад. наук: отв. ред. Ю.А. Пронина; ред.-сост. Н.В. Гинькут. – М.: ИВ РАН. С. 199–208
- Масякин В.В., Матросов М.А., Ушаков С.В., Максименков В.К., Байбуртский А.М., 2024. Итоги работ Херсонесской пригородной экспедиции Института археологии Крыма РАН в 2024 году // История и археология Крыма. Вып. XXIV. Сборник кратких сообщений по итогам полевого археологического сезона 2024 года на Крымском полуострове / Ответственный редактор В.В. Майко. Симферополь: ИТ «АРИАЛ» С. 128–141

- Свиркина Н.Г.*, 2022. Население Фанагории в III в. до н. э. – V в. н. э. (по палеоантропологическим материалам из Восточного некрополя): дис. канд. ист. наук. Москва: Институт археологии РАН. 498 с.
- Свиркина Н.Г.*, 2025. Изотопный анализ коллагена костной ткани как метод реконструкции диеты жителей Херсонеса (V–IV вв. до н. э.) // МАИАСП. № 19. 2025. С. 220–234
- Свиркина Н.Г., Бейлин Д.В., Рукавишников И.В.*, 2025. Особенности диеты населения Нимфея по данным изотопного состава углерода и азота коллагена костной ткани (предварительное сообщение) // Боспорский феномен: экспорт/импорт в хозяйственной и культурной жизни Боспорского царства: Материалы международной научной конференции. СПб.; М.: Индрик. С. 634–640
- Соловьева Н.Ф., Виноградов Ю.А., Мыц В.Л., Соловьев С.Л., Вахонеев В.В.*, 2024. Краткие итоги археологических раскопок Южного пригорода Херсонеса // Бюллетень Института истории материальной культуры Российской академии наук: (охранная археология): Сборник статей. СПб: ИИМК РАН. С. 17–28.
- Стржелецкий С.Ф.*, 1961. Клеры Херсонеса Таврического: К истории древнего земледелия в Крыму. Симферополь. Крымиздат.

Е. М. Столпникова, Н. О. Ковалева

ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКИХ КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ (НА ПРИМЕРЕ ТЯНЬ-ШАНЯ И КАВКАЗА)

Ключевые слова: палеопочвы, плейстоцен, изотопный состав углерода, палеоэкология палеолита.

Плейстоценовые палеопочвы и почвоподобные объекты пока остаются сложным для изучения палеопочвоведением объектом в силу плохой сохранности признаков почвообразования, в частности органического вещества, особенно если сравнивать раннеплейстоценовые почвы с позднеплейстоценовыми и голоценовыми. Также сложности имеют и не почвенные методы анализа, распространённые в палеогеографии, такие как споропыльцевой и фитолитный методы. Пыльца в плейстоценовых почвах и отложениях часто имеет плохую сохранность, а на сохранность фитолитов растений влияет кислотность среды и гранулометрический состав. Поэтому не в каждом археологическом памятнике палеолита возможно получить данные по этим анализам. В этой связи почвенные методы, особенно позволяющие анализировать малые количества органического вещества, имеют большее покрытие.

Одним из таких методов является изотопный состав углерода, позволяющий анализировать в том числе и бедные органическим веществом палеопочвы и педолитоседименты. Растения в ходе своей жизнедеятельности осуществляют процесс фракционирования изотопов, который зависит от типа фотосинтеза C3 или C4 и затем углерод с опадом поступает в почву. Через изотопное соотношение $\delta^{13}\text{C}$ можно выявить какие растительные ассоциации влияли на формирование органического вещества почвы. Изотопный состав органического углерода почв, сформированных под степной или саванной растительностью, тяжелее, чем под древесной или разнотравно-луговой.

Данный метод в соединении с такими методами как магнитная восприимчивость, анализ содержания углерода и некоторыми другими были использованы нами с целью реконструкции обстановок и ландшафтов обитания древнего человека разновозрастных палеолитических стоянок.

Объектами нашего исследования, находящимися на территории Восточного Кавказа и Закавказья, стали раннеплейстоценовые почвенно-литологические последовательности, вскрытые раскопами стоянок эпохи раннего палеолита на территориях Армении (стоянка Карахач) и Дагестана (стоянка Мухкай). В предгорьях Тянь-Шаня была исследована позднеплейстоценовая лессово-почвенная последовательность стоянки Рахат. Изначальная

научная гипотеза изотопных исследований заключалась в возможности существования на данных стоянках ландшафтов с присутствием C_4 растительности саванн или перигляциальных позднеплейстоценовых степей.

Первым объектом исследования стала стоянка Мухкай II (Амирханов, 2016; Ожерельев, 2021), находящаяся на акушинско-левашинском плато-образном поднятии Гимрийского хребта на высоте 1626 м над уровнем моря. Последовательность представлена ритмично переслаивающимися карбонатными галечниками и карбонатными суглинками, с включением буроватых ровных слоев, похожих на почвы. Стоянка имеет палеомагнитные датировки, относящие время формирования к периоду от 1,9–2,0 млн. лет назад до 0,78 млн. л. н., что подтверждают палеонтологический материал и археологические находки (Amirkhanov et al., 2014). Фаунистический материал стоянки, описанный в работе Саблина и соавторов (2013), позволяет отнести её как формировавшуюся в условиях открытых травяных ландшафтов, возможно саванного характера, не исключая наличия перелесков.

Вторым объектом послужила раннеплейстоценовая тефро-почвенная последовательность раннепалеолитической стоянки Карахач (Любин, Беляева, 2011) и последовательность отложений раннего плейстоцена местонахождения Агворик. Объекты располагались на севере Армении на Лорийском и Ширакском плато (долина р. Ахурян) соответственно. Отложения здесь формировались под действием различных процессов, вулканического и аллювиально-делювиального характера. Время формирования стоянки Карахач приходится на 1,94–1,75 млн. л. н. (Presnyakov et al., 2012; Trifonov et al., 2016). Стоянка находится на высоте 2274 м над уровнем моря. Предполагаемым господствующим типом растительности в начале плейстоцена здесь, вероятно являлись саванны. Есть находки в данном регионе саванной фауны, предполагаемый возраст которой конец раннего – начало среднего плейстоцена (Trifonov et al., 2016). Вместе с тем, для южной части Армении были восстановлено присутствие широколиственных лесов в позднем плиоцене-раннем плейстоцене (Ollivier et al., 2010).

Третий объект исследования лессово-почвенная серия позднепалеолитической стоянки Рахат (Ozhereliev, Mamirov, 2023) расположена в предгорной зоне Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань, Казахстан) в долине р. Рахат. Стоянка расположена на высоте 952 м над уровнем моря и вскрывает собой лёссовую толщу и культурные слои позднего плейстоцена. Период обитания стоянки относится к периоду последнего ледникового максимума и несколько древнее (29,5–23 тыс. л. н.) (Ozhereliev, Mamirov, 2023). Формирование лессовых отложений и вложенных в них почв обычно происходит в аридных обстановках и связано с сухими и травянистыми растительными сообществами. На Восточно-Европейской равнине в это время преобладали перигляциальные степи с островками лесной растительности или кустарников. Каким образом развивалась климатическая обстановка в предгорьях

Тянь-Шаня пока мало известно из-за небольшого количества палеоэкологических исследований в данном регионе.

Методами исследования являлись морфологический метод описания, удельная магнитная восприимчивость (измерялась в лаборатории каппаметром КТ-6 с расчетом на фиксированную массу образца), изотопный состав органического углерода (измерен на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS, Standart-PDB, ЦКП ИПЭЭ им. А. Н. Северцова РАН).

В последовательности стоянки Мухкай Па (Дагестан) макроморфологически фиксируются следы гидроморфной обстановки. Постоянные смены режима обводнения или увлажнения привели к формированию в порах железо-марганцевых примазок, а также сизоватых оглеенных слоёв.

Отсутствие аридных условий на протяжении времени накопления пачки прослеживается и по данным измерений магнитной восприимчивости и изотопного состава органического углерода (рис. 1). Магнитная восприимчивость варьирует в узких пределах от 18 до $25 \cdot 10^{-6}$ единиц СГСМ, показывая отсутствие резкой смены климатических условий, абсолютные величины низкие, ниже, чем в автоморфных горизонтах и показывают условия переувлажнения. Изотопный состав углерода также не показывает резких колебаний, значения находятся в узких пределах -25,5 до -26,5‰. Утяжеление значений изотопного состава и увеличение магнитной восприимчивости прослеживается во 2-м костеносном слое раскопа Мухкай Па указывая на более стабильные автоморфные условия и слабые признаки почвообразования. Реконструируемый ландшафт стоянки представляет собой периодически затопляемую или подтопляемую территорию, с преобладанием маршевых гидроморфных почв. Наличие галечных прослоев доказывает присутствие рядом со стоянкой водоёма.

Тефро-почвенная последовательность отложений стоянки Карахач также отличается гидроморфными признаками, наличием ожелезнения в культурных слоях, сизоватых прослоев, наличием галечно-валунных слоев. Морфологически и по данным магнитной восприимчивости, в последовательности карьера Карахач фиксируется два вулканических эпизода. Самый крупный с формированием туфоконгломератов перекрывает культурные слои стоянки. Значения магнитной восприимчивости здесь достигают $600 \cdot 10^{-6}$ единиц СГСМ (рис. 2). Второй максимум фиксируется на уровне 7–9 культурных слоев и достигает $350 \cdot 10^{-6}$ единиц СГСМ. Нами выделено два горизонта палеопочв соответствующие 1 и 2 культурным слоям и 11 культурному слою. Они представляют собой тяжелосуглинистые гидроморфные почвы. В них фиксируется утяжеление изотопного состава углерода по сравнению с выше и ниже лежащими отложениями и фиксируется уменьшение значений магнитной восприимчивости до типичных для почв величин ($70-100 \cdot 10^{-6}$ единиц СГСМ). Погребённые почвы характеризуются изотопными значениями -26,5 – -27,5‰ (рис. 2), характерные для

почв, формирующихся в гумидном климате, под растительностью, преимущественно C_3 -типа фотосинтеза. Реконструируемые почвы здесь это почвы лугов, с возможными перелесками. Стоянка также находилась недалеко от водотока горной реки, отсюда возможные причины переувлажненности.

Лессово-почвенная серия стоянки Рахат (предгорья Северного Тянь-Шаня) по данным магнитной восприимчивости формировалась в автоморфных условиях (диапазон величин $40-70 \cdot 10^{-6}$ единиц СГСМ). Наблюдается тренд понижения этого показателя с глубиной (за исключением образцов из очагов, где фиксируются максимумы), это может говорить о нарастании аридности климата со временем формирования серии. Погребенные почвы здесь носят эмбриональный характер, являются синлитогенными. Изотопный состав углерода меняется в узких пределах от $-24,0$ – $-25,0\%$. Подобные величины говорят о присутствии C_4 ксерофитной растительности, также не исключены перелески и кустарники. Условия формирования слаборазвитых почв стоянки были засушливыми, степными, с небольшими гумидными периодами в которые могли формироваться слаборазвитые почвы.

Исследование изотопного состава углерода плейстоценовых отложений выбранных трёх ключевых последовательностей отложений стоянок в горных и предгорных регионах Кавказа и Тянь-Шаня показало возможность реконструкции палеосреды обитания древнего человека. Раннеплейстоценовые ландшафты представляются ландшафтами с гумидным климатом, луговой и наличием древесной растительности, которые были распространены в интразональных условиях возле водоемов. Данными анализа также подтверждаются степные ландшафты позднего плейстоцена, времени последнего ледникового максимума, вместе с тем не являющиеся сильнозасушливыми и предполагающие наличие перелесков.

Работа выполнялась по государственному заданию МГУ им. М.В. Ломоносова № 122011800459-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Амирханов Х.А., 2016. Северный Кавказ: начало преистории. Ин-т Археологии РАН; Ин-т истории, археологии и этнографии ДНЦ РАН. Махачкала: Мавраевъ. 344 с.
- Любин В.П., Беяева Е.В., 2021. Раннеашельский памятник Карахач в северной Армении // Археологические вести. 2011. Вып. 17. С. 13–19.
- Ожерельев Д.В., 2021. Мухкай II, слой 80. Стоянка эпохи олдована на Северо-Восточном Кавказе. М.: ИА РАН; 160 с.
- Саблин М.В., Амирханов Х.А., Ожерельев Д.В., 2013. Стоянка эпохи олдована Мухкай 2: Палеонтологические данные к датировке и реконструкции природного окружения // Российская археология. № 4. С. 7–19.

- Amirkhanov H.A., Ozherel'ev D. V., Gribchenko Y.N., Sablin M. V., Semenov V. V., Trubikhin V.*, 2014. Early Humans at the eastern gate of Europe: The discovery and investigation of Oldowan sites in northern Caucasus // *Comptes Rendus Palevol*. Vol.13, Iss. 8, P. 717–725.
- Ollivier V., Nahapetyan S., Roiron P., Gabrielyan I., Gasparyan B., Chataigner C. et al*, 2010. Quaternary volcano-lacustrine patterns and palaeobotanical data in southern Armenia // *Quaternary International*. Vol. 223–224. P. 312–326.
- Ozherelyev D. V., Mamirov T. B.*, 2023. A Complex of Stratified Upper Paleolithic Sites in the Foothills of the Northern Tien Shan: General Data and Research Perspectives // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 51 (3):67–74.
- Presnyakov S.L., Belyaeva E. V., Lyubin V.P., Radionov N. V., Antonov A. V., Saltykova A.K. et al*, 2012. Age of the earliest Paleolithic sites in the northern part of the Armenian Highland by SHRIMP-II U-Pb geochronology of zircons from volcanic ashes // *Gondwana Research*. Vol. 21. P. 928–938.
- Trifonov V.G., Lyubin V.P., Belyaeva E. V., Lebedev V.A., Trikhunkov Ya.I., Tesakov A.S. et al*, 2016. Stratigraphic and tectonic settings of Early Paleolithic of North-West Armenia // *Quaternary International*. Vol. 420. P. 178–198.

**А. М. Хубанова, Б. А. Базаров, В. Б. Хубанов,
Я. В. Дикий, И. В. Смолева**

РАЗНООБРАЗИЕ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ИМПЕРИИ ХУННУ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В СВЕТЕ ИЗОТОПНЫХ ДАННЫХ

Ключевые слова: Западное Забайкалье, хунну, изотопный анализ, травоядные животные, просо, палеодиета.

Кочевая империя хунну, возникшая на рубеже III и II вв. до н. э., оказала значительное влияние на историю и культуру народов Центральной Азии, Южной Сибири и Дальнего Востока (Коновалов, 1976; Давыдова, 1995; Крадин, 2020; Miller, 2024). Отнюдь неслучайно, что в хозяйственном устройстве, социально-политической организации и культуре поздних степных империй, принадлежащим тюркам и монголам, усматриваются многочисленные аналогии с хуннской державой (Крадин, 2005, 2020).

На территории Западного Забайкалья фиксируется достаточно разветвленная система поселений и могильников хунну, расположенная в долинах крупных рек – Селенги, Джиды, Чикоя и Хилка. Насчитывается около ста археологических памятников хунну (История Бурятии, 2011).

Традиционно считалось, что хунну – это кочевники, основным занятием которых было скотоводство, однако наличие стационарных поселений показывает существенную роль оседлых хозяйств в их жизнедеятельности. Проведенные ранее изотопные исследования (Kradin et al., 2021) свидетельствуют о доминировании у кочевников хунну смешанного рациона питания, состоявшего из животной продукции, рыбы и проса. Не исключено потребление в небольших количествах пшеницы и ячменя. Тем не менее остается открытым вопрос о предпочтениях в потреблении и доступности зерновых культур для представителей разных типов хозяйствования (скотоводство, земледелие, охота) хуннского населения забайкальской части кочевой империи.

Цель данного сообщения – на основе изотопного состава углерода и азота антропологического материала из могильника Баргай показать неоднородность условий питания хунну. Выявленная неоднородность, по всей видимости, была обусловлена хозяйственной специализацией (скотоводство, охота, земледелие) и, возможно, социальным статусом индивидов.

В целом, стационарные поселения Хунну подразделяются на укрепленные и неукрепленные. Поселение Баргай, расположенное в непосредственной близости от одноименного могильника, является неукрепленным. Археологический комплекс был обнаружен в 1980 году археологами Бурятского института общественных наук БНЦ (ныне ИМБТ СО РАН). Он рас-

положен в местности, ограниченной долинами рек и горным массивом: с севера – Селенгой, с запада – Ближним Одицаром, с востока – Жиримкой, с юга – отрогами хребта Цаган Дабан (гора Острая Сопка). Подъемный поселенческий материал найден на горизонтальном террасовидном песчаном плато, возвышающемся над долиной р. Селенги на 20 м, местами до 40 м. Здесь были собраны различные артефакты: бронзовое шило, фрагменты керамических сосудов, среди которых осколки типичной хуннской керамики, хуннский металлический лемех (Коновалов, 1983, 1985; Именохоев, 2011).

Могильник Баргай расположен полукольцом с юго-восточной и южной сторон горы Острая сопка. В целом, все надмогильные конструкции хунну имеют западины, свидетельствующие о разграблении. Надмогильные каменные кладки имели овальную или округлую форму, глубина захоронений составляла 130–135 см. Внутримогильные конструкции представлены остатками сруба или гроба. Сохранившийся сопроводительный инвентарь представлен костяными наконечниками стрел, в том числе с расщепленным насадом, железными наконечниками стрел, костяной свистункой от стрелы, изделием из рога, концевыми накладками лука, бараньим астрагалом со следами сверления, бусиной округлой формы из сердолика, когтевидными подвесками и фрагментом кольца из песчаника.

Для изотопных исследований были отобраны костные антропологические остатки из шести погребений: коленная чашечка у четырех представителей, у остальных двух – таранная кость и пяточная кость. Визуально все образцы имели хорошую сохранность, что также подтвердилось выходом коллагена (от 1,0 до 11,6%) и атомным соотношением углерода к азоту ($C/N_{ат}$), варьирующем в диапазоне от 3,0 до 3,1. Пробоподготовка, выделение костного коллагена и измерение его изотопного состава проведено согласно методике (Khubanova et al., 2023).

Для костного коллагена одного из индивидов получены значения $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ 11,7‰ и -13,4‰, которые соответствуют изотопным характеристикам хуннских кочевников из других могильников с $\delta^{13}C$ от -15,8 до -13,1‰, и $\delta^{15}N$ – от 13,0 до 12,0‰ (Kradin et al., 2021). Эти данные свидетельствуют о том, что основу рациона кочевников составляли мясо и молоко степных животных и растения с C_4 -типом фотосинтеза (просо). Возможно, в питании присутствовала рыба.

Три индивида имеют немного облегченный изотопный состав углерода с $\delta^{13}C$ от -15,9 до -17,0‰, при $\delta^{15}N$ от 10,8 до 12,2‰. Эти изотопные характеристики указывают также на потребление кочевниками мяса животных степного выпаса и небольшого количества рыбы, однако просо, вероятно, потреблялось уже в меньшем количестве.

Два индивида существенно отличаются наиболее облегченным изотопным составом углерода ($\delta^{13}C$ -18,4‰, -18,5‰) и облегченным изотопным составом азота ($\delta^{15}N$ 8,3‰, 8,6‰). Подобные значения изотопных

соотношений углерода и азота говорят о том, что диета этих людей на протяжении долгого времени состояла из мяса лесных животных и, возможно, растений с СЗ-типом фотосинтеза.

Таким образом, биогеохимическое исследование антропологического материала из могильника Баргай демонстрирует широкие вариации изотопных показателей, свидетельствующие о разнообразии палеодиеты у населения.

Во-первых, отмечается, что основу рациона большинства людей составляла мясомолочная продукция, полученная в рамках кочевого скотоводства в степных условиях.

Во-вторых, предполагается, что потребление проса среди населения было неоднородным, что обусловлено как разной степенью доступности зерновых культур, так и пищевыми предпочтениями.

В-третьих, максимально облегченные изотопные характеристики двух индивидов дают основание полагать, что они могут являться представителями «лесного», вероятно автохтонного, населения. Их изотопная изолированность позволяет интерпретировать их либо как местных охотников-собирателей, интегрированных в хуннское общество, либо как мигрантов (военнопленных, данников или рабов). В поддержку первого утверждения свидетельствуют данные палеогенетического анализа образца митохондриальной ДНК из материалов Нижнеиволгинского могильника, демонстрирующие присутствие «сибирских» элементов в генофонде хунну (*Пилипенко и др.*, 2011).

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИФЗ РАН и ИМБТ СО РАН (проект «Археологические культуры и этнические общности в динамике социокультурных процессов Внутренней Азии») № 126020616724-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Давыдова А.В.*, 1995. Иволгинский археологический комплекс. Т. 1: Иволгинское городище/Археологические памятники сюнну. Вып. 1. СПб.: Азиатика. 287 с.
- Именохоев Н.В.*, 2011. Костяное изделие из могильника Баргай//Хунну: археология, происхождение культуры, этническая история. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. С. 60–76.
- История Бурятии: в 3 т.* Т. 1 Древность и средневековье. 2011. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. 328 с.
- Коновалов П.Б.*, 1976. Хунну в Забайкалье (погребальные памятники). Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во. 219 с.
- Коновалов П.Б.*, 1983. Отчет о полевых археологических исследованиях 1982 г. в Бурятской АССР. Улан-Удэ. 94 с.
- Коновалов П.Б.*, 1985. Некоторые итоги и задачи изучения хунну//Древние культуры Монголии. Новосибирск: Наука. С. 41–50.

- Крадин Н.Н.*, 2005. Социально-экономический строй хунну Забайкалья//Археология, этнография и антропология Евразии. № 1 (21). С. 79–86.
- Крадин Н.Н.*, 2020. Империя Хунну. СПб.: «Издательство Олега Абышко». 304 с.
- Пилипенко А.С., Полосьмак Н.В., Коновалов П.Б., Журавлев А.А.*, 2011. Генофонд митохондриальной ДНК хунну Забайкалья//Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. 17. С. 222–225.
- Khurbanova A.M., Khurbanov V.B., Miyagashev D.A.*, 2023. Zoning of Desert, Steppe, Steppe-Forest and Forest Ecosystems by Carbon and Nitrogen Isotope in Mongolia and Western Transbaikalia//Geography, Environment, Sustainability. Vol. 16 (3). № 1. P. 4–31.
- Kradin N.N., Khurbanova A.M., Bazarov B.A., Miyagashev D.A., Khurbanov V.B., Konovalov P.B. et al*, 2021. Iron age societies of Western Transbaikalia: Reconstruction of diet and lifeways//Journal of Archaeological Science: Reports. V. 38. 102973.
- Miller.B. K.*, 2024. Xiongnu: The World's First Nomadic Empire. Oxford. University Press. 384 p.

**А. М. Юдина, В. И. Данилевская, В. В. Морозов,
В. В. Ставицкий, А. В. Лыганов, А. Л. Смирнов**

НОВОБИКСЕНТЕЕВСКИЙ ЭНЕОЛИТИЧЕСКИЙ МОГИЛЬНИК В НИЖНЕМ ПРИКАМЬЕ: ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ключевые слова: энеолитические могильники, реконструкция питания, стабильные изотопы азота и углерода

Данная работа вводит в научный оборот новые данные об изотопном составе азота и углерода из образцов костной ткани людей Новобиксентеевского энеолитического могильника.

Новобиксентеевский могильник (далее – НБМ) выявлен в 2023 г. ООО «Археология Восточно-Европейской равнины» в 1,09 км к северо-востоку от бывшей деревни Новое Биксентеево в Мензелинском районе Республики Татарстан.

В 2024 г. на памятнике вскрыто 290 м² площади и выявлено 9 погребений, предварительно отнесенных к середине V тыс. до н. э. (Морозов, Ставицкий и др., 2025; Ставицкий, Морозов и др., 2025). Большинство погребений образовало компактную группу, состоящую из трех рядов в северо-восточной части раскопа. Захоронения совершены в неглубоких ямах, очертания которых в песке не читались, за исключением случаев, когда могилы были обильно посыпаны охрой, на глубине от 35 до 60 см от современной дневной поверхности. Кроме трех захоронений, не содержащих погребального инвентаря, были зафиксированы многочисленные приношения, представленные подвесками из серпентинита и костей животных и рыб, бусами (?), единичными изделиями из кремня, и подвесок из клыков кабана. В одном случае в могильной яме отмечены фрагменты керамики от развала одного воротничкового сосуда.

Сохранность материала позволила получить данные об изотопном составе азота и углерода костей шести индивидов из 5 погребений. Половозрастной состав группы: мужчины (П. 6. Инд.1; П. 8) 35–45 лет, женщина (П. 9) 40–50 лет и трое детей: 1–2 года, старше 6 лет и 6–12 лет (П. 6. Инд.2; П. 2; П. 4). По причине малой численности группы взрослые и дети рассматриваются вместе. Показатели ребенка 1–2 лет не использовались для подсчета средних значений (табл. 1).

Подготовка коллагена проводилась в Лаборатории контекстуальной антропологии и Центре коллективного пользования ИА РАН согласно принятому протоколу (DeNiro, Epstein, 1981). Аналитическая работа проведена на базе центра коллективного пользования «Масс-спектрометрические

Таблица 1. Некоторые значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для Новобиксентеевского могильника (НБМ) в контексте материалов других энеолитических памятников

Могильники	Max		Min		Mean		SD for mean	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
НБМ	-22,40	14,60	-24,06	12,7	-23,27	13,24	0,67	0,5
Сахтыш Па	-20,86	14,47	-24,74	11,10	22,81	12,71	1,08	0,82
Хвалынские I–II	-20,10	16,90	-23,40	13,80	21,43	15,37	0,85	0,83
Максимовка I	-21,35	15,29	-23,75	11,35	22,96	13,81	0,93	1,48
Мурзихинский II	-22,87	15,67	-23,62	14,64	23,34	15,32	0,25	0,55
Шагара	-20,8	13,20	-22,70	11,00	21,7	12,00	0,58	0,68

исследования» ЦКП (изотопного анализа) Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. Показатели $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ определены на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS.

Атомное соотношение углерода и азота от 3,3 до 3,7 соответствует достаточной сохранности коллагена.

В качестве сопоставительных были привлечены как данные из ближайших энеолитических могильников: Максимовка I (*Королев, Шалапин и др.*, 2025; *Zeng, Vyazov et al.*, 2025) и Мурзихинский II (*Zeng, Vyazov et al.*, 2025), так и из крупных, хорошо датированных культурных общностей: Хвалынской (*Anthony, Khokhlov et al.*, 2022), Волосовской с Сахтышского могильника (*Meadows, Khramtsova et al.*, 2024) и Волосовской с Шагарского могильника (*Shishlina, Kaverzneva et al.*, 2016). Изотопные данные по животным и рыбам синхронны последней.

Анализ стабильных изотопов углерода и азота широко используется для реконструкции рациона питания древних популяций. Рассмотрим показатели $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в образцах из погребений Новобиксентеевского могильника в системе изотопных данных энеолитических памятников (рис. 1). Все значения $\delta^{13}\text{C}$ в представленных группах находятся в диапазоне, характерном для диеты, основанной исключительно на растениях типа C_3 .

Значения изотопов азота ($\delta^{15}\text{N}$) в изучаемой группе колеблются от 12,70‰ до 14,60‰ (табл. 1). Данные показатели свидетельствуют о рационе с очень большим содержанием животного белка. Возможно потребление пресноводных пищевых ресурсов: такие экосистемы часто имеют более высокие базовые значения $\delta^{15}\text{N}$, а рыба из рек или озер может значительно повысить этот показатель в диете человека.

Как уже было сказано, в качестве сравнительных использованы данные с энеолитических могильников бассейнов крупных рек Волги и Камы: Максимовка I и Мурзихинский II. Значения показателей в этих группах варьируют: $\delta^{13}\text{C}$ от -23,75 до -21,35‰ и $\delta^{15}\text{N}$ от 11,35 до 16,37‰ (табл. 1). Наблюдаемый диапазон $\delta^{15}\text{N}$ характеризует изучаемые популяции

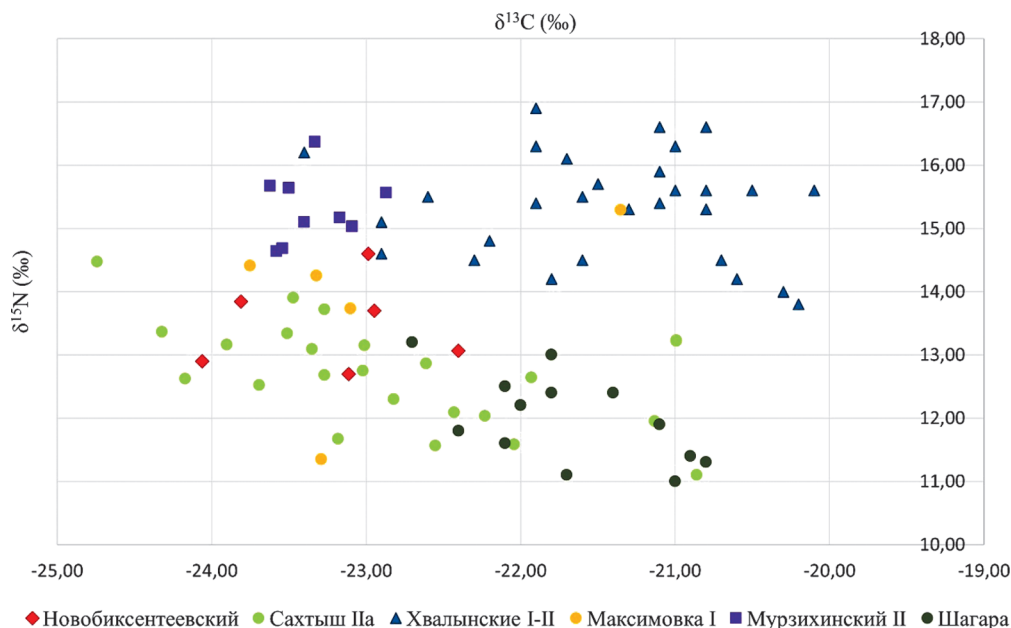


Рис. 1. Индивидуальная изменчивость $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в образцах из погребений Новобиксентеевского могильника в системе изотопных данных энеолитических памятников

как несельскохозяйственных потребителей наземной и водной фауны с высоким трофическим положением. Индивиды, у которых значения $\delta^{13}\text{N}$ превышают 13,5‰, имели значительную (или даже преобладающую) долю рыбы в своем рационе. Соответственно, питание людей с $\delta^{13}\text{C}$ менее -22‰ было ориентировано в основном на потребление речной рыбы, в то время как более высокие значениями $\delta^{13}\text{C}$, возможно, говорят о большем потреблении рыбы из замкнутых водоемов таких как озера (Zeng *et al.*, 2025).

Аналогичные выводы приводят исследователи в работе по изучению питания населения, оставившего Хвалынский I и II могильники. Показатели стабильных изотопов указывают на рацион, в котором речные рыбы играли большую роль, не смотря на предполагаемые зачатки развитие сельского хозяйства в этой группе. Низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ скорее всего могут быть связаны с участком речного бассейна Волги, обеднённым углеродом (Anthony *et al.*, 2022).

Население Волосовского периода на Сахтыше, в диапазоне чьих значений оказались и «Новобиксентеевцы», относят к охотникам-собираателям-рыболовам: питание было смешанным, в котором от 50 до 70% белка составляла рыба (Meadows *et al.*, 2024). Для группы Волосово близ озера Шагара характерно использование наземной пищи как источника калорий (около 90%), а также высокое потребление белка (около 23%) (Shishlina *et*

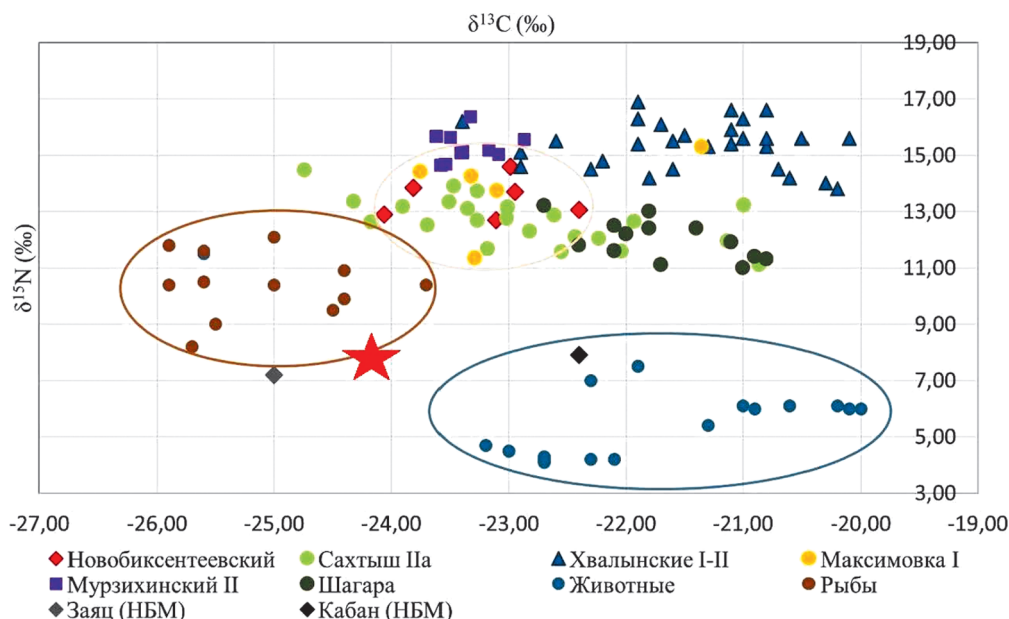


Рис. 2. Значение изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ коллагена в образцах из погребений Новобиксентеевского и близких энеолитических могильников в сравнении с животными и рыбами

al., 2016), что можно наблюдать в рационах некоторых охотников-собираелей (Cordain et. al, 2000).

Из всего перечисленного можно сделать вывод, что население, оставившее Новобиксентеевский энеолитический могильник, имело значительную долю речной рыбы в своем рационе. Что подтверждается расположением могильника в непосредственной близости от крупной реки в окружении большого количества старичных озер, а также археологическим контекстом погребений.

Разброс по $\delta^{13}\text{C}$ внутри группы невелик (около 1,6‰). Это говорит о том, что все люди использовали одну и ту же растительную базу.

Расхождения по $\delta^{15}\text{N}$ значительны (около 1,9‰), что говорит о различиях в потреблении белка внутри группы. Например, женщина из погребения 9 (-23,11; 12,70‰) и ребенок старше 6 лет из погребения 2 (-24,06; 12,90‰) потребляли меньше животного белка (или белок с более низким $\delta^{15}\text{N}$) по сравнению с остальными. Ребенок 1–2 лет из погребения 6 (-22,99; 14,60‰) имеет самые высокие значения по $\delta^{15}\text{N}$, что скорее всего указывает на потребление грудного молока (Fuller et. al, 2006).

В качестве сравнительных были выбраны данные по животным и рыбам (т. к. сейчас нас больше интересуют колебания азота) синхронные волосовской культуре из могильника Шагара (рис. 2). Средние значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$

для диких, домашних животных и рыб составили -22,22‰, -21,18‰, -25,49‰ и 5,6‰, 6,13‰, 10,15‰ соответственно.

Если рассчитать изотопные показатели усредненного рациона питания среднестатистического представителя группы людей из НБМ, с учетом того, что трофический шаг для углерода мы принимаем за 1‰, а трофический шаг для азота за 5–7‰, то показатели пищи составят чуть ниже $\delta^{13}\text{C}$ -24‰ и около $\delta^{15}\text{N}$ 8‰. На рисунке 2 эта область обозначена звездой. Хорошо видно, что она тяготеет к водным пищевым ресурсам, но, вероятно, ими не ограничивается, включая и наземных млекопитающих, о чем говорят многочисленные украшения из фаланг зайца, клыков кабана и др. животных. Примечательно, что материалы из Мурзихинского II могильника демонстрируют несколько большую обогащенность тяжелым азотом.

Для достоверной реконструкции особенностей питания необходимо сопоставить показатели образцов местных животных и растений с данными по людям. К сожалению, сейчас мы располагаем только двумя изотопными парами из погребения 6: это фаланга зайца (бусина) (-25,0; 7,2‰) и клык кабана (-22,4; 7,9‰) (рис. 2). Значения $\delta^{15}\text{N}$ для обоих образцов стремятся к показателям пищи, но интерпретацию результатов отложим до момента пополнения коллекции данных по легким элементам фауны Новобиксентеевского могильника.

Итак, изотопный состав углерода и азота в коллагене костной ткани людей, оставивших Новобиксентеевский энеолитический могильник характерен для диеты, включающей значительную долю речной рыбы без пренебрежения наземными млекопитающими. На графике «Новобиксентеевцы» расположились в диапазоне несельскохозяйственных потребителей наземной фауны (охотников-рыболовов-собирателей), что подтверждает полученные данные и не противоречит археологическому контексту.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-18-00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

ЛИТЕРАТУРА

- Королев А. И., Шалапин А. А., Выборнов А. А., 2025. Радиоуглеродные даты энеолитических погребений грунтового могильника Максимовка I из Самарского Поволжья // Археология Евразийских степей. № 1. С. 92–101.
- Морозов В. В., Лыганов А. В., Ставицкий В. В., Голубева Е. Н., Смирнов А. Л. 2025. Новобиксентеевский энеолитический могильник в Нижнем Прикамье // XXIII Уральское археологическое совещание. Материалы Всероссийской (с международным участием) научной конференции. В 2-х томах. Оренбург: «Оренбургский государственный педагогический университет». С. 54–59.

- Морозов В. В., Ставицкий В. В., Смирнов А. Л., Данилевская В. И., Султанова Э. Т. 2025. Погребения эпохи энеолита на Новобиксентеевской дюне, Икско-Бельское междуречье (по материалам археологической разведки 2023 года) // Археология евразийских степей. № 1. С. 113–120.
- Ставицкий В. В., Морозов В. В., Лыганов А. В., Юдина А. М., Смирнов А. Л. 2025б. Новобиксентеевский энеолитический могильник в Нижнем Прикамье: проблема культурно-хронологической атрибуции // Труды VII (XXIII) Всероссийского археологического съезда: Материалы съезда. В 3-х томах, Красноярск, 06–10 октября 2025 года. Красноярск: Сибирский федеральный университет, С. 396–399.
- Anthony D. W., Khokhlov A. A., Agapov S. A., Agapov D. S., Schulting R., Olalde I., Reich D. 2022. The Eneolithic cemetery at Khvalynsk on the Volga River // *Praehistorische Zeitschrift*. Vol. 97. №. 1. P. 22–67.
- Shishlina N., Kaverzneva E., Fernandes R., Sevastyanov V., Roslyakova N., Gimranov D., Kuznetsova O. 2016. Subsistence strategies of Meshchera lowlands populations during the Eneolithic period – The Bronze Age: Results from a multidisciplinary approach // *Journal of Archaeological Science: Reports*. Vol. 10. P. 74–81.
- Cordain, L., Miller, J. B., Eaton, S. B., Mann, N., Holt, S. H. A., Speth, J. D., 2000. Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 71 (3), 682–692 (Available from: <http://www.ajcn.org/content/71/3/682.abstract>, [Online]).
- DeNiro M. J., Epstein S., 1981. Influence of Diet on the Distribution of Nitrogen Isotopes in Animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45. P. 341–351.
- Fuller B. T., Fuller J. L., Hedges R. E. M., 2006. Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios // *American Journal of Physical Anthropology*. 129 (2). P. 279–293.
- Zeng T. Ch., Vyazov L. A., Kim A., Flegontov P., Sirak K., Maier R. et al., 2025. Postglacial genomes from foragers across Northern Eurasia reveal prehistoric mobility associated with the spread of the Uralic and Yeniseian languages // *Nature*. T. 644. № 8075. С. 122–132.
- Meadows J., Khramtsova A., Piezonka H., Krause-Kyora B., Nicolas da Silva, Kostyleva E. et al, 2024. Dietary ¹⁴C reservoir effects and the chronology of prehistoric burials at Sakhtysh, central European Russia // *Anthropology*. P. 3–4.

Научное издание

**Бюллетень всероссийского семинара
Стабильные изотопы в археологических исследованиях:
методические проблемы и историческая проблематика**

Дизайн и верстка: В. Б. Степанов

Формат 70×100 1/16
Усл. печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 5,7

Институт археологии РАН
117292, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, 19

Отпечатано с готового оригинал-макета
В

ISBN 978-5-94375-503-3



9 785943 755033