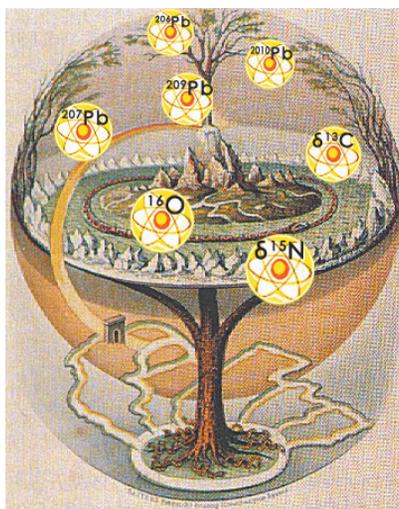


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ

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



Материалы VII заседания  
(22–23 апреля 2025 г)



Москва  
2025

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. Свирина, В. И. Данилевская

Б98 **Бюллетень Всероссийского семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика»**. Материалы VII заседания. – М.: ИА РАН, – 2025. 64 с.  
ISBN 978-5-94375-466-1

Электронное издание. В бюллетень включены материалы докладов, представленных на VII заседании семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика» состоявшемся в Институте археологии РАН 22–23 апреля 2025 года. Широкая тематика сообщений объединена привлечением данных об изотопном составе химических элементов различных категорий археологических материалов и источников. Издание адресовано археологам, работающим с привлечением методов естественных наук.

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 978-5-94375-466-1  
DOI: 10.25681/IARAS.2025.978-5-94375-466-1

© Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Институт археологии РАН, 2025  
© Авторы статей, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

Программа семинара .....	5
Предисловие .....	8
<b>Анкушева П. С., Анкушев М. Н., Киселева Д. В., Чечушков И. В., Епимахов А. В.</b> ЦИФРЫ НЕ ВРУТ? ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВЫХ ИНТЕРВАЛОВ 87SR/86SR В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ МИКРОРАЙОНАХ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ .....	10
<b>Бабина К. А., Каспаров А. К., Ершова О. В., Срывкина Ю. В., Шнайдер С. В.</b> ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЗОННОСТИ РОЖДЕНИЯ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ПОСЕЛЕНИЯ ДЖЕЙТУН (СЕВЕРНЫЙ КОПЕТДАГ) .....	16
<b>Васючков Е. О.</b> ЗООФАГИ ИЛИ ПАНТОФАГИ? РАСТИТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ В СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ БРОНЗОВОГО ВЕКА (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ) .....	22
<b>Гусева В. П., Добровольская М. В., Еремеев И. И., Данилевская В. И.</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ ПИТАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ДРЕВНЕРУССКОГО УСВЯТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	27
<b>Добровольская М. В., Свиридов А. Н., Свиркина Н. Г., Мاستыкова А. В., Богомоллов Е. С., Киселева Д. В.</b> ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА СТРОНЦИЯ ЭМАЛИ ЗУБОВ ЛЮДЕЙ ИЗ ПОГРЕБЕНИЙ МОГИЛЬНИКА ФРОНТОВОЕ 3 (ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ) .....	32
<b>Миягашев Д. А., Хубанова А. М., Хубанов В. Б., Дикий Я. В.</b> ПРОСО В СИСТЕМЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СРЕДНЕВЕКОВЫХ НОМАДОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ .....	39
<b>Нелюбов С. А., Данилевская В. И.</b> НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПИТАНИИ НАСЕЛЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНОГО ПОДОНЬЯ РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	42
<b>Рафикова Я. В., Анкушева П. С., Васючков Е. О., Вязов Л. А., Зазовская Э. П., Куфтерин В. В., Турчинская С. М., Епимахов А. В.</b> ИЗОТОПЫ, ДНК И ПОВОРОТЫ СУДЬБЫ ЛЮДЕЙ ИЗ МОГИЛЬНИКА БРОНЗОВОГО ВЕКА СЕЛИВАНОВСКИЙ II .....	48

**Решетова И. К., Данилевская В. И.**

«МОНАСТЫРСКАЯ ТРАПЕЗА»: РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЦИОНА  
И МОБИЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА  
ИНДИВИДОВ ИЗ МОНАШЕСКИХ ЗАХОРОНЕНИЙ. ПЕРВЫЕ  
РЕЗУЛЬТАТЫ ..... 53

**Хубанова А. М.**

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ОЦЕНКА  
ИХ СООТНОШЕНИЙ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ПОЗДНЕМ  
ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОД-АЗОТНОГО ИЗОТОПНОГО  
СОСТАВА ФАУНИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ..... 60

## Программа семинара

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

*Регламент: 20 минут – доклад, 10 минут – вопросы*

**22 апреля**

**11.00–11.10.** Открытие VII заседания Семинара

### **Секция I: Объединенные одним пространством при жизни и после смерти?**

**11.10–11.40.** Рафикова Янина Валерьевна, Анкушева Полина Сергеевна, Васючков Егор Олегович, Вязов Леонид Александрович, Косинцев Павел Андреевич, Куфтерин Владимир Владимирович, Турчинская София Михайловна, Епимахов Андрей Владимирович (*Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия*)

Изотопы, ДНК и повороты судьбы людей из могильника бронзового века Селивановский II

**11.40–12.10.** Нелобов Сергей Алексеевич, Данилевская Виктория Игоревна (*Институт археологии РАН, г. Москва, Россия*)

Новые комплексные данные о питании населения лесостепного Подонья в раннем железном веке (по результатам анализа стабильных изотопов)

**12.10–12.40.** Добровольская Мария Всеволодовна, Свиркина Наталия Геннадиевна, Свиридов Алексей Владимирович, Мастыкова Анна Владимировна (*Институт археологии РАН, г. Москва, Россия*), Богомолов Евгений Сергеевич (*ВСЕГЕИ им. Карпинского, г. Санкт-Петербург, Россия*), Киселева Дарья Владимировна (*Институт геологии и геохимии им. ак. А.Н. Заварицкого, г. Екатеринбург, Россия*)

Изменчивость изотопного состава стронция эмали зубов людей из погребений могильника Фронтное 3 (предварительное сообщение)

**12.40–12.55.** *Кофе-брейк*

**12.55–13.25.** Гусева Виолетта Павловна, Добровольская Мария Всеволодовна (*Институт археологии РАН, г. Москва, Россия*), Еремеев Иван Игоревич (*Институт истории и материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*), Данилевская Виктория Игоревна (*Институт археологии РАН, г. Москва, Россия*)

Реконструкция питания жителей древнерусского Усвята по результатам изотопных исследований

**13.25–13.55. Решетова Ирина Константиновна, Данилевская Виктория Игоревна** (*Институт археологии РАН, г. Москва, Россия*)

«Монастырская трапеза»: реконструкция рациона и мобильности по данным изотопного анализа индивидов из монашеских захоронений. Первые результаты

**13.55–14.20.** Обсуждение

**14.20–15.00.** *Перерыв*

## **Секция II: Система питания оседлых и кочевых коллективов**

**15.00–15.30. Васючков Егор Олегович** (*Институт истории и археологии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия*)

Зоофаги или пантофаги? Растительный компонент в системе питания людей бронзового века (Южное Зауралье)

**15.30–16.00. Серегин Николай Николаевич** (*Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия*), **Святко Светлана Владимировна** (*Королевский университет Белфаста, г. Белфаст, Северная Ирландия*), **Папин Дмитрий Валентинович** (*Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия*)

Первые результаты изотопного анализа материалов из археологических комплексов Алтая раннескифского времени

**16.00–16.30. Миягашев Денис Алексеевич, Дикий Ярослав Витальевич** (*Институт монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*), **Хубанова Анна Михайловна, Хубанов Валентин Борисович** (*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*)

Просо в системе жизнедеятельности средневековых номадов Западного Забайкалья

**16.30–17.00.** Обсуждение

**23 апреля**

## **Секция III: Изотопные аспекты исследований флоры, фауны и ландшафтного разнообразия**

**11.00–11.30. Хубанова Анна Михайловна** (*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*)

Идентификация ландшафтов Забайкалья и оценка их соотношений в позднем плейстоцене и позднем голоцене на основе углерод-азотного изотопного состава фаунистических материалов

**11.30–12.00. Бабина Ксения Александровна, Каспаров Алексей Каспарович, Ершова Олеся Валерьевна, Срывкина Юлия Владимировна, Шнайдер Светлана Владимировна** (*Институт археологии и этнографии СО РАН, г. Новосибирск, Россия*)

Изотопный анализ зубной эмали для реконструкции сезонности рождения мелкого рогатого скота на основе материалов поселения Джейтун

**12.00–12.30. Анкушева Полина Сергеевна, Анкушев Максим Николаевич, Епи-  
махов Андрей Владимирович** (*Южно-Уральский федеральный научный центр ми-  
нералогии и геоэкологии УрО РАН, Миасс, Россия*), **Киселева Дарья Владимировна**  
(*Институт геологии и геохимии им. ак. А. Н. Заварицкого, г. Екатеринбург, Россия*),  
**Чечушков Игорь Владимирович** (*Южно-Уральский федеральный научный центр*  
*минералогии и геоэкологии УрО РАН, Миасс, Россия*)

Цифры не врут? Опыт определения фоновых интервалов  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

#### **12.30–12.45. Кофе-брейк**

**12.45–13.15. Шишлина Наталия Ивановна** (*Государственный исторический музей,  
г. Москва, Россия*)

Изотопный состав азота и углерода пшеницы из старой музейной коллекции – ве-  
рификация культурной и хронологической атрибуции

**13.15–13.45. Хотылев Алексей Олегович** (*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва,  
Россия*), **Ольховский Сергей Валерьевич** (*Институт археологии РАН, г. Москва,  
Россия*)

Импорт каменного материала в античное время в Черноморском регионе: новые  
данные

**13.45–14.15. Бабенко Анна Николаевна, Сергеев Алексей Юрьевич** (*Институт  
археологии РАН, г. Москва, Россия*), **Куприянов Дмитрий Александрович** (*Инсти-  
тут географии РАН, г. Москва, Россия*)

Комплексные исследования временных стоянок пастухов на территории Мало-  
карачаевского района (КЧР)

**14.15–15.00. Обсуждение**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**В**ыпуск бюллетеня ставит своей целью оперативно информировать о последних археологических исследованиях, проводимых с привлечением изотопного анализа различных объектов и материалов. Исследовательские направления, связанные с анализом изотопного состава отдельных материалов и объектов, экосистем и ландшафтов, быстро развиваются в методическом отношении, растет объем получаемых данных, совершенствуется теоретическая база этих междисциплинарных исследований. Ежегодный семинар – площадка, на которой исследователи, работающие в этой сфере, могут поделиться методическими наблюдениями, обсудить обоснованность исторических выводов, предложить и обсудить новые формы презентации и обработки данных. Электронный формат кратких сообщений, позволяющих составить представление о результатах исследования в сочетании с программой заседания, был коллегиально выбран на предыдущих заседаниях и зарекомендовал себя как удобный и востребованный.

Междисциплинарные исследования требуют навыков взаимодействия специалистов в различных областях или углубленного изучения той области знаний, которая не являлась частью базового профессионального образования. Первый вариант более предпочтителен, так как обширный объем профессиональных знаний все меньше оставляет возможностей энциклопедистам. В связи с этим актуальным становится организация междисциплинарного исследования и характер взаимодействия специалистов с различными профессиональными навыками. Приходится слышать формулировку примерно такого содержания: «междисциплинарные исследования с привлечением естественнонаучных методов». Однако такая формулировка не предполагает собственно междисциплинарной работы, а помогает получить ответ на какой(ие)-то вопрос(ы), интересующий(ие) археолога, подтверждение или опровержение его гипотезы. Публикации, выполненные в таком жанре, как правило, содержат основной авторский текст и приложения, в которых отражены исследования специалистов в других областях.

Совершенно другой характер работ (и публикаций) формируется при констатации того, что в изучаемом объекте неразрывны культурная и природная стороны, поэтому, изучая их, мы обращаемся к возможностям гуманитарного и естественнонаучного исследований.

Шведские исследовательницы Керстин Лиден и Гунилла Эрикссон в своей полемичной статье «Археология против археологической науки: есть ли наше дело?» (*Lidén, Eriksson, 2013. С. 18*) подчеркивают, что только

равноправное партнерство, которое они сравнивают с взаимодействием танцоров танго, могут обеспечить качественно новый результат.

В исследованиях, краткие очерки которых представлены в выпуске бюллетеня, объектами изучения являются древние экосистемы, пищевые традиции, традиции сельского хозяйства, образ жизни людей и животных. Соответственно, цели этих работ очень разнятся. Объединяет их инструмент исследования – изотопный анализ. Понимание сложных закономерностей динамики изотопного состава различных химических элементов в ландшафтах и экосистемах – теоретическая основа достоверности реконструкций пищевых моделей, мобильности, особенностей хозяйства и др. Методика работы в полевых и лабораторных условиях, а также статистической обработки данных должны максимально эффективно раскрывать эти закономерности. Поэтому очередное – седьмое – заседание нашего семинара объединяет археологов, экологов, антропологов, зоологов, геологов, минералогов, геохимиков.

Тематика сообщений определяется теми актуальными задачами, над которыми работают коллективы. Практически в каждом докладе вопросы методики, критика источников переплетаются с оценкой достоверности выводов, поэтому было сложно систематизировать разнообразную тематику докладов. Тем не менее можно заметить, что основные вопросы, на которые ищут ответы исследователи, связаны с выработкой достоверных методик с обоснованными ограничениями; реконструкции экологических (природных и антропогенных) обстоятельств жизни и хозяйствования обществ и индивидов. При анализе данных акценты делаются как на сопоставление по различным памятникам и локациям, так и на углубленное изучение структуры погребального памятника. Доклады разделены на три секции:

1. Изотопные аспекты исследований флоры, фауны и ландшафтного разнообразия

2. Система питания оседлых и кочевых коллективов

3. Объединённые одним пространством при жизни и после смерти?

Тематика докладов разнообразна по хронологии (охватывает эпохи от позднего плейстоцена до средневековья) и территориям и культурно-историческим ситуациям. В сборнике аккумулированы материалы по десяти докладам. Участники семинара представляют научные центры Москвы, Новосибирска, Бэлфаста, Миасса, Екатеринбурга, Улан-Удэ.

## ЛИТЕРАТУРА

*Lidén K., Eriksson G.*, 2013. Archaeology vs. Archaeological Science: Do we have a case? // Current Swedish Archaeology. 21 (1). P. 11–20. <https://doi.org/10.37718/CSA.2013.01>.

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

## ЦИФРЫ НЕ ВРУТ? ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВЫХ ИНТЕРВАЛОВ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ МИКРОРАЙОНАХ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

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

Использование изотопии стронция для определения регионов происхождения археологических организмов широко распространилось в мировой научной практике за последние 40 лет (Ericson, 1985). Получение фоновых данных, как правило, выполняется по одной из двух стратегий – измерение отношений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в небольшой серии отобранных в окрестностях памятника современных образцов либо использование значений уже созданных «изоскейпов» (фоновых карт) биодоступного стронция. Однако даже при наличии последних подчеркиваются риски применения широкомасштабных карт и необходимость привлечения микрорегиональных измерений современных или археологических материалов для корректной интерпретации (Rossi et al., 2024).

За последние пять лет карта биодоступного стронция была создана для Южного Зауралья<sup>1</sup>. Она охватывает основную часть Челябинской области, а также часть Курганской, Оренбургской областей, зауральские предгорные районы Республики Башкортостан и прилегающую территорию Северного Казахстана. В ходе работы над ней мы надеялись получить относительно простой в применении и доступный для археологов инструмент диагностики мобильности. Конечным результатом стала сетка интерполированных значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  с шагом в 5 км, коррелирующих с основными структурно-формационными зонами Урала (Епимахов и др., 2023; Epimakhov et al., in prep.). При ее создании и последующем использовании для интерпретации материалов более десятка археологических памятников Южного Зауралья был сделан ряд наблюдений, касающихся корректности подсчета «местных» (фоновых) значений изотопов стронция. Представляется, что их освещение может быть полезным, особенно в связи с тем, что на большей части Северной Евразии фоновые карты либо отсутствуют, либо построены на серии территориально разреженных образцов. Следовательно, как и прежде, будут широко использоваться «прямые» данные  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , полученные в ходе измерения современных биодоступных образцов, собранных

<sup>1</sup> Все упомянутые в работе измерения изотопного состава стронция выполнены в ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН.

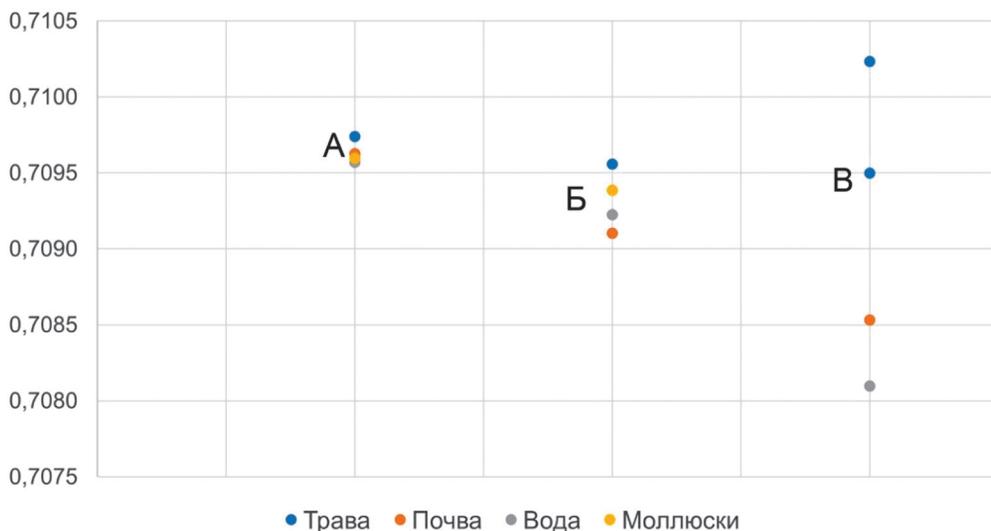
в окрестностях памятника. «Вечным» изотопным вопросам – что отбирать, где отбирать и как это интерпретировать – посвящена «работа над ошибками» в этом докладе.

*Что отбирать.* Во многих публикациях подчеркивается необходимость фоновых построений при помощи «мульти-прокси» (multy-proxu) подхода, где под прокси понимаются доступные материалы окружающей среды. Однако по ряду причин велик соблазн ограничиться только одним предпочтительным типом образцов. Для Южного Зауралья им могла бы стать, к примеру, почва. Ее верхние горизонты доступны для отбора в каждой локации (в отличие от воды, моллюсков и определенного вида растений), ограничения связаны лишь с возможной антропогенной нагрузкой, в том числе с использованием удобрений. Однако при расчете микрорегионального фонового интервала археологических микрорайонов по данным интерполированных карт в 9 из 11 случаев была отмечена тенденция смещения средних значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в почве относительно остальных (воды, моллюсков и травы) в сторону менее радиогенных. И хотя эта разница не превышала выделенный для Южного Зауралья критерий 0,001, маркирующий принадлежность к одной локации (*Епимахов и др.*, 2023), использование в качестве фонового только этого типа прокси могло бы привести к неточным интерпретациям.

*Где отбирать.* Опыт сравнения «прямых» и интерполированных фоновых значений был получен при исследовании микрорайона рудника Воровская Яма (Кизильский район Челябинской области). Дробная геологическая структура Урала стимулировала фоновый пробоотбор в том числе в максимальной близости от интересующего археологического объекта. Удостоверившись, что территория самого памятника не входит в зону хозяйственного освоения, мы отобрали образцы непосредственно на нем. Почва была взята в 15 м от возвышающегося древнего отвала, трава – оттуда же и с самого отвала, а образец воды – из центра карьера рудника. Вариативность полученных значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  превышала упомянутый выше критерий 0,001 и резко контрастировала не только с расчётным по интерполированным значениям фоновым интервалом (*Ankusheva et al.*, 2024), но и с «прямыми» измерениями серии биодоступных образцов в 5 км от памятника (рис. 1, табл. 1). Вероятно, вскрытые и переотложенные в древности коренные породы рудника изменили исходный биодоступный изотопный сигнал этих площадок. Сформировавшийся после отработки месторождения гумусный горизонт, проникающая через него вода и растущая на нем трава по значениям  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  отличаются от таковых на непо потревоженных деятельностью горняков окрестных степных ландшафтах. Подобную картину мы также наблюдали на материалах рудника Новотемирский (*Киселева и др.*, 2021), где вода (0,70890; 0,70938), грунт (0,70939) и серпентиниты (0,71242) из заполнения горных выработок отличаются

**Таблица 1.** Значения биодоступного  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в микрорайоне рудника Воровская Яма

№ п/п	Образец	Место сбора	Координаты, с.ш.	Координаты, в.д.	Лаб. № ИГГ УРО РАН	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Стандартная ошибка среднего значения единичного измерения SE, abs
1	Трава	15 м к С от СВ отвала (возле «ноля» 2021 года)	53,042578	59,597025	22-319	0,70950	0,00001
2	Трава	На СВ отвале рудника	53,04247	59,59680	22-318	0,71023	0,00001
3	Почва	15 м к С от СВ отвала (возле «ноля» 2021 года)	53,042578	59,597025	22-911	0,70853	0,00001
4	Вода	Талая вода в центре карьера	53,0423219	59,5964606	21-2256	0,70810	0,00001
5	Вода	Р. Зингейка, п. Зингейский	52,993974	59,563685	20-1688	0,70958	0,00002
6	Трава	Р. Зингейка, п. Зингейский	52,993974	59,563685	20-2363	0,70974	0,00001
7	Улитка	Р. Зингейка, п. Зингейский	52,993974	59,563685	21-365	0,70960	0,00001
8	Почва	Р. Зингейка, п. Зингейский	52,993974	59,563685	21-1500	0,70963	0,00001
9	Трава	Среднее	53,0423219	59,5964606	–	0,70956	–
10	Моллюски	интерполированных значений в радиусе	53,0423219	59,5964606	–	0,70939	–
11	Почва	10–15 км от рудника	53,0423219	59,5964606	–	0,70910	–
12	Вода	(координаты центра карьера)	53,0423219	59,5964606	–	0,70923	–



**Рис. 1.** Значения биодоступного стронция в микрорайоне рудника Воровская Яма (А – «прямые» измерения образцов, собранных в 5 км от рудника, Б – средние интерполированные значения в радиусе 10–15 км от рудника; В – «прямые» значения собранных на площадке памятника образцов)

по значениям  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  от «прямых» вне памятника (0,70967–0,71023) и интерполированных (0,70971–0,71003). Этот фактор следует учитывать при отборе фоновых проб, избегая его на непосредственной территории памятника, даже если он не визуализируется в ландшафте, хорошо задернован и не распахивается.

*Как интерпретировать.* Даже при совпадении ключевых структурно-формационных зон с закономерностями распределения биодоступного стронция не стоит отказываться от пристального внимания к геологическому строению территории в точке отбора проб. В частности, расширяя карту Зауралья на север в пределах Тагило-Магнитогорской мегазоны, ожидалось увидеть продолжение низких значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $0,7091 \pm 0,003$ , 95%-й ДИ) (Епимахов и др., 2023. С. 1086). Однако в одной из локаций в окрестностях современного села Уйское была отмечена значительно превышающая ожидания цифра – 0,7132. Объяснение было найдено в конкретной точке пробоотбора – локальная аномалия связана с Воронинским раннекаменноугольным массивом гранодиоритов (Жданов и др., 2018). На территориях с такими подстилающими породами характерны более радиогенные значения биодоступного Sr. Массив имеет размер всего  $8 \times 10$  км, и его попадание на карту аномалий действительно обусловлено случайностью выборки – удачным для подъезда и лишенным антропогенной нагрузки местом. В гипотетической ситуации отсутствия карты и отбора здесь проб для

решения проблем близлежащих археологических памятников интерпретация такого «фона» скорее всего была бы далека от истины. Сейчас очевидно, что в этом случае просто потребуется большее количество уточняющих фоновых данных для этого микрорайона.

Вопреки первому впечатлению от приведенных примеров ответ на вопрос, вынесенный в название доклада будет звучать: «Нет, не врут». Все перечисленное никак не опровергает эффективность Sr-изотопного метода, подчиняющегося строгим геохимическим закономерностям. Правда, интерпретация «отклонений» зачастую приходит лишь с накоплением опыта по мере увеличения количества данных. Значения на интерполированной карте биодоступного стронция в Южном Зауралье отражают действительность, но обсуждаемые примеры сигнализируют о возможных неожиданностях, связанных с типом фоновых образцов, местом их сбора и дробным геологическим строением. В целом, следование зарекомендовавшим себя в мировой практике установкам по определению фоновых интервалов (использование мульти-прокси, пробоотбор на естественных ландшафтах, анализ макро- и микрорегионального строения подстилающих пород, репрезентативность выборки и стремление к созданию адекватных геологической структуре масштабности изоскейпов) прямо способствует корректным интерпретациям. Это особенно актуально на современном этапе развития тематики изотопии стронция в отечественной археологии, по сути, находящейся в начале длительного и, мы уверены, очень продуктивного пути.

Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 25–18–20001 «Первые горняки бронзового века в Южном Зауралье: технологии, связи и повседневность».

## ЛИТЕРАТУРА

- Епимахов А.В., Чечушков И.В., Киселева Д.В., Анкушев М.Н., Анкушева П. С.* 2023. Картирование биодоступного  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Южном Зауралье // Литосфера. 23 (6). С. 1079–1094. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-1079-1094>.
- Жданов А.В., Ободов В.А., Макарьев Л.Б., Матюшков А.Д., Молчанова Е.В., Стромов В.А.* 2018. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XVIII (Учалы). Объяснительная записка. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ». 386 с.
- 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 // Краткие сообщения Института археологии. № 263. С. 176–187. <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.263.176-187>.

- Ankusheva P.S., Rassadnikov A. Yu., Ankushev M.N., Bachura O.P., Chechushkov I.V., Kiseleva D.V., Zazovskaya E.P., Epimakhov A.V.* 2024. Meat Supply of Alakul Miners at the Bronze Age Vorovskaya Yama Copper Mine (Southern Trans-Urals). *Environmental Archaeology*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/14614103.2024.2321419>.
- Epimakhov A.V., Chechushkov I.V. Kiseleva D. V Ankushev M.N., Ankusheva P.S., Vasyuchkov E.O.* Strontium isotope ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) baselines for the Southern Trans-Urals. In preparation.
- Ericson J.E.* 1985. Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology // *Journal of Human Evolution*. Vol. 14. P. 503–514.
- 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 (1), 6. <https://doi.org/10.3390/quat7010006>.

К.А. Бабина, А.К. Каспаров, О.В. Ершова,  
Ю.В. Срывкина, С.В. Шнайдер

## ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЗОННОСТИ РОЖДЕНИЯ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ПОСЕЛЕНИЯ ДЖЕЙТУН (СЕВЕРНЫЙ КОПЕТДАГ)

*Ключевые слова:* изотопный анализ, кислород, соотношение стабильных изотопов, производящее хозяйство, скотоводство, овцы, Центральная Азия

Сезонность рождения мелкого рогатого скота играет важную роль в изучении древнего скотоводства. Окот дважды в год или три раза в два года является важным признаком управляемого животноводства, так как он требует создания подходящих условий содержания, контроля питания и планирования размножения животных (*Hermes et al.*, 2022; *Tornero et al.*, 2020). Исследования сезонности рождения овец и коз помогают определить хронологию ранних этапов скотоводства и развитие социальной организации древних обществ.

Анализ изотопного состава кислорода в образцах эмали, взятых вдоль линии роста коренных зубов, с учетом сроков их прорезывания и созревания, позволяет определить сезонность рождения мелкого рогатого скота (*Balasse et al.*, 2012). Для определения сезонности рождения овец и коз используют моляры М2 и М3, которые завершают прорезывание примерно к 1,3 и 2,4 года жизни животного соответственно (*Geiger et al.*, 2020). При наличии сезонных колебаний климата в исследуемой области вдоль линии роста зуба наблюдаются циклические вариации  $\delta^{18}\text{O}$ : максимумы соответствуют летнему периоду, а минимумы – зимнему. Для сравнения данных по разным животным вариации  $\delta^{18}\text{O}$  аппроксимируют с помощью косинусной функции и используют отношение фазового сдвига к годовому периоду колебаний (*Balasse et al.*, 2012). Модель исключает влияние индивидуальных различий между животными, таких как вариации в размере и скорости роста зубов.

Зубная эмаль на 96% состоит из гидроксипатита  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , в котором гидроксильные группы и фосфат-ионы частично замещены на карбонат-ионы (*Ressler et al.*, 2021). В большинстве исследований, посвященных изотопному анализу последовательно отобранных проб зубной эмали мелкого рогатого скота, исследуются карбонаты, которые составляют около 4% гидроксипатита по массе (*Makarewicz*, 2017; *Miller et al.*, 2020; *Zazzo et al.*, 2004). Для получения надежных результатов по  $\delta^{18}\text{O}$  в эмали образцов различной сохранности особый интерес представляет анализ изотопного состава кислорода в фосфатах (*Babina et al.*, 2024), поскольку

фосфаты составляют примерно 90% эмали и обладают наибольшей устойчивостью к процессам диагенеза.

В данной работе представлено сравнение данных изотопного анализа кислорода в карбонатах и фосфатах зубной эмали образцов, отобранных на стоянке Джейтун. Выделение фосфатов из зубной эмали и их изотопный анализ проводились в лаборатории изотопных исследований *Alisotopes* (ИАЭТ, Новосибирск). Очистка зубной эмали и изотопный анализ кислорода в образцах выполнялись в лаборатории стабильных изотопов Института геологических наук Польской академии наук (*Stable Isotopes Laboratory, ING PAN*).

### 1. Отбор образцов

Для исследования были привлечены 20 моляров из нижней челюсти *oviscaprine* с памятника Джейтун из коллекции, полученной в ходе раскопок 1990-х годов. Поселение Джейтун находится в 30 километрах к северо-западу от Ашхабада (южный Туркменистан), в зоне первых песчаных гряд Каракумов.

### 2. Пробоподготовка зубной эмали

Пробоподготовка и изотопный анализ **фосфатов** зубной эмали проводился в лаборатории изотопных исследований (ИАЭТ, Новосибирск). Для тех же образцов пробоподготовка и изотопный анализ **карбонатов** зубной эмали ранее был осуществлен в лаборатории стабильных изотопов Института геологических наук Польской академии наук (*Stable Isotopes Laboratory, ING PAN*).

### 3. Математическая обработка и представление результатов

Полученные данные были представлены в виде зависимостей  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  расстояния от шейки зуба. Направление оси абсцисс на графиках совпадает со временем прорезывания зубов – от кончика к корню. Полученные циклические вариации были аппроксимированы функцией вида:  $y = M + A \cdot \cos(2\pi(x-x_0)/X)$  по методике (*Balasse et al., 2012*), где

$$y - \delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}},$$

$X$  – период колебаний  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ , соответствующий длине коронки зуба, сформированной за год,

$A$  – амплитуда  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ , которая определяется  $(\delta^{18}\text{O}_{\text{max}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{min}})/2$ ,

$x_0$  – фазовый сдвиг (смещение максимума по линии роста зуба),

$M$  – среднее значение  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ .

На рис. 1 представлены 3D примеры циклических зависимостей вида  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  в фосфатах и карбонатах эмали – расстояние от шейки моляров МЗ из нижней челюсти *oviscaprine* с памятника Джейтун. Циклические зависимости аппроксимированы функцией  $y = M + A \cdot \cos(2\pi(x-x_0)/X)$ . Форма циклических кривых  $\delta^{18}\text{O}$  в фосфатах (*Alisotopes, ИАЭТ СО РАН*) и карбонатах (*Stable Isotopes Laboratory, ING PAN*) очень близка для образцов с разных секций зуба, подвергнутых различной химической обработке и изотопному анализу в разных изотопных лабораториях мира. Наблюдается сдвиг

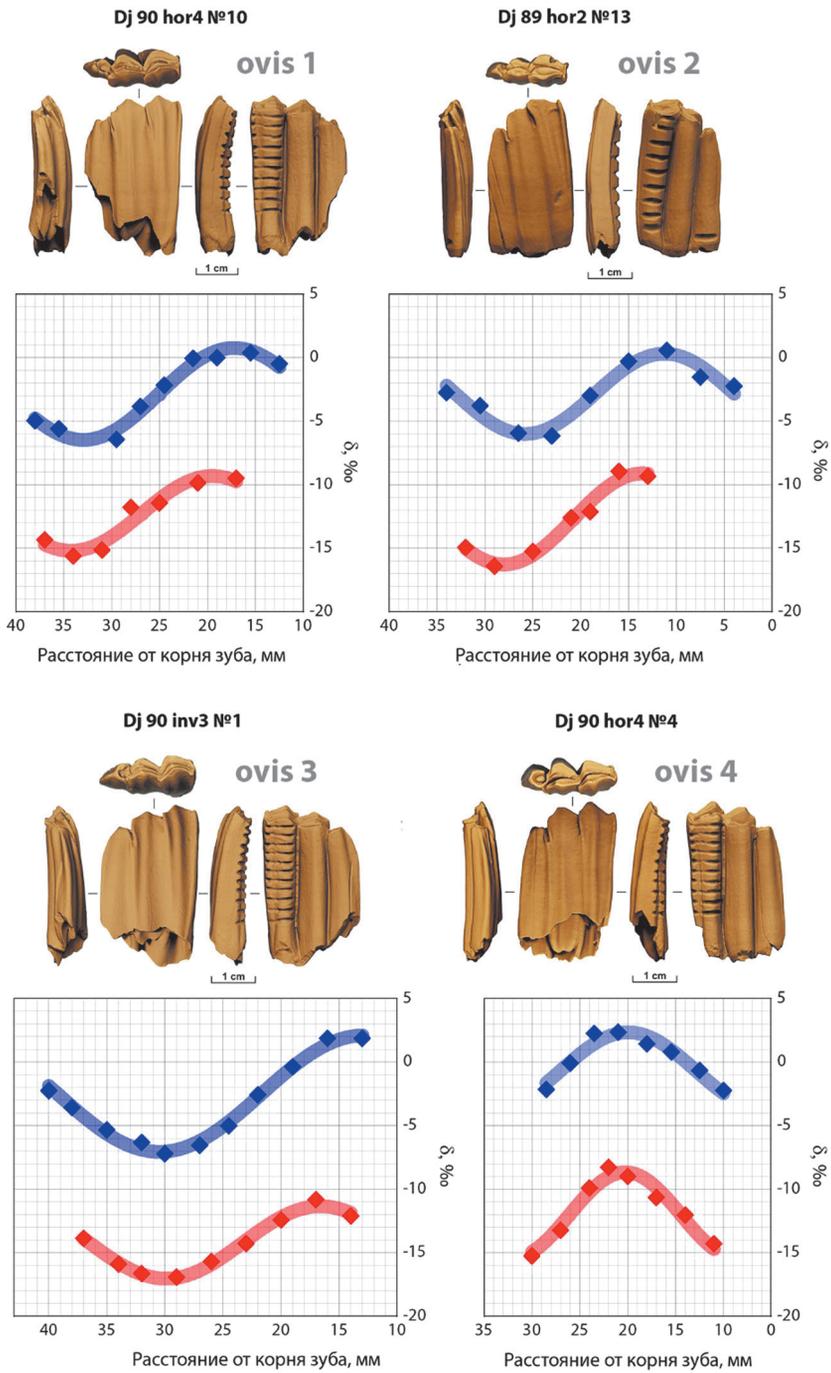


Рис. 1. Зависимости  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  в фосфатах и карбонатах эмали моляров МЗ от расстояния от шейки зуба

кривых  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  в фосфатах – расстояние от шейки зуба относительно зависимостей  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  в карбонатах – расстояние от шейки зуба по оси ординат. Разница между средними значениями  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  в карбонатах и фосфатах ( $\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ ) составляет около 10‰. Эффект изотопного фракционирования между карбонатами и фосфатами в костях и зубной эмали млекопитающих наблюдался рядом исследователей, значения  $\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  для образцов современных животных близки к полученному в нашей работе и лежит в диапазоне  $9\pm 1\%$  (Bryant et al., 1996; Martin et al., 2008; Iacumin et al., 1996).  $\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  возникает из-за различного изотопного фракционирования в процессах изотопного обмена кислорода воды и растворенных фосфатов (O'neil et al., 2003; Chang & Blake, 2015) и карбонатов (Clayton, 1959) в процессе биоминерализации гидроксипатита.

Отношения фазового сдвига к годовому периоду колебаний ( $x_0/X$ ) для циклических вариаций  $\delta^{18}\text{O}$  в фосфатах и карбонатах лежат в диапазонах 0,37–0,72 и 0,48–0,87 соответственно. Диапазон изменения  $x_0/X$  составляет 0,35–0,39, что соответствует периоду времени 4–4,5 мес. Такая длительная сезонность рождения характерна для domesticiрованных овец и коз (Balasse et al., 2017). В отличие от этого, у диких муфлонов наблюдается узкий период рождаемости, преимущественно весной, что связано с их природной физиологией и адаптацией к климату (Khorozyan et al., 2009). Муфлоны в поздний гляциальный период в Армении, а также овцы докерамической эпохи с памятника Тель-Халула демонстрируют узкий период окота:  $x_0/X < 0,22$ , что соответствует периоду  $< 2,5$  мес. (Tornerio et al., 2016).

В данной работе представлено сравнение данных изотопного анализа кислорода в карбонатах и фосфатах зубной эмали, полученных в лаборатории изотопных исследований Alisotopes (ИАЭТ, Новосибирск) и лаборатории стабильных изотопов Института геологических наук Польской академии наук (Stable Isotopes Laboratory, ING PAN). Форма циклических вариаций  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  вдоль линии роста моляров МЗ совпадает для образцов, взятых из разных участков зуба, подвергнутых различной химической обработке и изотопному анализу в разных лабораториях мира.

Диапазон изменения соотношения фазового сдвига к годовому периоду колебаний ( $x_0/X$ ) составляет 0,35–0,39, что соответствует длительному периоду окота 4–4,5 месяца, характерному для domesticiрованных овец и коз. Сопоставление значений  $x_0/X$  с данными по современным животным позволяет предположить, что ovicаргине из поселения Джейтун рождались как весной, так и осенью.

Работа проведена при поддержке проекта РФФ № 24-78-10127 «Неолитизация в горной части Центральной Азии (от Копетдага до высокогорий Памира)». Авторы выражают искренние слова благодарности д-ру Мачая Крайцарж и Магдалене Крайцарж за проведение анализа в изотопной лаборатории Института геологии Польской академии наук (Варшава, Польша).

ЛИТЕРАТУРА

- Массон В.М.* 1971. Поселение Джейтун. Проблема становления производящей экономики // Сер.: Материалы и исследования по археологии СССР. № 180 Л. Наука. 208 с.
- Babina K.A., Shnaider S.V., Bragina A.A., Parkhomchuk E.V.*, 2024. Testing the Sample Preparation Method and Oxygen Isotopic Analysis of Tooth Enamel for the Reconstruction of the Birth Seasonality of Ovicaprine (the Case of Teeth from Istykskaya Cave, Eastern Pamir) // *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 52 (2). P. 47–54. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2024.52.2.047-054>.
- Balasse M., Obein G., Ughetto-Monfrin J., Mainland I.*, 2012. Investigating seasonality and season of birth in past herds: A reference set of sheep enamel stable oxygen isotope ratios // *Archaeometry*. 54 (2). P. 349–368. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00624.x>.
- Balasse M., Tresset A., Bălăşescu A., Blaise E., Tornero C., Ganhttps://doi.org/s H., Fiorillo D., Nyerges E.A., Frémondeau D., Banffy E., Ivanova M.*, 2017. Animal Board Invited Review: Sheep birth distribution in past herds: A review for prehistoric Europe (6<sup>th</sup> to 3<sup>rd</sup> millennia BC) // *Animal*. 11 (12). P. 2229–2236. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001045>.
- Bryant J.D., Koch P.L., Froelich P.N., Shower W.J., Genna B.J.*, 1996. Oxygen isotope partitioning between phosphate and carbonate in mammalian apatite // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol. 60. Issue 24. P. 5145–5148.
- Chang S.J., Blake R.E.*, 2015. Precise calibration of equilibrium oxygen isotope fractionations between dissolved phosphate and water from 3 to 37°C // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 150. P. 314–329. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.10.030>.
- Clayton R.N.*, 1959. Oxygen isotope fractionation in the system calcium carbonate-water // *The Journal of Chemical Physics*. 30 (5). P. 1246–1250. <https://doi.org/10.1063/1.1730165>.
- Geiger M., Marron S., West A.R., Asher R.J.*, 2020. Influences of Domestication and Island Evolution on Dental Growth in Sheep // *Journal of Mammalian Evolution*. 27 (2). P. 273–288. <https://doi.org/10.1007/s10914-018-9452-y>.
- Hermes T.R., Schmid C., Tabaldiev K., Matuzeviciute G.*, 2022. Carbon and oxygen stable isotopic evidence for diverse sheep and goat husbandry strategies amid a Final Bronze Age farming milieu in the Kyrgyz Tian Shan // *International Journal of Osteoarchaeology*. 32 (4). P. 792–803. <https://doi.org/10.1002/oa.3103>.
- Iacumin P., Bocherens H., Mariotti A., Longinelli A.*, 1996. Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate in biogenic apatite: a way to monitor diagenetic bone phosphate? // *Earth and Planetary Science Letters*. Vol. 142. P. 1–6.
- Makarewicz C.A.*, 2017. Sequential  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  analyses of early Holocene bovid tooth enamel: Resolving vertical transhumance in Neolithic domesticated sheep and goats // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 485. P. 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.028>.

- Martin C., Bentaleb I., Kaandorp R., Iacumin P., Chatri K.*, 2008. Intra-tooth study of modern rhinoceros enamel  $\delta^{18}\text{O}$ : Is the difference between phosphate and carbonate  $\delta^{18}\text{O}$  a sound diagenetic test? // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 266 (3–4). P. 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.039>.
- O'neil J.R., Vennemann T.W., Mckenzie W.F.*, 2003. Effects of speciation on equilibrium fractionations and rates of oxygen isotope exchange between  $(\text{PO}_4)_{\text{aq}}$  and  $\text{H}_2\text{O}$ . *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 67 (17). P. 3135–3144 [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(02\)00970-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(02)00970-5).
- Ressler A., Žužić A., Ivanišević I., Kamboj N., Ivanković H.*, 2021. Ionic substituted hydroxyapatite for bone regeneration applications: A review // *Open Ceramics*. 6. 100122. <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2021.100122>.
- Khorozyan I.G., Weinberg P.I., Malkhasyan A.G.*, 2009. Conservation strategy for Armenian mouflon (*Ovis [orientalis] gmelini* Blyth) and bezoar goat (*Capra aegagrus Erxleben*) in Armenia // *Status and Protection of Globally Threatened Species in the Caucasus*. Ed. by Zazanashvili N., Mallon D. Tbilisi: CEPF, WWF. P. 37–45.
- Tornero C., Balasse M., Bălăşescu A., Chataigner C., Gasparyan B., Montoya C.*, 2016. The altitudinal mobility of wild sheep at the Epigravettian site of Kalavan 1 (Lesser Caucasus, Armenia): Evidence from a sequential isotopic analysis in tooth enamel // *Journal of Human Evolution*. 97. P. 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2016.05.001>.
- Tornero C., Balasse M., Bréhard S., Carrère I., Fiorillo D., Guilaine J., Vigne J.D., Manen C.*, 2020. Early evidence of sheep lambing de-seasoning in the Western Mediterranean in the sixth millennium BCE // *Scientific Reports*. 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69576-w>.
- Miller A.R., Haruda A., Varfolomeev V., Goryachev A., Makarewicz, C.A.*, 2020. Close management of sheep in ancient Central Asia: evidence for foddering, transhumance, and extended lambing seasons during the Bronze and Iron Ages // *Science and Technology of Archaeological Research*. 6 (1). P. 41–60. <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1759316>.
- Zazzo A., Lécuyer C., Mariotti A.*, 2004. Experimentally-controlled carbon and oxygen isotope exchange between bioapatites and water under inorganic and microbially-mediated conditions // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 68 (1). P. 1–12. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00278-3).

Е. О. Васючков

## ЗООФАГИ ИЛИ ПАНТОФАГИ? РАСТИТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ В СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ БРОНЗОВОГО ВЕКА (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)

*Ключевые слова:* анализ стабильных изотопов азота и углерода, растительный компонент диеты, бронзовый век Южного Зауралья

Большинство археологов считает оседлое животноводство основой системы жизнеобеспечения обществ бронзового века в Южном Зауралье. Разумеется, именно продукция животноводства была базовой в рационе индивидов в обозначенных социумах. Однако диета, включающая исключительно мясомолочные продукты, вряд ли может считаться полноценной, что позволяет предположить наличие растительной составляющей в системе питания.

Существующие кейсы свидетельствуют в пользу сбора и хранения дикорастущих растений на территориях поселений (*Rühl et al.*, 2015. Р. 423; *Куприянова и др.*, 2023. С. 80–82), а также об использовании растений при приготовлении пищи в керамических сосудах (*Матвеев*, 2010. С. 16–19), но на данный момент полностью отсутствуют сведения относительно употребления в пищу дикорастущих растений.

Список возможных методов для определения диеты конкретных индивидов довольно узок, и наиболее достоверным признается определение содержания стабильных изотопов азота и углерода в коллагене костной ткани человека и животных. В случае рассматриваемых обществ метод реконструирует диету, состоящую преимущественно из животных белков, но стоит учитывать, что в большинстве случаев мы потенциально имеем дело со смешанным сигналом, который испытывал влияние и других пищевых ресурсов (рыба, растения и пр.). Гипотетически для выявления альтернативных источников белка могут быть полезны показатели углерода, поскольку известно, что на каждом трофическом уровне у наземных консументов разница должна составлять 0,5–2‰ (*Святко*, 2016. С. 48). Этот факт позволяет утверждать, что всеядные существа, потребляющие как консументов первого порядка (травоядных животных), так и продуцентов (растения) будут иметь сигнал, отражающий пропорции, характерные для разных источников белка (*Кузьмин*, 2017. С. 248). Значения азота, вероятно, будут менее полезны в таких реконструкциях как в силу большего разлета значений, указывающих на трофический сдвиг, так и большего количества недиетарных факторов, влияющих на эти показатели.

С целью выявления следов растительного компонента в диете была сформирована выборка, в которую вошли взрослые индивиды, а также

**Таблица 1.** Разница между средним арифметическим значений стабильных изотопов углерода в коллагене домашнего травоядного скота (А) и людей (Н)

Могильник	Mean ( $\delta^{13}\text{C}$ ‰) А	Mean ( $\delta^{13}\text{C}$ ‰) Н	Difference (‰)
Селивановский II	-19,69	-18,91	0,78
Памятники у с. Степное	-20,27	-19,38	0,89
Алакульский	-20,20	-19,39	0,81
Каменный Амбар-5	-19,44	-18,39	1,05
Лисаковский 1	-19,63	-18,8	0,83

лошади, крупный и мелкий рогатый скот. Выборка включает следующие могильники: Селивановский II, Алакульский (*Васючков и др.*, 2024), Каменный Амбар-5 (*Hanks et al.*, 2018), Лисаковский 1 (*Miller et al.*, 2014), Степное 1 и Степное VII (*Епимахов и др.*, 2023), содержавшие погребения синташтинской, петровской и алакульской культур. Для этих комплексов была рассчитана разница по  $\delta^{13}\text{C}$  между похороненными в них людьми и домашним скотом (табл. 1).

Приведенные данные предполагают, что продукты коневодства являлись значительной и постоянной частью диеты. Однако в кухонных остатках на поселениях кости лошади составляют около 5% от общего количества костей домашнего скота (*Рассадников*, 2017; 2020). При редком употреблении конины и исключении данных по лошадям из исследуемой выборки уменьшается разница по углероду между домашним скотом и людьми. Так, для могильников Степное 1 и Степное VII разница составит 0,74‰; для могильника Селивановский II – 0,67‰; для могильника Лисаковский 1 – 0,64‰; а для могильника Алакуль – всего 0,55‰, вплотную приближаясь к нижней границе между трофическими уровнями. В свою очередь, для могильника Каменный Амбар-5 разница между показателями животных и людей составила 0,35‰, что находится за границами зоны между консументами разных трофических уровней. Другим вариантом объяснения феномена сниженных показателей углерода у людей также может быть употребление в пищу речной и озерной рыбы.

Обсуждаемые различия в величинах изотопа углерода демонстрируют скорее нижнюю границу достоверного трофического шага между консументами первого и второго порядка<sup>2</sup>. Продемонстрированный вариант распределения средних значений и смещение в сторону более низких показателей, вполне вероятно, указывает на периодическое употребление индивидами

<sup>2</sup> Кроме кейса могильника Каменный Амбар-5, что может быть продиктовано множеством причин как диетарного так и внедиетарного характера.

в пищу дикорастущих растений С3, дающих подобный эффект. Стоит упомянуть, что для Южного Зауралья существует один пример предположительного употребления растений типа С4, которым, по мнению авторов, могли являться и культурные растения, в частности просо (*Васючков и др., 2024*). Упомянутый индивид скорее является исключением на фоне остальных измерений, и особенности его диеты напрямую связаны с его высокой мобильностью, которую демонстрируют показатели стабильных изотопов стронция, что, в свою очередь, не позволяет рассматривать этот пример как один из вариантов диет, характерных для населения бронзового века региона.

Распределение значений стабильных изотопов индивидов довольно разнообразно и отражает в том числе личные и продиктованные социумом предпочтения индивидов в выборе пищевых привычек. В этом отношении для верификации полученных ранее выводов и попытки связать заниженные показатели углерода некоторых конкретных индивидов с потреблением растений типа С3 можно частично использовать химический анализ элементов в дентине и зубной эмали человека. Подобное исследование существует в формате единичного кейса для могильника Каменный Амбар-5 и демонстрирует, что заниженные в рамках выборки значения стабильных изотопов углерода коррелируют с повышенными значениями Sr, Mn и Ba, которые ряд авторов рассматривают как маркеры, отвечающие за растительную составляющую диеты (*Васючков, Киселева, 2024*). Это наблюдение позволяет чуть более уверенно предположить наличие дикорастущих растений в диете, хотя относительно анализа химических элементов в костной ткани для реконструкции диеты человека существует вполне обоснованный скепсис (*Simpson et al., 2021*).

Таким образом, данные стабильных изотопов углерода людей и животных вкупе с химическим анализом зубной эмали и дентина людей позволяют более аргументировано утверждать наличие дикорастущих растений С3 в рационе индивидов бронзового века. Обсуждение этих закономерностей вместе с рядом других свидетельств сбора, хранения и приготовления дикорастущих растений позволит установить и детальнее изучить особенности растительной компоненты диеты.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 25-28-20044 «Система питания населения Южного Зауралья в эпоху бронзы (мультидисциплинарное исследование)» (руководитель А. В. Епимахов).

## ЛИТЕРАТУРА

*Васючков Е. О., Киселева Д. В., 2024.* Микроэлементный состав костной ткани как один из маркеров для реконструкции системы питания древних обществ (по материалам могильника бронзового века Каменный Амбар-5) // *Геоархеология и археологическая минералогия.* Т. 11. С. 49–53.

- Васючков Е. О., Анкушева П. С., Киселева Д. В., Новиков И. К., Турчинская С. М., Епимахов А. В.*, 2024. Алакульский могильник: история формирования по результатам изотопного анализа // Российские нанотехнологии. Т. 19 (5). С. 580–594. <https://doi.org/10.56304/S1992722324601903>.
- 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. – <https://doi.org/10.56304/S1992722323050059>.
- Куприянова Е. В., Хэнкс Б. К., Гайдученко Л. Л., Гольева А. А., Епимахов А. В., Ын Ч. Я.*, 2023. Комплексные естественнонаучные исследования материалов укрепленного поселения Степное // Степное: новые горизонты. Челябинск: Челябинский государственный университет. С. 67–83.
- Кузьмин Я. В.*, 2017. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета. 396 с.
- Матвеев А. В., Ларина Н. С., Костомарова Ю. В., Киктенко Е. В.*, 2010. Результаты изучения пригаров и почв из сосудов алакульской культуры Хрипуновского могильника // Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates. 1. С. 12–20.
- Рассадников А. Ю.*, 2017. Результаты археозоологических исследований на поселениях Большая Березовая-2, Малая Березовая-4 и Александро-Невское-II в Южном Зауралье // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 3 (38). С. 176–185. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2017-38-3-176-185>.
- Рассадников А. Ю.*, 2020. Оседлое скотоводство на рубеже III–II тыс. до н. э. в Южном Зауралье по археозоологическим материалам поселения Каменный Амбар // Известия лаборатории древних технологий. Т. 16. 3 (36). С. 46–64. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2020-3-46-64>.
- Святко С. В.*, 2016. Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии. 44 (2). С. 47–55.
- Hanks B., Miller A., Judd M., Epimakhov A., Razhev D., Privat K.*, 2018. Bronze Age Diet and Economy: New Stable Isotope Data from the Central Eurasian Steppes (2100–1700 BC) // Journal of Archaeological Science. 97. P. 14–25.
- Rühl L., Herbig C., Stobbe A.*, 2015. Archaeobotanical analysis of plant use at Kamennyi Ambar, a Bronze Age fortified settlement of the Sintashta culture in the southern Trans-Urals steppe, Russia // Vegetation History and Archaeobotany. 24 (3). P. 413–426. <https://doi.org/10.1007/s00334-014-0506-7>.
- Simpson R., Cooper D.M.L., Swanston T., Coulthard I., Varney T.L.*, 2021. Historical overview and new directions in bioarchaeological trace element analysis: a review // Archaeological and Anthropological Sciences. 13. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01262-4>.

*Miller A., Usmanova E., Logvin V., Kalieva S., Shevnina I., Logvin A., Kolbina A., Suslov A., Privat K., Haas K., Rosenmeier M., 2014. Subsistence and social change in central Eurasia: Stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition//Journal of Archaeological Science. 42. P. 525–538.*

**В. П. Гусева, М. В. Добровольская,  
И. И. Еремеев, В. И. Данилевская**

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПИТАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ДРЕВНЕРУССКОГО УСВЯТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Ключевые слова:* древнерусский город, Усвят,  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$

**У**свят (Усвях) – один из древнейших городов Северо-Запада России (впервые упомянут в летописях под 1021 г.). Его культурный слой не только хранит память о важных событиях российской истории, но связан с историей Белоруссии, Литвы и Польши (Еремеев, 2015; Еремеев, Фурасьев, 2021).

За три полевых сезона (2019–2021 гг.) экспедицией ИИМК РАН в Усвятах были заложены три раскопа. Один из них дал неожиданные результаты – перед нами открылись правильные ряды мощных надмогильных валунных кладок жальничного типа. В древнерусском городе подобные погребальные сооружения встречены впервые. Ниже оказался многослойный кладбищенский горизонт. Всего исследованы 145 целых погребений. Все погребенные лежат головой на юго-запад, большей частью в гробовищах, скрепленных коваными гвоздями. Несмотря на то, что погребения с вещами в могильнике единичны, инвентарь их позволяет очертить хронологию кладбища. Первые погребения начали совершаться не позднее второй половины XII в. Предположительно, некрополь представлял собой обычное христианское городское кладбище с преобладанием безынвентарных погребений в гробах. Валунные кладки появляются позже – в XIII в. К этому времени относятся довольно многочисленные находки в захоронениях и в окружающем их переотложенном кладбищенском слое разнообразных (бронзовых, серебряных, серебряных с позолотой) тисненых нашивных бляшек от головных венчиков.

Кладбище, судя по нумизматическим находкам, функционировало и в более позднее время – в XVI–XVIII вв. Сложным является вопрос о наличии в могильнике хронологической лакуны между группой погребений XII–XIII вв. и группой XVI–XVIII вв. Судить о непрерывности использования могильника можно будет, вероятно, только на основании датирования костных остатков естественнонаучными методами.

Целью исследования является реконструкция питания населения древнерусского города Усвята в XII–XIII вв. и сопоставление полученных результатов с другими синхронными памятниками.

Для проведения биоархеологической реконструкции питания был выбран метод анализа изменчивости соотношения стабильных изотопов азота



**Рис. 1.** Изменчивость  $\delta^{13}\text{C}$  (ось y) и  $\delta^{15}\text{N}$  (ось x) в серии образцов погребений г. Усвяг

и углерода в коллагене костей. Для исследования были отобраны 22 образца костной ткани. В серию вошли восемь мужчин, десять женщин и два ребенка в возрасте от 10 до 15 лет из погребений XII–XIII вв., а также два образца костной ткани мужчин из погребений XVII–XVIII вв.

Атомное соотношение углерода и азота (atom C/N) варьирует от 2,7 до 3,2, что соответствует удовлетворительной сохранности коллагена, таким образом, подкрепляя валидность полученных данных (DeNiro, 1985; Ambrose, 1990). Индивидуальные значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  демонстрируют неоднородность последних.  $\delta^{13}\text{C}$  у большинства образцов укладывается в узкий диапазон значений (рис. 1).

Для предметной, пусть и гипотетической, реконструкции особенностей питания необходимо сопоставить изотопные показатели образцов местных домашних животных и местных зерновых культур с показателями людей. Пока эти исследования не выполнены, мы воспользовались данными из литературных источников (Наронова, 2022). Среднее значение  $\delta^{15}\text{N}$  для домашних травоядных животных составляет 6,8‰. Аналогичный параметр

у людей, захороненных на территории некрополя г. Усвят, составил 10,74‰. В то же время полный трофический шаг  $\delta^{15}\text{N}$  при переходе от травоядных к человеку должен составлять 5–6‰, чего мы не наблюдаем в исследованной выборке. На наш взгляд это свидетельствует о низком вкладе продуктов белкового происхождения в рационе индивидов и преобладанием в нём растительного компонента.

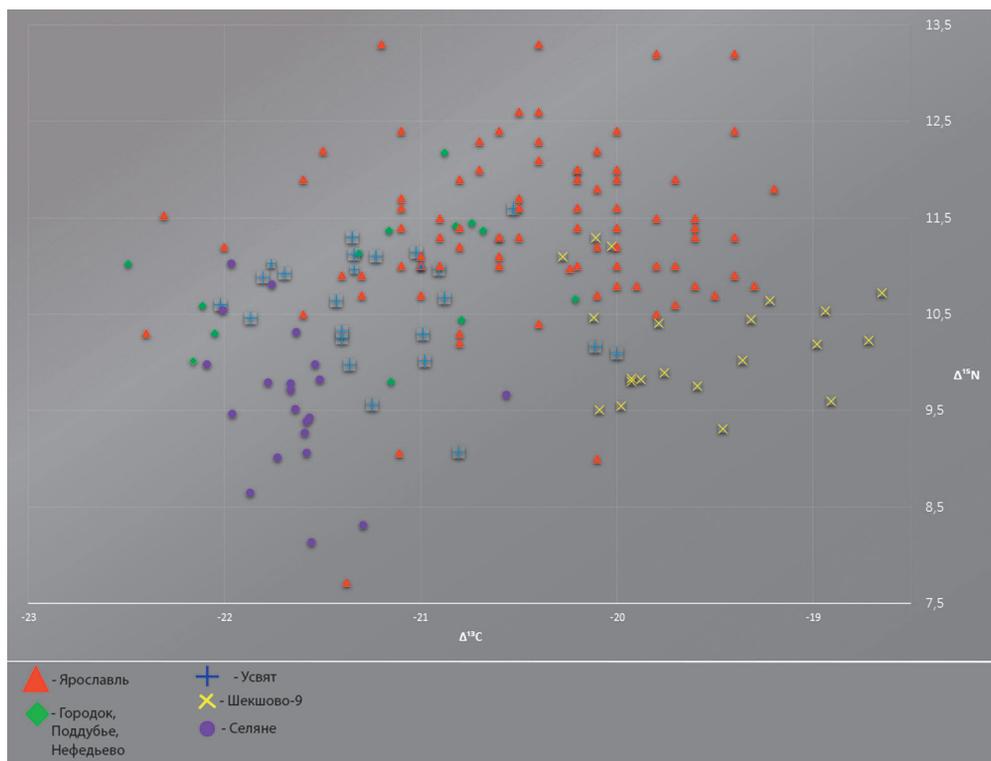
Полученные для серии индивидов данные свидетельствуют о смешанном рационе, основанном на растениях СЗ пути фотосинтеза и продуктах животного происхождения. В культурном слое городища Усвят было обнаружено множество карбонизированных семян растений СЗ типа: ячмень (составляет около 85% от общего числа зёрен), овса, ржи и пшеницы (*Семилет*, 2025). Изотопные данные для оценки значимости пресноводной фауны в диете отсутствуют. Тем не менее мы не можем исключать, что важное место в рационе населения занимала речная рыба. Основание для этого предположения – данные археологических и письменных источников (*Еремеев*, 2015. С. 267, 492).

Средние значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  для мужчин и женщин XII–XIII вв. (-21,19‰ и -21,53‰; 10,89‰ и 10,67‰ соответственно) практически идентичны, что свидетельствует о том, что гендерные различия в питании не были выражены. Индивиды, погребенные в простых могилах и в жальничных оградках, не демонстрируют существенных отличий в рационе питания (рис. 1).

Для дальнейшего анализа изотопных показателей были использованы данные из других синхронных археологических памятников: Городок, Поддубье, Нефедьево, Шекшово-9, Ярославль (всего 165 образцов) (*Энговатова и др.*, 2013, 2015; *Добровольская и др.*, 2020; *Добровольская*, 2023). Кроме того, нами были привлечены новые сопоставительные данные по сельскому населению могильника Селяне (Западнодвинский м. о., Тверская обл.), расположенного в 85 км на северо-восток от некрополя г. Усвят (всего 21 образец, неопубликованные данные).

При выраженном разнообразии значений  $\delta^{13}\text{C}$  прослеживаются определённые тенденции: в выборках из лесной зоны – значения  $\delta^{13}\text{C}$  выше, чем в выборке (Шекшово-9) из более южного региона. Ярославль, являясь крупным средневековым городом, местом притяжения людей разного происхождения, закономерно характеризуется широким диапазоном значений показателя (рис. 2).

Особый интерес представляет изменчивость  $\delta^{15}\text{N}$ , которая свидетельствует о степени насыщенности рациона продуктами животного происхождения у представителей разных групп (рис. 2). Среднее значение  $\delta^{15}\text{N}$  в Ярославле составляет 11,46‰, а для прочих памятников – 10,1‰. На синхронном могильнике Селяне среднее значение  $\delta^{15}\text{N}$  ниже, чем у выборки из Усвят, и составляет 9,6‰, что указывает на ограниченный доступ



**Рис. 2.** Сопоставление данных об изменчивости  $\delta^{13}C$  и  $\delta^{15}N$  в сельских памятниках и Ярославле

к высокобелковым продуктам у последних. Таким образом, у городских жителей (Ярославль и Усвят) доступность продуктов животноводства (и, возможно, рыбы) была выше.

На данный момент поздний период существования кладбища г. Усвят представлен небольшим количеством образцов, что ограничивает возможность проведения сравнительного анализа.

Выявлены различия в изотопных сигналах двух выборок из близко расположенных погребальных памятников: некрополь г. Усвят и могильник Селяне. Маловероятно, что они обусловлены экологическими обстоятельствами. Можно предположить, что употребление продуктов, привезенных с других территорий, стало причиной высокой вариативности изотопных сигналов. Есть и другая возможная причина этой изменчивости: высокая мобильность населения. Для проверки этих гипотез необходимы дополнительные исследования.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-18-004101 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

## ЛИТЕРАТУРА

- Добровольская М. В.*, 2023. Исследование образа жизни людей через изотопный анализ костных остатков // Археология Суздальской земли: в 2 т. Т. 2: Культура, общество, идентичность. Москва; Вологда: Древности Севера. С. 69–80.
- Добровольская М. В., Тиунов А. В., Крылович О. А., Кузьмичева Е. А., Решетова И. К., Савинецкий А. Б., и др.*, 2020. Экосистемные изотопные маркеры питания средневекового населения лесной зоны европейской части России // Российская археология. 3. С. 79–95 <https://doi.org/10.31857/s086960630010944-7>
- Еремеев И. И.*, 2015. Древности Полоцкой земли в историческом изучении Восточно-Балтийского региона (очерки средневековой археологии и истории Псковской-Белорусского Подвинья). СПб.: Дмитрий Буланин (Труды ИИМК РАН; т. 44). 696 с.
- Еремеев И. И., Фурасьев А. Г.*, 2021. Усвят Древней Руси: исследуем город Ярослава Мудрого. СПб.: ИИМК РАН; Невская Типография. 54 с.
- Еремеев И. И., Дзюба О. Ф.*, 2010. Историческая география лесного участка Пути из варяг в греки. СПб: Нестор-История. 670 с.
- Семилет Т. В.*, 2025. Идентификация карбонизированных ячменных зёрен из раскопок Усвятского городища (XII век): автореферат диссертации на соискание степени кандидата биологических наук. Санкт-Петербург. 21 с.
- Энговатова А. В., Добровольская М. В., Антипина Е. Е., Зайцева Г. И.*, 2013. Коллективные захоронения в Ярославле: анализ системы питания на основе изотопных данных // Краткие сообщения Института археологии. 228. С. 96–115.
- Энговатова А. В., Добровольская М. В., Зайцева Г. И.* 2015. Исследование «кремлевской диеты» древнерусского города на основе изотопных данных // Краткие сообщения Института археологии. 237. С. 80–89.
- Ambrose S. H.*, 1990. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis // Journal of Archaeological Science. 17 (4). P. 431–451.
- DeNiro M. J.*, 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction // Nature. Т. 317. P. 806–809.
- Наронава В., Kots A., Lucas M., Both M., Roberts P.*, 2022. Средневековые и раннемодерные диеты в Полесском регионе Беларуси: взгляд через призму стабильных изотопов // PLoS ONE. 17 (10): e0275758. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275758>.

**М. В. Добровольская, А. Н. Свиридов, Н. Г. Свиркина,  
А. В. Мастыкова, Е. С. Богомолов, Д. В. Киселева**

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА СТРОНЦИЯ ЭМАЛИ ЗУБОВ ЛЮДЕЙ ИЗ ПОГРЕБЕНИЙ МОГИЛЬНИКА ФРОНТОВОЕ 3 (ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)

*Ключевые слова:* варварская округа Херсонеса, римское время, миграции, поликультурные социумы, изотопный состав стронция

Могильник Фронтное 3 – погребальный памятник уникальной сохранности, расположенный в Нахимовском районе г. Севастополя. Исследован Крымской новостроечной экспедицией ИА РАН полностью в ходе спасательных археологических работ 2017–2018 гг. Проведенные археологические исследования позволили определить хронологию погребений (*Гавритухин и др.*, 2020; *Свиридов, Язиков*, 2023, 2024). Выделены два периода существования некрополя: конец I – первая половина III в. н. э. и середина III – рубежные десятилетия IV–V вв. н. э. Большинство погребений на некрополе представлены подбойными погребениями, для позднего этапа характерны грунтовые склепы. На основании масштабных комплексных исследований сделан вывод о том, что некрополь отражает длительное существование единого сообщества, открытого к широким культурным контактам и, возможно, включающего в себя индивидов-носителей иных традиций.

Вопрос о том, были ли погребенные жителями локальной территории, прилегающей к некрополю, или в нем погребены люди, жившие на разных землях, важен. Ответ на него позволит оценить степень открытости или изолированности этого обществ. Культурные традиции могут распространяться как под влиянием давления идеологических, политических, экономических векторов, так и путем появления носителей новых традиций. Как правило, имеет место и тот и другой, но соотнести их позволит исследование, направленное на выявление местных уроженцев и мигрантов первого поколения. Забегая вперед, отметим, что перспектива палеогенетических работ, все больше входящих в практику комплексных исследований, не будет дублировать выполнение этой задачи, так как в поликультурных социумах генетически различные, имеющие разное происхождение люди могут длительное время сосуществовать друг с другом, слабо смешиваясь. В качестве первого этапа исследования мы рассматриваем вопрос: происходят ли люди, погребенные в захоронениях Фронтного 3, из единой по геохимическим показателям территории или из разных? Для этого нами был применен метод, получивший очень широкое распространение в археологии последних десятилетий, – масс-спектрометрический анализ изотопного состава стронция ( $^{87/86}\text{Sr}$ ) в эмали зубов погребенных.

Во-первых, каковы перспективы такого анализа в контексте природной биогеохимической ситуации юга Крымского полуострова? Расположение некрополя удивительным образом приходится на структуру, разделяющую две основные геологические части полуострова – Скифскую плиту и Горно-Крымскую складчатую надвиговую область. Поэтому есть все основания ожидать, что памятник находится на пограничье районов с различными геохимическими характеристиками.

Во-вторых, для проведения исследований, основанных на изотопии стронция, важно иметь разнообразие фоновых значений, привязанных к различным геологическим ситуациям. В настоящее время такая работа проводится группой исследователей из Института геологии и геохимии им А. Н. Заварицкого, и мы с нетерпением ждем результатов этих систематических исследований. По этой же причине мы не проводили самостоятельные исследования разнообразия изотопного состава биоты различных регионов Крымского полуострова. К настоящему времени мы располагаем только отдельными данными по современной флоре. Поэтому, обращаясь к анализу полученных по эмали зубов данным, мы понимаем, что не сможем на настоящем уровне исследований соотнести районирование прилегающих территорий по изотопному составу и наши данные.

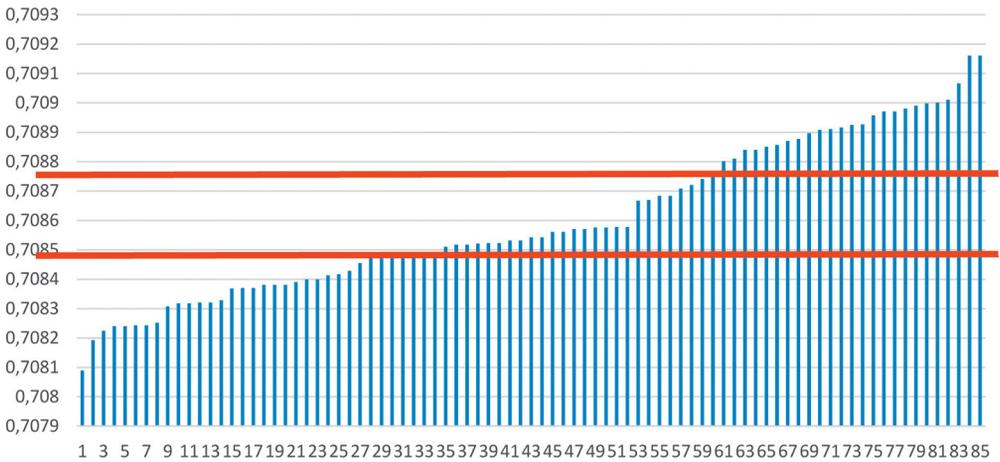
Представляя эту работу, мы обращаем внимание, в первую очередь, на особенности распределения индивидуальных данных и строим свои предположения именно на них.

Серия образцов эмали зубов<sup>3</sup> получена от 85 индивидов, которые происходят из погребений различных по обрядности и хронологии. Ранее в научный оборот были введены данные о 25 образцах (*Веселовская и др., 2024*).

Численность серии составляет примерно пятую часть общей численности погребенных римского времени (420 индивидов) (*Свиридов, Язиков, 2024. С. 7*). Это, с одной стороны, оставляет высокую вероятность неполноты наших представлений, но, с другой, – представляет максимальную на настоящее время серию образцов, для которой определены соотношения изотопов стронция ( $^{87/86}\text{Sr}$ ). Подчеркнем, что все они получены для подробно атрибутированных и хронологически выверенных погребений. Поэтому мы рассматриваем это исследование как новый шаг в систематическом изучении мобильности населения варварской округи Херсонеса в римское и позднеримское время.

Первый вопрос – оценка характера изменчивости. Вопрос о характере внутригрупповой изменчивости важен, так как он, в известной мере, информирует о факторах, ее определяющих. Напомним, что нормальное

<sup>3</sup> В работу включены данные по эмали постоянных первых моляров и резцов, следовательно, результаты отражают изотопное соотношение стронция для возраста формирования коронки (ок. 2–5 лет).

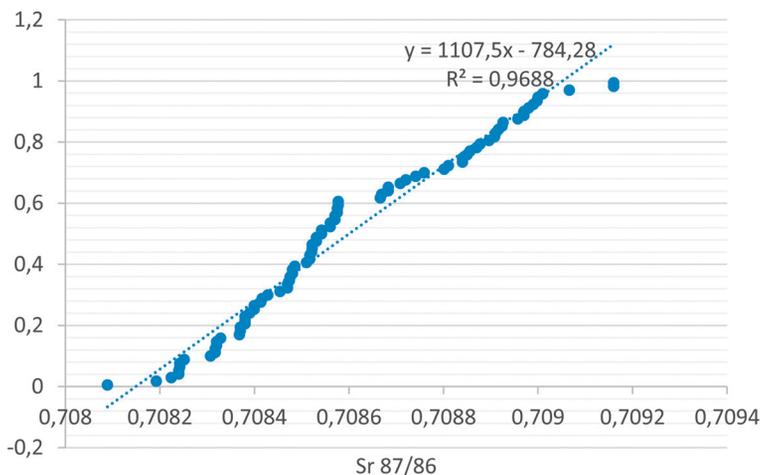


**Рис. 1.** Индивидуальные значения стронциевого соотношения. Оранжевыми линиями обозначены границы известных фоновых значений (современная трава)

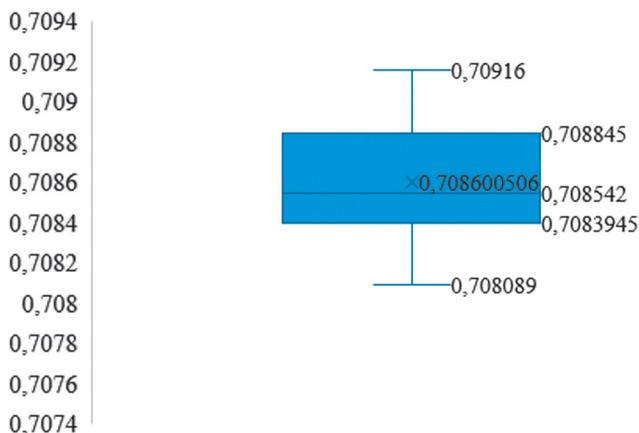
распределение типично для признаков, на которые оказывают влияние с равной силой многочисленные факторы. Распределение, отличающееся от нормального, указывает на то, что существуют ведущие факторы. Если мы получаем распределение, близкое к нормальному, то должны констатировать, что степень подвижности населения или иные факторы не отражают влияния местной геохимической дисперсности. Представление результатов в виде простой диаграммы позволяет убедиться в том, что полученное распределение не соответствует нормальному (рис. 1). Это же отражено на графике проверки нормальности распределения (рис. 2). В распределении выражена правосторонняя асимметрия, средняя арифметическая составляет 0,708601, а медиана – 0,708542 (рис. 3).

Поэтому результаты, иллюстрирующие отклонение от нормального распределения, сами по себе могут рассматриваться как следствие нахождения людей в различных геохимических условиях. Как следует из представления индивидуальных данных, мы можем видеть несколько в большей или меньшей степени платообразных или слабонаклонных частей профиля всей выборки, разделенных между собой некоторыми «ступеньками». Они также хорошо видны и на графиках, демонстрирующих отклонение значения от тех, которые можно было бы ожидать при нормальном распределении. Красными горизонтальными линиями обозначены границы изменчивости по пяти образцам травянистой растительности, полученной в округе памятника на расстоянии не более 1 км.

Обратим внимание на то, что полученные нами результаты по местной травянистой растительности (близкой к территории могильника) показали низкую вариабельность значений от 0,708485 до 0,70874. Как отмечалось



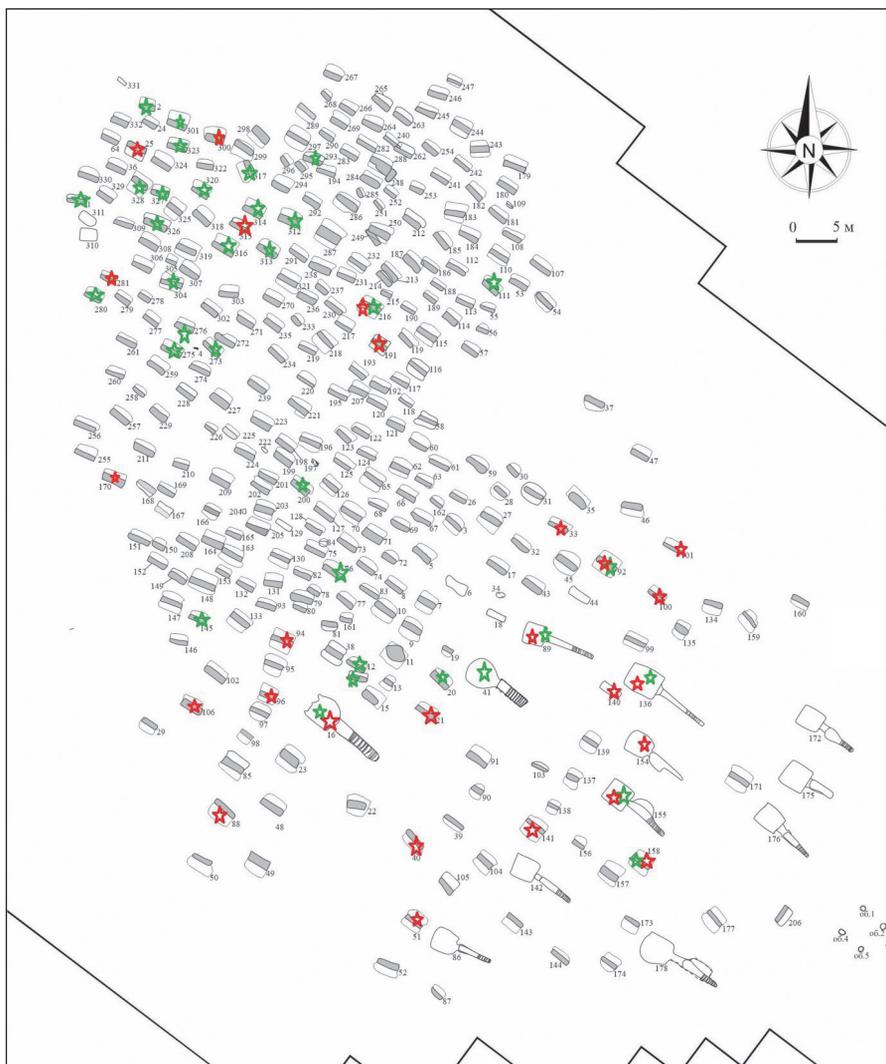
**Рис. 2.** Результат проверки нормальности распределения. Пунктирная линия отражает расположение точек на линии нормального распределения



**Рис. 3.** Некоторые параметры изменчивости изотопного соотношения в серии из некрополя Фронтное 3 (min, max, средняя арифметическая величина, медиана, стандартное отклонение)

выше, наши рассуждения пока не опираются на сопоставления с фоновыми значениями. Полученные результаты позволяют выделить кластеры, которые представлены в таблице № 1. В некоторых случаях из одного погребения были взяты от двух по пяти образцов.

На план могильника были нанесены цветные маркеры для обозначения двух наиболее крупных зон (рис. 4). Границы зон 3 и 4 вместе примерно соответствуют  $\pm 1$  стандартному отклонению и включают 88% данных.



**Рис. 4.** План некрополя Фронтное 3. Красными звездочками отмечены погребения со значениями стронциевого соотношения в пределах зоны 4, зелеными звездочками – в пределах зоны 3

Локализация остальных образцов не отражена, так как в данном случае нас интересуют самые общие тенденции в выявлении территориальной гетерогенности населения.

При нанесении на план могильника цветowych рубрикаторов можно видеть некоторые закономерности:

Наиболее многочисленной оказалась зона 3 (от 0,7083 до 0,70857) в нее вошли 46 индивидов из 36 погребений. Они относятся к различным

**Таблица 1.** Группы индивидов, выделяемые по значениям изотопного соотношения  $^{87/86}\text{Sr}$  в серии из некрополя Фронтное 3

Номер зоны	Границы значений		Число индивидов
	От	До	
1	0,708	0,708	1
2	0,70819	0,70825	5
3	0,7083	0,70857	46
4	0,70866	0,709066	30
5	0,70916	0,70916	3
Итого			85

периодам существования могильника, однако очевидно, что преобладают в северо-западной – более ранней – части некрополя.

Значения от 0,70866 до 0,709066 (зона 4) представляют группу из 29 индивидов. Они происходят из погребений, которые локализируются преимущественно в центральной и юго-восточной частях некрополя, функционировавшим в более поздние этапы существования памятника.

Некоторые поздние склепы включают людей, существенно отличающихся друг от друга изотопными показателями.

Эти наблюдения позволяют высказать гипотезу о том, что в некрополе хоронили людей, происходящих с нескольких территорий, которые по природным условиям отличаются. Можно предполагать как минимум два локуса. С одной зоной преимущественно связано население, оставившее ранние погребения, а с другой – в основном позднее. Таким образом, есть основания считать, что на протяжении столетий происходило изменение пропорциональности численности людей, родившихся в разных территориальных локусах, но входящих в единое сообщество, которое хоронило своих близких в одном некрополе. Проверить эту гипотезу можно будет на основании сопоставления с представительными данными о фоновой изменчивости.

Исследования проведены в рамках выполнения проекта РНФ 20-18-00396 «Могильник римского времени Фронтное 3 в Юго-Западном Крыму».

## ЛИТЕРАТУРА

Веселовская Е.В., Добровольская М.В., Мاستыкова А.В., Свиридов А.Н., Свиридина Н.Г., Богомолов Е.С., 2024. Восстановление облика представительницы варварского населения Юго-Западного Крыма. Могильник фронтное 3 // Российская археология. 3. С. 128–139. <https://doi.org/10.31857/S0869606324030092>.

*Гавритухин И. О., Свиридов А. Н., Язиков С. В., 2020.* Могильник римского времени Фронтное 3 в Юго-Западном Крыму (предварительное сообщение) // Российская археология. 2. С. 91–110. <https://doi.org/10.31857/S086960630009075-1>.

*Свиридов А. Н., Язиков С. В., 2023.* Могильник римского времени Фронтное 3 в Юго-Западном Крыму: в трех частях. Ч. 1. Материалы спасательных археологических исследований. Т. 33. Ч. 1 / Отв. ред. А. В. Мастыкова, И. О. Гавритухин. М.: ИА РАН, 460 с.

*Свиридов А. Н., Язиков С. В., 2024.* Могильник римского времени Фронтное 3 в Юго-Западном Крыму: в трех частях. Ч. 2 / Отв. ред. А. В. Мастыкова, И. О. Гавритухин (Материалы спасательных археологических исследований. Том 33. Ч. 2). М.: ИА РАН. 452 с.

Д. А. Миягашев, А. М. Хубанова,  
В. Б. Хубанов, Я. В. Дикий

ПРОСО В СИСТЕМЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
СРЕДНЕВЕКОВЫХ НОМАДОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ  
(по результатам изотопно-биоархеологических исследований  
Енхорского могильника)

*Ключевые слова:* Западное Забайкалье, р. Джиды, могильник Енхор, хунну, средневековье, изотопный анализ, просо, палеодиета

В последние годы в результате использования изотопного метода в археологических исследованиях было установлено, что диета многих древних кочевников Внутренней Азии, кроме продуктов скотоводства, включала такие ресурсы, как просо (*Wilkin et al.*, 2020; *Kradin et al.*, 2021; *Miller et al.*, 2023). Результаты этих исследований указывают на признаки возникновения земледельческих элементов жизнедеятельности у кочевников в раннем железном веке. Однако существовала ли традиция употребления проса на территории Забайкальской степи в более позднее время, например, в период тюркско-монгольских политических образований? Следует отметить, что исследователи не раз писали о существовании на территории Западного Забайкалья развитого земледелия и ирригационных сооружений задолго до освоения региона русскими первопроходцами. Одним из первых на это обратил внимание Ю. Д. Талько-Грынцевич (1900), позже об этом писали Г. Ф. Дебец (1925) и Г. П. Сосновский.

В докладе представлены результаты изучения изотопных маркеров питания у населения Западного Забайкалья в эпоху хунну (II в. до н. э. – I в. н. э.) и тюркско-монгольского времени (VIII–XIV вв.). Основой данного исследования стали антропологические материалы и зубные ткани домашних животных из погребений Енхорского могильника, расположенного в долине р. Джиды – бокового притока р. Селенга (Западное Забайкалье). В составе могильника насчитываются 150 захоронений, среди которых есть рядовые погребения эпохи хунну и средневековья, последние датируются широким хронологическим диапазоном в рамках тюркско-монгольского периода – VIII–XIV вв. (*Именохоев*, 1988). Для исследования были отобраны 45 образцов костных и зубных тканей человека и домашних животных, из которых два индивида из погребений эпохи хунну, 33 – из погребений VIII–XIV вв. Шесть образцов – барана (три из погребений эпохи хунну, три – VIII–XIV вв.), один – крупного рогатого скота (погребение эпохи хунну) и один – лошади (из жертвенного погребения VIII–XIV вв.).

Изотопный анализ проб очищенного коллагена проводился на элементном анализаторе Flash EA 1112 в линии с изотопным масс-спектрометром

Delta V Advantage («Thermo Finnigan», Германия) в ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

В большинстве случаев доля выделенного коллагена от массы кости составляла более 0,5 при соотношении атомных количеств углерода и азота в коллагене в пределах от 2,9 до 3,2, что свидетельствует о хорошей степени сохранности коллагена.

Для коллагена костной ткани крс и мрс раннежелезного и раннесредневекового периодов получены близкие изотопные характеристики:  $\delta^{13}\text{C}$  от -19,9‰ до -18,8‰ и  $\delta^{15}\text{N}$  от 5,6‰ до 9,3‰. Их выпас был на степных пастбищах, где кормовая база представлена преимущественно растениями С3-типа фотосинтеза. Относительно высокий показатель дельты азота свидетельствует о пищевом и/или водном стрессе животных, возможно, по причине деградации пастбищ. Тогда как относительно низкие значения  $\delta^{13}\text{C}$  -20,6‰ и  $\delta^{15}\text{N}$  4,5‰ у лошади могут быть обусловлены иным питанием – увеличением в диете доли лесной, возможно, кустарниковой, растительности.

Образцы индивидов из погребений эпохи хунну демонстрируют значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  -15‰ и -14,2‰ и 12,3‰ до 12,2‰, соответственно. По этим показателям образцы из погребений эпохи хунну помещаются в рамки С4-рациона с весомой долей животной пищи.

Результаты анализа костных тканей людей из погребений средневекового времени позволяют выделить две группы с различными вариациями значений изотопов углерода. Для первой группы значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  варьируют от -17,7‰ до -13,8‰, значения  $\delta^{15}\text{N}$  – от 9,5‰ до 12,0‰. Они сопоставимы со значениями углерода индивидов из погребений эпохи хунну, что указывает на присутствие в их рационе проса. У образцов второй группы (погребения № 3, 25 и 91) изотопный состав углерода относительно легче и варьирует от -20,1‰ и -18,9‰ и изотопный состав азота от 9,5‰ до 13,6‰.

Пока остается не ясной причина различий в структуре питания индивидов из средневековых погребений. На могильнике в целом фиксируются различные варианты способа погребения: на грунте, в колоде, в дощатых гробах, в берестяном мешке, а в трех случаях отмечено трупосожжение. Мотивы выбора способа погребения также не понятны. Погребенных, независимо от их пола и возраста, клали на спину с вытянутыми ногами. Погребальный обряд и сопроводительный инвентарь этих могил в целом не выходят за пределы общих вариаций.

Таким образом, по результатам изотопно-биоархеологических исследований антропологического материала и зубных тканей домашних животных из Енхорского могильника нам удалось зафиксировать присутствие проса в рационе питания эпохи хунну и средневекового населения в долине р. Джиды в Западном Забайкалье.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФ № 23-28-01348 и госзадания ИМБТ СО РАН (проект «Историческое пространство монгольского мира: археологические культуры, общества и государства») № 121031000241-1) и ИФЗ РАН.

## ЛИТЕРАТУРА

- Давыдова А. В.*, 1995. Иволгинский археологический комплекс. Том 1. Иволгинское городище. СПб.: Центр «Петербургское востоковедение», 97 с. (Археологические памятники сунну. Вып. 1).
- Дебец Г. Ф.*, 1925. Итоги и задачи палеоэтнологии в Западном Забайкалье // Тезисы доклада на I Восточно-Сибирском краеведческом съезде 1925 г. // СЖС. 3–4. С. 322–324.
- Именохоев Н. В.*, 1988. Средневековый могильник у с. Енхор на р. Джиде (предварительные результаты исследования) // Памятники эпохи палеометалла в Забайкалье. Сб. ст. Улан-Удэ: БФ СО АН СССР. С. 108–128.
- Коновалов П. Б.*, 1976. Хунну в Забайкалье. (Погребальные памятники). Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство. 248 с
- Сосновский Г. П.*, Темниковское поселение // Научный архив ИИМК РАН. Ф. 42. Дело 211.
- Талько-Грынцевич Ю. Д.*, 1900. Материалы к палеоэтнологии Забайкалья. СПб.: Фонд «Азиатика». 123 с.
- Khubanov A. M., Khubanov 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. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2023-2720>.
- Kradin N. N., Khubanov A. M., Bazarov B. A., Miyagashev D. A., Khubanov V. B., Konovalov P. B. et al.*, 2021. Iron Age Societies of Western Transbaikalia: Reconstruction of Diet and Lifeways // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 38. 102973 (1–8). <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102973>.
- Miller, A. R. Makarewicz C.*, 2019. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian steppe // *Scientific Reports*. 9. P. 8363.
- Miller A. R., Wilkin Sh., Smithers R. Larson K. Spengler R., Haruda A. et al.*, 2023. Adaptability of Millets and Landscapes: Ancient Cultivation in North-Central Asia // *Agronomy*. 13 (11). P. 2848. <https://doi.org/10.3390/agronomy13112848>.
- Wilkin S., Miller A., Miller B. K., Spengler 3<sup>rd</sup> R. N., Taylor W. T. T., Fernandes R., et al.*, 2020. Economic diversification supported the growth of Mongolia's nomadic empires // *Scientific Reports*. 10. 3916. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60194-0>.

С. А. Нелюбов, В. И. Данилевская

## НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПИТАНИИ НАСЕЛЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНОГО ПОДОНЬЯ РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

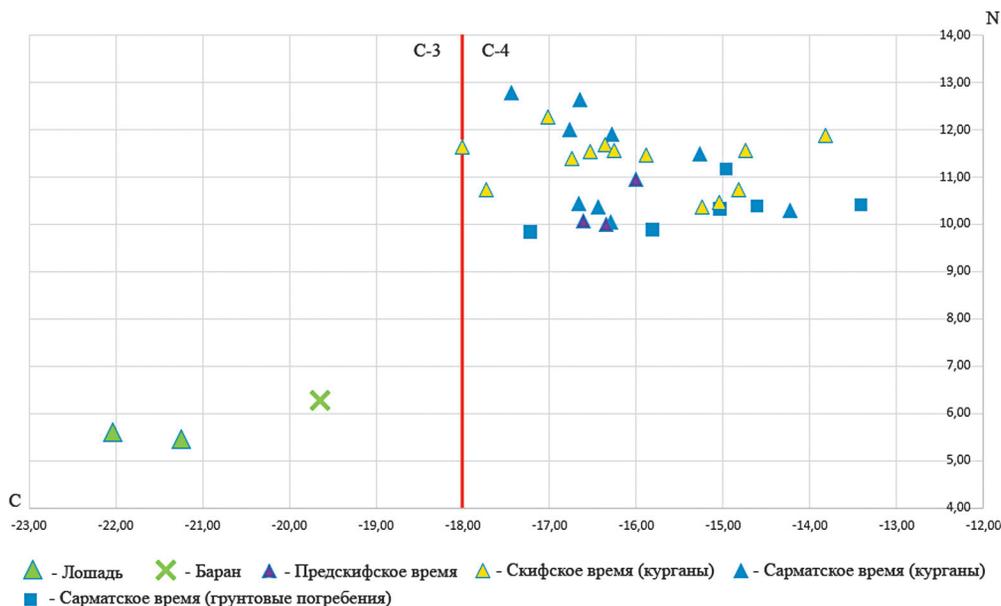
*Ключевые слова:* реконструкция питания, сарматское время, стабильные изотопы азота и углерода

**Д**оклад посвящен представлению новых данных об изотопном составе азота и углерода в образцах костной ткани людей из грунтовых и курганных погребений лесостепного Подонья VIII в. до н. э. – IV в. н. э. На основании полученных данных предложена реконструкция питания.

Объединённая выборка включает образцы 34 индивидов. Из них три происходят из позднескифских погребений могильника Волхонские выселки, 12 из погребений IV в. до н. э. курганного могильника Колбино-1 и 19 образцов из погребений сарматского времени. Образцы первых двух хронологических периодов дополнили уже известные данные по региону (*Чагаров, Добровольская, 2019; Добровольская и др., 2021; Нелюбов и др., 2024*). Материалы сарматского времени вводятся в научный оборот впервые. Это 19 образцов, полученные из 6 памятников (Верный путь, Ивановка, Вязовский могильник, Чертовицкий могильник, Воронежский аэропорт, Берёзовский могильник), содержащих как грунтовые, так и курганные захоронения.

Кроме того, для сарматского времени впервые были получены данные соотношения стабильных изотопов азота и углерода для животных (двух лошадей и одного домашнего барана).

При пробоотборе и формировании серии образцов предпочтение отдавалось фрагментам костей посткраниального скелета и свода черепа с хорошей сохранностью. Подготовка коллагена проводилась в Лаборатории контекстуальной антропологии и Центре коллективного пользования ИА РАН согласно принятому протоколу (*DeNiro, Epstein, 1981*). Фрагменты костной ткани промывались дистиллированной водой и затем высушивались. После этого образцы выдерживались в 1М растворе соляной кислоты (HCl) при температуре +3 °С до полной деминерализации, после чего промывались дистиллированной водой до достижения нейтральных значений pH. Затем органический остаток переводился в растворимую форму при pH 2,5 (0,1М HCl) и +65°С на протяжении 24 часов. На следующем этапе полученный раствор центрифугировался. Очищенный коллаген помещался в термостат до получения сухого коллагена. Аналитическая работа была выполнена на базе центра коллективного пользования «Масс-спектрометрические исследования» ЦКП (изотопного анализа) Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. Для определения



**Рис. 1.** Индивидуальная изменчивость  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в образцах из погребений лесостепного Подонья раннего железного века

показателей  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  использовался масс-спектрометр Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS.

Атомное соотношение углерода и азота находится в диапазоне от 3,2 до 3,5, что соответствует достаточной сохранности коллагена.

Изотопные сигналы отличаются значительным разнообразием значений  $\delta^{13}\text{C}$ . Значения  $\delta^{15}\text{N}$  имеют незначительную вариативность (рис. 1)

В качестве сопоставительных были привлечены ранее опубликованные изотопные данные, относящиеся к скифским подкурганам и грунтовым захоронениям (Чагаров, Добровольская, 2019; Нелюбов и др., 2024), а также грунтовых захоронений сарматского времени (Разуваев и др., 2024). Приведём средние значения по лесостепному Подонью в хронологической последовательности и в соответствии с типом погребений ( $\delta^{13}\text{C}$ ;  $\delta^{15}\text{N}$ ):

- Предскифское время:  $-15,77\text{‰}$ ;  $10,12\text{‰}$
- Скифское время (курганы):  $-16,6\text{‰}$ ;  $11,71\text{‰}$
- Скифское время (грунтовые погребения):  $-15,33\text{‰}$ ;  $10,54\text{‰}$
- Сарматское время (курганы):  $-16,06\text{‰}$ ;  $11,06\text{‰}$
- Сарматское время (грунтовые погребения):  $-14,36\text{‰}$ ;  $10,38\text{‰}$ .

В новых образцах, относящихся к могильнику Волхонские выселки, изменчивость  $\delta^{13}\text{C}$  укладывается в пределы, описанные для растений C4 пути фотосинтеза. Полученные данные подтверждают ранее выдвинутую нами гипотезу о включении проса в рацион питания населением региона

в предскифское время (*Нелюбов и др.*, 2024. С. 166). К сожалению, на сегодняшний день нет археоботанических и изотопных данных из других синхронных памятников, чтобы проследить путь проникновения данного культурного злака на территорию лесостепного Подонья.

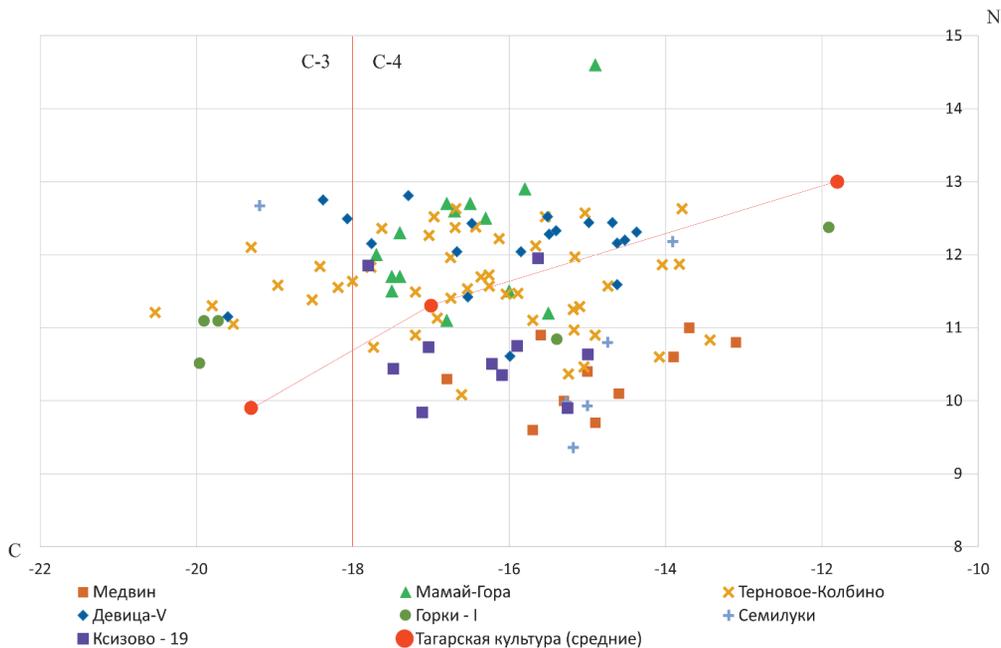
В скифское время в основу растительного компонента диеты входили растения С3 и С4 типа фотосинтеза (*Чагаров, Добровольская*, 2019; *Нелюбов и др.*, 2024). Значения  $\delta^{13}\text{C}$  образцов индивидов из курганного могильника скифского времени Колбино-I характерны для питания с значительной долей растений С4 типа.

Полученные результаты были объединены с уже известными данными, что по региону, для сопоставления с синхронными выборками с территории Поднепровья (*Miller et al.*, 2021) и Минусинской котловины (*Scyatko et al.*, 2013). Первая представлена материалами из курганных могильников Медвин (лесостепная зона) и Мамай-Года (степная зона). Вторая включает погребения тагарской культуры (IX в. до н. э. – IV в. н. э.). Для данной выборки опубликованы только суммарные данные для 102 индивидов (*Miller et al.*, 2021. С. 3939). Для  $\delta^{13}\text{C}$  минимальное значение составило  $-19,3\text{‰}$ , максимальное  $-11,8\text{‰}$ , а среднее  $-17\text{‰}$ . Аналогичные соотношения  $\delta^{15}\text{N}$  равны  $9,9\text{‰}$ ,  $13\text{‰}$ ,  $11,3\text{‰}$  соответственно.

Сопоставление известных данных об изменчивости  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в лесостепном Подонье, Поднепровье и в Минусинской котловине можно видеть на рисунке 2.

На территории степного и лесостепного коридора от гор южной Сибири на востоке и до Поднепровья на западе в скифское время распространена одна пищевая модель, характеризующаяся преобладанием в рационе С4 растений (проса) с сохранением регулярного употребления в пищу растений С3 типа. Хотя индивидуальные значения  $\delta^{13}\text{C}$ , связанные с употреблением пищу растений С3 типа фотосинтеза, отсутствуют в материалах Поднепровья, это может быть связано с малочисленностью проанализированной выборки (всего 25 сигналов), другими словами, значения в диапазоне ниже  $-18\text{‰}$  могли не попасть в эту серию.

В сарматское время все значения  $\delta^{13}\text{C}$  лежат в С4 диапазоне, связанном с просяной пищей. Иными словами, появляющееся в регионе в VIII в. до н. э. просо к периоду I–IV вв. н. э. окончательно занимает доминирующую позицию в растительном компоненте диеты населения региона. Чем можно объяснить подобный тренд? Его можно было бы связать с аридизацией, начавшейся в III в. до н. э. Однако увеличение доли тяжёлого углерода в образцах коллагена идёт пропорционально времени, в течение 1200 лет. Это большой хронологический отрезок, включающий в себя различные климатические флуктуации, такие как похолодание раннего атлантического периода, наступление климатического оптимума античности и т. д. Однако тенденция на увеличение доли тяжёлого углерода усиливается планомерно и без внутренних



**Рис. 2.** Сопоставление памятников лесостепного Подонья, Поднепровья и Минусинской котловины (тагарская культура) скифского времени

колебаний. Другой возможной причиной является пришедшая иная хозяйственная традиция. Короткий вегетативный период растения способствует быстрому вызреванию зёрен, что удобно для кочевого и полукочевого населения, так как может успешно совмещаться с мобильным выпасом скота. Путь проникновения такой хозяйственной традиции в лесостепное Подонье остаётся неизвестным наверняка, однако данная проблема может быть решена масштабными диахронными исследованиями при накоплении некоторого критического массива изотопных данных (напр. *Svyatko et al.*, 2013).

Несмотря на очевидную важность сопоставления изотопных данных со статистикой распространения археологического зерна в культурных слоях поселений, пока у нас недостаточно археоботанических данных для сарматского времени. Для поселений предскифского времени такие сведения попросту отсутствуют. Тем не менее изотопные данные свидетельствуют об усилении культурной традиции потребления просяной пищи.

Выявлены различия в значениях  $\delta^{13}C$  и  $\delta^{15}N$  между курганными и грунтовыми захоронениями лесостепного Подонья IV в. до н. э. – IV в. н. э. Индивиды, происходящие из курганных погребений, в среднем имеют более насыщенный тяжёлыми изотопами углерода коллаген.

Значения  $\delta^{15}N$  на протяжении всего исследованного хронологического периода лежат в рамках значений, характерных для регулярного

употребления пищи животного происхождения. Трофический шаг (различие между изотопными показателями двух трофических уровней) азота для млекопитающих в умеренных климатических условиях составляет порядка 5–6‰ (*Shoeninger, DeNiro, 1984; O'Connell et al., 2012*). Разница между  $\delta^{15}\text{N}$  у людей и животных в предскифское, скифское и в сарматское время укладывается в 4–5%, что составляет полный трофический шаг и свидетельствует о значительной доле пищи животного происхождения в группах. Различия в изотопных сигналах индивидов из курганных и грунтовых погребений, вероятно, связаны с различиями в питании. У населения, оставившего грунтовые погребения, растительная пища играла большую роль, чем у «подкурганного», как в скифское, так и в сарматское время.

Итак, сопоставление данных об изотопном составе углерода и азота в коллагене костной ткани людей раннего железного века демонстрирует общую тенденцию увеличения роли проса в усредненном рационе питания населения лесостепного Подонья. Население скифского времени продемонстрировало пищевую модель, распространённую в лесостепном и степном поясе Евразии по меньшей мере от южного Приуралья до Поднепровья. Выявлены различия в пищевых моделях людей, хоронивших своих соплеменников в курганах и в грунтовых могилах.

Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 24-18-004101 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

## ЛИТЕРАТУРА

- Нелобов С.А., Добровольская М.В., Меркулов А.Н., 2024.* О роли проса в рационе питания населения лесостепного Подонья в бронзовом и раннем железном веке по данным биоархеологических исследований // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 4. С. 160–170.
- Нелобов С.А., Володин С.А., Добровольская М.В., 2024.* Биоархеологические аспекты изучения коллективных подкурганных захоронений скифского времени на Среднем Дону // Краткие сообщения Института археологии. Вып. 274. С. 391–405.
- Перерва Е.В., 2018.* Население позднесарматского времени с территории Нижнего Поволжья // Новое в исследованиях раннего железного века Евразии: проблемы, открытия, методики: Тезисы докладов Международной научной конференции. Москва, 13–14 ноября 2017 года / Отв. Ред. А.А. Малышев. М: ООО «МАКС Пресс». С. 126–128.
- Разуваев Ю.Д., Меркулов А.Н., Нелобов С.А., Неретина Ю.А., 2024.* Бескурганский могильник сарматского времени на Малом Сторожевом городище в Среднем Подонье // Нижневолжский археологический вестник. Т. 23 (3). С. 157–171. <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2024.3.8>.

- Чагаров О. С., Добровольская М. В., 2019. Система питания среднедонского населения скифского времени: Хозяйство и природно-климатический фактор (по данным о составе стабильных изотопов углерода и азота) // Вестник МГУ. Сер. XXIII, Антропология. 2. С. 72–83.
- 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.
- O'Connell T. C., Kneale C. J., Tasevska N., Kuhnle G. G. C., 2012. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study // *Am. J. of Phys. Anthropol.* 149. P. 426–434.
- Miller A. R., Johnson J, Makhortykh S, Gerling C, Litvinova L, Andrukh S. et al., 2021. Re-evaluating Scythian lifeways: Isotopic analysis of diet and mobility in Iron Age Ukraine. *PLoS ONE* 16 (3): e0245996.
- Shoeninger M. J., DeNiro M. J., 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 48. P. 625–639.
- Svyatko S. V., Rick J. Schulting, Mallory J., Murphy E. M., Reimer P. J. et al., 2013. Stable isotope dietary analysis of prehistoric populations from the Minusinsk Basin, Southern Siberia, Russia: a new chronological framework for the introduction of millet to the eastern Eurasian steppe // *Journal of Archaeological Science*. 40 (11). P. 3936–3945.

**Я. В. Рафикова, П. С. Анкушева, Е. О. Васючков,  
Л. А. Вязов, Э. П. Зазовская, В. В. Куфтерин,  
С. М. Турчинская, А. В. Епимахов**

## ИЗОТОПЫ, ДНК И ПОВОРОТЫ СУДЬБЫ ЛЮДЕЙ ИЗ МОГИЛЬНИКА БРОНЗОВОГО ВЕКА СЕЛИВАНОВСКИЙ II

*Ключевые слова:* эпоха бронзы, погребальные памятники, изотопы, древняя ДНК

**А**рхеологические материалы редко дают простые и ясные ответы на вопросы социальных реконструкций, оставляя место для разнообразия интерпретаций. Многомогильные курганы – один из типичнейших эпохальных признаков позднего бронзового века Северной Евразии, широко представленный в синташтинской, петровской и алакульской культурах. Социальные связи между древними представителями этих культур, нашедшие отражение в их посмертном размещении в едином ритуальном пространстве, остаются предметом дискуссий, хотя в последние годы появились аргументы в пользу их близкородственных связей (*Narasimhan et al.*, 2019; *Blöcher et al.*, 2023). «Визитной карточкой» этой традиции являются парные (обращенные лицом друг к другу) погребения людей. Объяснительные гипотезы варьируют вокруг отражения реальных либо символических семейно-брачных отношений. Сам факт одновременного упокоения (чаще всего контекст обратного не подразумевает) породил версии разной степени «кровожадности». Анализ возрастной структуры покойных в таких могилах добавляет немного для их понимания, т.к. этот вариант обрядности характерен и для взрослых, и для детей, а практики одиночных, двойных и коллективных погребений использовались в отношении большинства покойных независимо от пола и возраста. Обычно парные погребения составляют в могильниках небольшую долю относительно остальных. Редким примером обратного стал могильник Селивановский II, где в кургане 1 выявлены сразу шесть пар погребенных. Для этого комплекса мы располагаем большим спектром естественнонаучных данных (радиоуглеродное датирование, изотопы стронция, азота и углерода, древняя ДНК), что позволяет перейти к реконструкции процесса его формирования в широком понимании.

Могильник находится на северо-восточном берегу оз. Чебаркуль, близ п. Селивановский (Республика Башкортостан). Подробные сведения о результатах исследований ранее опубликованы монографически (*Рафикова, Федоров*, 2017. С. 100–131, 194–204, 240–243). Курган 1 был самым крупным в группе (26 × 32 м, высотой 1,1 м). Кроме разрушенной поздним вкопом

центральной ямы 11, изучены 13 могильных ям и не менее 22 погребенных. Все покойные расположены в положении скорченно на боку, ориентированы головой в северных румбах. Независимо от возраста и числа скелетов в погребении мужские костяки располагались на правом боку (восемь из десяти), женские – на левом. Среди парных погребений есть как взрослые, так и детские. Во всех случаях неиндивидуальных погребений речь идет о заведомой одновременности их помещения в погребальное пространство. Инвентарь представлен керамическими сосудами алакульской традиции с некоторыми срубными чертами, а также украшениями и костяной орнаментированной трубочкой. Низкая вариативность обрядности и инвентаря, отсутствие данных о стратиграфической последовательности захоронений косвенно говорят о краткой истории формирования комплекса. Хронология кургана определена радиоуглеродной датой по коллагену из моляра КРС ( $IGAN_{AMS}-10724, 3350 \pm 30$ ), которая соответствует современным представлениям о датировке алакульской культуры Зауралья (*Епимахов, 2023*).

Пол и родственные связи погребенных определены в ходе анализа ДНК 19 индивидов<sup>4</sup>. 12 из них происходят из парных захоронений, остальные – из одиночных или коллективных могил. Соотношение полов близко к 1/1, более половины – дети до 10 лет. Во всех случаях, включая детей, парные погребения содержали индивидов разного пола. Община, представители которой были захоронены под курганом 1, включала как минимум два «клана», кровные связи внутри которых строились, судя по всему, по мужской линии. Ключевым для дальнейших построений являются два парных захоронения взрослых, в составе которых мужчины являются родными братьями либо отцом и сыном. Для одной из взрослых пар обнаружен прямой потомок. В остальных случаях (для серии в целом) речь о второй-третьей степенях родства или сиблингах (братьях). Родственные связи проявились и при анализе эпигенетических признаков. Положение проанализированных индивидов в пространстве главных компонент указывает на то, что община, представители которой захоронены в Селивановском II, была разнообразна в генетическом отношении. Ее ядро составляют индивиды, относящиеся к более крупному «клану». В то же время часть женщин, не имевших кровных родственников в составе общины, имеют заметно отличающийся генетический профиль. Наконец, представители меньшего по размерам «клана» вообще выбиваются из общей массы погребений позднего бронзового века, демонстрируя близость к раннебронзовому населению степей.

Состав стабильных изотопов азота и углерода в костной ткани человека и животных наряду с реконструкцией диеты при некоторых условиях

<sup>4</sup> Работы выполнены под руководством Дэвида Райха (Harvard Medical School, Boston, MA, USA), в настоящее время находятся в стадии подготовки к публикации.

может быть полезен и для диагностирования мобильности (*Васючков и др.*, 2024). Выборка для могильника Селивановский II составила 29 измерений<sup>5</sup>, из них четыре образца принадлежали домашним животным, а остальные людям. Для 12 индивидов проанализированы пары образцов (бедренная кость и ребро), еще у одного погребенного удалось изучить только бедренную кость. Показатели  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  демонстрируют сдвиг значений между людьми и животными в соответствии с уровнем консументов в рамках одной трофической цепи. Вариативность состава азота и углерода для образцов костной ткани людей является относительно низкой и в большинстве случаев маркирует довольно схожую диету у рассматриваемых индивидов с отсутствием значительных изменений в период последних 5–10 лет жизни. Только в одном случае (погребение 10, женщина 20–25 лет) наблюдаются высокие в рамках обсуждаемой выборки значения азота и углерода для раннего возраста (бедренная кость), которые сочетаются с минимальными в период ближе к возрасту смерти (ребро). Впрочем, значения изотопов для ребра достаточно близки ко всей серии. Таким образом, женщина в раннем возрасте, видимо, могла проживать в ином регионе, нежели основная масса погребенных в кургане, но, судя по совместному захоронению и наличию прямого потомка (погребение 6, мальчик 5–6 лет), стала частью коллектива в результате патрилокального (или, возможно, билокального) брака.

Соотношение изотопов стронция измерено в зубной эмали 11 человек (старше 8–9 лет) и трех особей КРС<sup>6</sup>. Коридор полученных значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70794\text{--}0,70965$  – демонстрирует различие в третьем знаке, что довольно существенно для Зауралья. Иначе говоря, группа демонстрирует неоднородность, хотя вариативность не связана с полом и возрастом покойных. К тому же, крайние значения выходят за пределы рассчитанного фонового интервала (*Епимахов и др.*, 2023; *Chechushkov et al.*, 2023). В зону статистически высоких значений попала и женщина из погребения 10, связанная родством только с потомком, для которой зафиксирована «аномалия» по C/N. По четырем захоронениям зафиксировано, что пары в могилах имеют одинаковый Sr-изотопный сигнал. Значения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в эмали индивидов в погребении 14 укладываются в фоновый интервал, а в погребениях 2, 12 и 13 – выходят за его пределы в сторону менее радиогенных. Объяснение гетерогенности выборки может быть связано как со сложностями расчета фонового интервала конкретно для этого памятника, так и с разными микрорайонами проживания людей. Могильник находится на границе пониженных и повышенных значений биодоступного стронция, приуроченных к Тагило-Магнитогорской и Центрально-Уральской мегазонам.

<sup>5</sup> Измерения выполнены в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН.

<sup>6</sup> Работы выполнены в ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН.

Соответственно, фоновый интервал мог иметь более широкие, нежели расчетные, рамки. С другой стороны, люди с крайними значениями выборки действительно могли происходить из разных регионов, впрочем, не слишком отдаленных. Близкие обсуждаемым значения на интерполированной карте биодоступного стронция наблюдаются на расстоянии 25 км как к востоку, так и к западу от могильника. Тем не менее этот радиус мог объединять родственников, на что указывают данные генетики. Приведенный пример указывает на сложную историю формирования даже первичного социального объединения – семьи. Есть аргументы в пользу патрилокальности как нормы брачного поведения. Это расходится с интерпретацией материалов Неплюевского могильника (*Blöcher et al., 2023*) и требует дополнительной проверки. Вопрос о том, кто похоронен совместно в парных погребениях, на нашем примере решается в пользу прижизненных брачных отношений для взрослых индивидов благодаря наличию потомства. В случае с ранними возрастами ситуация сложнее. Пока в нашем распоряжении нет сведений о генетическом родстве индивидов в таких парах, т. е. варианты объяснения могут быть разными (социальное родство, символический брак и пр.).

Размещение в едином ритуальном пространстве кургана большой группы индивидов предполагает наличие причин, объединяющих их при жизни. В нашем примере, за немногими исключениями (погребения 2 и 5), во всех могилах обнаружены родственники (чаще всего в других погребениях), т. е. кровное родство было главным фактором захоронения в кургане, но явно не единственным. На это указывает возможное нелокальное происхождение некоторых из похороненных. Их число могло быть и большим, но сказываются ограничения метода и особенности локализации памятника, отразившиеся на значениях биодоступного стронция. Второй аргумент предполагаемой сложности состоит в том, что лишь для некоторых индивидов мы говорим о первой степени родства. Наконец, экстраординарное количество неодиночных захоронений намекает на катастрофический сценарий. Иначе трудно объяснить одновременное (или почти одновременное) наступление смерти двух и более человек. В свете отсутствия следов насильственной смерти приходится вспомнить о распространении эпидемических заболеваний уже в эпоху бронзы (*Rasmussen et al., 2015*). Исследование патогенов вовсе не обязательно даст положительный результат, т. к. не все летальные заболевания при быстром течении могут быть диагностированы по костным останкам. Не исключено, что парные погребения не только иллюстрируют одновременность смерти супругов, но также являются попыткой преодоления кризиса (эпидемии?) ритуальными средствами.

Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 25-28-20044 «Система питания населения Южного Зауралья в эпоху бронзы (мультидисциплинарное исследование)» (руководитель А. В. Епимахов).

ЛИТЕРАТУРА

- Васючков Е. О., Анкушева П. С., Киселева Д. В., Новиков И. К., Турчинская С. М., Епимахов А. В.*, 2024. Алакульский могильник: история формирования по результатам изотопного анализа // Российские нанотехнологии. Т 19 (5). С. 580–594. <https://doi.org/10.56304/S1992722324601903>.
- Епимахов А. В.*, 2023. Хронология алакульской культуры (новые материалы к дискуссии) // Краткие сообщения Института археологии. 270. С. 171–186. <https://doi.org/10.25681/iaras.0130-2620.270.171-186>.
- Епимахов А. В., Чечушков И. В., Киселева Д. В., Анкушев М. Н., Анкушева П. С.*, 2023. Картирование биодоступного  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Южном Зауралье // Литосфера. Т. 23 (6). С. 1079–1094. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-1079-1094>.
- Рафикова Я. В., Фёдоров В. К.*, 2017. Курганы Южного Зауралья. Кн. 1. Учалинский и Абзелиловский районы Республики Башкортостан. Уфа: Китап. 244 с.
- Blöcher J., Brami M., Feinaue I.S. et al.*, 2023. Descent, marriage, and residence practices of a 3,800-year-old pastoral community in Central Eurasia // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 120 (36). e2303574120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2303574120>.
- Chechushkov I., Epimakhov A., Ankushev M., Ankusheva P., Kiseleva D.*, 2023. Interpolated data on bioavailable strontium in the southern Trans-Urals. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7370066>.
- Narasimhan V.M., Patterson N., Moorjani P. et al.* 2019. The Formation of human population in South and Central Asia // Science. 365 (6457). P.7487. <https://doi.org/10.1126/science.aat7487>.
- Rasmussen S., Allentoft M.E., Nielsen R. et al.* 2015. Early Divergent Strains of *Yersinia pestis* in Eurasia 5,000 Years Ago // Cell. Vol. 163. Iss. 3. P. 571–582. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.10.009>.

**И. К. Решетова, В. И. Данилевская**

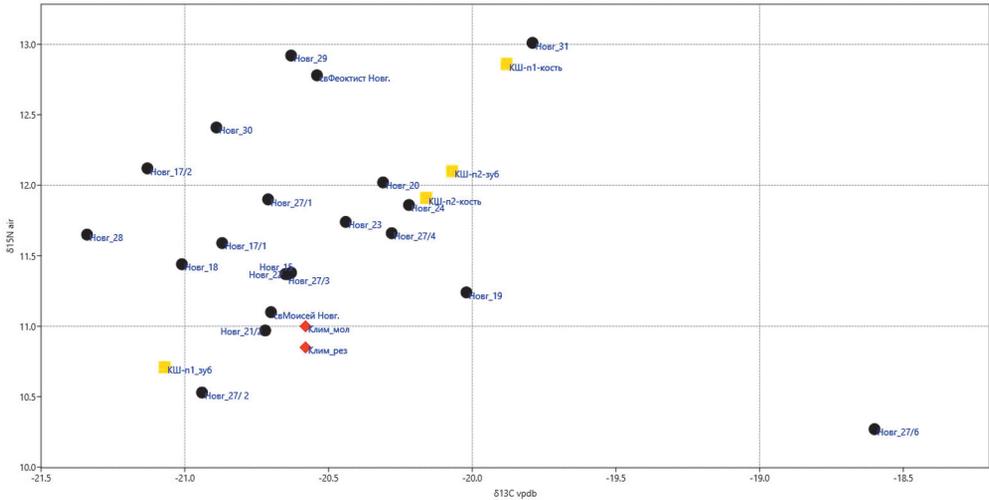
## «МОНАСТЫРСКАЯ ТРАПЕЗА»: РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЦИОНА И МОБИЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА ИНДИВИДОВ ИЗ МОНАШЕСКИХ ЗАХОРОНЕНИЙ. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

*Ключевые слова:* палеоантропология, монашество, реконструкция питания, стабильные изотопы, мобильность, Русский Север

**Н**ет сомнения, что пища и традиции, сформированные вокруг нее, занимают важное место в нашей жизни. Феномену питания посвящено немало работ, среди прочего обращающихся к древним материалам, историческим источникам, археологическому материалу. Современный исследовательский подход стремится к интеграции данных разных источников и обобщенному комплексному анализу. В этой связи исследование пищевых моделей, стратегий путем изучения изотопного состава костной и зубной ткани демонстрирует нам одну из граней исторической повседневности. На эти сведения можно взглянуть под разным углом: с точки зрения традиций питания и «пищевой корзины» в дополнение к историческим свидетельствам или рассмотреть некие социальные аспекты еды; исследовать индивидуальную мобильность, изменения, связанные с функционированием внутренних систем, и т. д. Рассмотрение такого культурно-исторического феномена, как православное монашество, идеально подходит в качестве объекта для проведения «изотопных реконструкций» на различных уровнях рассмотрения и обобщения.

Яркой ассоциацией с монашеским образом жизни представляются ограничения вида продуктов, количества принимаемой пищи, периодические голодания. Эта гипотеза о существовании пищевых ограничений и их влиянии на организм в некотором роде являясь клише, тем не менее позволяет наметить основные направления и границы применения метода для дальнейших исследований.

В сообщении мы затронем тему применения изотопных методов в реконструкции питания монашествующих. Изучены: парное погребение (кон. XVI – перв. пол. XVII в.) в алтаре церкви Рождества Пресвятой Богородицы Кандалакшского монастыря (*Шахнович, Решетова, 2024*), погребение предположительно кон. XV – перв. пол. XVI в. в церкви Захария и Елисаветы Клименецкого монастыря (*Решетова, Герман, в печати*), захоронения в белокаменном саркофаге домонгольского времени Георгиевского собора Свято-Юрьева монастыря в Великом Новгороде, а также захоронения, соотносимые с почитаемыми святителями Новгорода – св. Феофтистом и св. Моисеем XIV в. (*Решетова, 2022, 2024*). Хронологический



**Рис. 1.** Изотопные соотношения  $\delta^{13}\text{C}$ ,‰ и  $\delta^{15}\text{N}$ ,‰ в серии материалов Русского Севера: Новг – Великий Новгород, Клим – Клименецкий монастырь, КШ – Канделакаша

контекст погребенных в данном случае не рассматривался как основной, в задачи ставилось рассмотрение возможности выделения специфических черт в привычном рационе методами изотопного анализа.

Экстракция коллагена из костной и зубной ткани проводилась в лаборатории контекстуальной антропологии и центре коллективного пользования Института археологии РАН по принятой методике (*DeNiro, Epstein, 1981; Jørgkov et al., 2007*). Анализ коллагена проводился в центре коллективного пользования на базе Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. на масспектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS с элементным анализатором Thermo Flash 1112.

По материалам из Великого Новгорода для 21 индивида разного пола и возраста получены сведения по изотопным соотношениям  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  в коллагене костной и зубной ткани. В целом группа выглядит единообразно и располагается на графике единым массивом в пределах одного промилле как по соотношению углерода (-21‰ – -20‰), так и азота (10–11‰) (рис. 1). Эти значения характеризуют смешанный тип каждодневного рациона, который включал высокую долю белкового компонента. На этом фоне выделяются отдельные индивиды с отличными значениями изотопных сигналов. По материалам из некрополя Георгиевского собора удалось получить целую серию образцов. Разумеется, не все они принадлежат «монахам», но прекрасно иллюстрируют положение одного коллективного захоронения, достоверно соотношенного с погребальным комплексом монахов этой обители. Даже такая небольшая серия выявила несколько дискуссионных сюжетов.

Один из них связан с реконструкцией питания индивидов из монашеских захоронений. В некрополе погребались представители высоких светских социальных страт, также монашество и священство. Сравнение изотопных соотношений у взрослых представителей светской части общества и одного индивида (рис. 1: Новг\_27/2), погребенного по монашескому обряду, позволяет видеть своеобразие последнего (*Добровольская и др., 2020*). Резко отличные показатели как азота, так и углерода индивида 6 из погребения 27 (рис. 1: Новг\_27/6) могут свидетельствовать о том, что он являлся мигрантом с более южных территорий. Эту тему следует рассматривать в качестве перспективной.

Для материалов Клименецкого монастыря значения, полученные для образцов дентина, практически идентичны **-20,58‰** для углерода и **11‰** и **10,85‰** для азота (моляра и резца соответственно) и характеризуют смешанный тип привычного рациона, который включал высокую долю белкового компонента (рис. 1.). Напомним, что зубы по своей консервативности «запечатывают» в себе информацию, накапливаемую во время формирования. Таким образом, полученные значения отражают период детства.

Рацион индивидов из Кандалакшского монастыря представлен смешанным типом диеты с высоким содержанием белкового компонента (рис. 1). Но данные, полученные для образцов, значительно различаются – около одного промилле для соотношений азота и углерода. Рассмотрим индивидуальные значения соотношений изотопов азота и углерода для образца кости и дентина зуба. Для индивида 2 параметры практически идентичные, из чего можно заключить, что регион проживания и система питания человека в период раннего детства и в последнее десятилетие его жизни не претерпели существенных изменений.

Иначе выглядят изотопные соотношения для погребенного 1. Данные для кости и дентина зубов различаются на более 1 промилле по значениям углерода и более двух промилле по азоту. Если показатели по образцу кости, т.е. последнего десятилетия жизни, близки с данными индивида 2, то регион проживания в период детства этого человека был другим.

Соотнесем полученные результаты с данными по стабильным изотомам азота и углерода для других известных нам серий, приближенных по времени и контексту. Для индивидов из церкви Кандалакшского монастыря характерны показатели, сравнимые с сериями из В. Новгорода и Клименецкого монастыря на Онежском озере. Рацион представлен смешанной диетой с высоким содержанием белкового компонента. Отметим, что эти значения далеки от «лесной» пищевой модели, а также лесных ресурсов (*Добровольская и др., 2020*). Вероятно, белковый компонент отмечает использование в пищу сельскохозяйственных животных и ихтиофауну в качестве дополнительного источника белка. Отметим, что у индивида 1 показатели для периода детства близки значениям из материалов

В. Новгорода и, соответственно, можно предположить, что он был выходцем с этой территории.

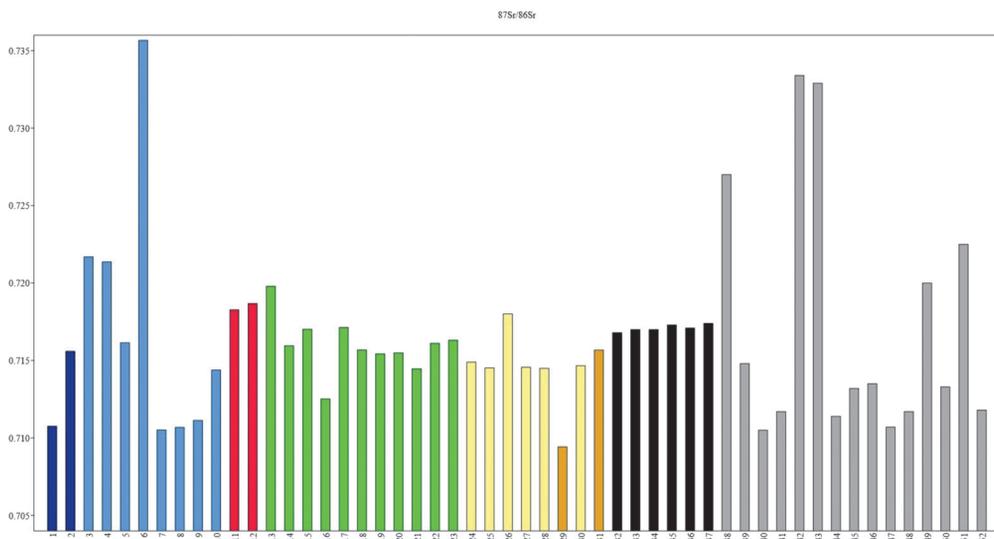
Первые результаты изотопного исследования аскетичной диеты пока что не позволяют отметить достоверные отличия от мирской. Но эти первые результаты выявили иные крайне интересные моменты, связанные с региональным тяготением к Новгородской земле. Мы видим, что у индивидов с отличающимися индивидуальными значениями для периодов детства и последнего десятилетия, проведенного, как правило, в более северных регионах (Карелия), значения «региона рождения» приближаются к новгородским. Вероятно, это обуславливается историческими реалиями. Приведем пример дополнительных исследований для индивида из погребения 1 Клименецкого монастыря.

Для уточнения региона рождения индивида проведено изотопное исследование соотношения стронция  $^{87/86}\text{Sr}$  в образцах эмали зубов. Величины соотношений изотопов стронция ( $^{87/86}\text{Sr}$ ) в тканях людей, животных, растений формируются под влиянием местных геохимических условий. На сопоставление местных – фоновых показателей соотношения изотопов стронция и показателей, характеризующих исследуемый объект, и основана методика, получившая столь широкое распространение в современной археологии (Добровольская, Решетова, 2018; Шишлина, 2018).

Как известно, зубы формируются в строго определенной последовательности, что позволяет надежно определять возраст у детей и подростков (Ubelaker, 1978; AlQahtani et al., 2010). Эмаль зуба – это бессосудистая и самая твердая ткань организма; она остается относительно неизменной в течение всей жизни человека. С точки зрения метода изотопного анализа эмаль «консервирует» то геохимическое окружение, во время которого формировалась эта структура – т. е. период детства и юности.

Были предоставлены два образца эмали: нижнего резца и клыка, таким образом охватив интервал раннего детства. Коронки этих зубов формируются начиная с 7,5 мес. и 4,5 мес. для резца и клыка соответственно до возраста 4–4,5 лет (AlQahtani et al., 2010). Учитывая прижизненную стертость коронки, можно говорить о соотношении изотопов для возрастного интервала 3,5–4,5 лет.

Аналитические работы выполнены в ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского (г. Санкт-Петербург). Для образцов из Клименецкого монастыря получены значения – **0,718**, различающиеся только на уровне четвертого знака. Эти значения были сопоставлены с имеющимися данными по соотношению изотопов стронция территорий В. Новгорода, Старой Ладogi, севера современной Тверской области, Вологодской области, территории Скандинавии для образцов костной и зубной ткани человека, фаунистических и растительных проб. Исследователи указывают на важность использования серий многочисленных анализов местной среды для конкретности заключений



**Рис. 2.** Гистограмма соотношений изотопов стронция образцов из Клименецкого монастыря (погр. 1) (красным цветом) и данных по сопредельным территориям. 1–2 – Великий Новгород (фоновые образцы); 3–10 – Великий Новгород (люди); 11–12 – Клименецкий монастырь (индивид из погр.1); 13–23 – север современной Тверской области (фоновые образцы); 24–28, 30 – Вологодская область (люди); 29, 31 – Вологодская область (фоновые образцы); 32–37 – Старая Ладога (фоновые образцы); 38–52 – Старая Ладога (люди)

по итогам анализа. Изученность искомого нами региона Поонежья, Карелии в этом ключе недостаточна. Кроме этого, следует указать и на еще одно ограничение – в данном случае использование целой коронки зуба, дающей некую усредненную картину накопления стронция в течение нескольких лет.

Итак, для каждого из регионов можно обозначить границы локальной изменчивости диапазоном показателей местной флоры и фауны (рис. 2). Как видно, границы локальной изменчивости для Новгорода обозначены достаточно широким коридором от 0,710761 до 0,715594 (Добровольская, Решетова, 2018). Для Приладожья 0,7168–0,7174 (Price et al., 2019), для самого севера современной Тверской области, граничащей с Новгородской, – 0,71252–0,719792 (Добровольская, Решетова, 2018), для севера Вологодской области – 0,709423–0,715678 (Добровольская и др., 2014).

Таким образом, мы можем очертить предполагаемые границы региона рождения индивида пограничьем современной Тверской и Новгородской областей.

В заключение отметим, что направление исследования изотопных соотношений и интерпретация данных совместно с историческим

и археологическим источником представляется крайне перспективным. А фокус на рассмотрении специфичной среды православного монашества – консервативной, аскетичной группы – очень актуальным.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ 24-28-01011 «Антропология аскезы: междисциплинарное исследование монашеских захоронений Русского Севера».

## ЛИТЕРАТУРА

- Добровольская М.В., Клещенко Е.А., Богомолов Е.С., Захаров С.Д.*, 2014. Опыт применения изотопных исследований в изучении погребальных кремаций // Краткие сообщения Института археологии. 236. С. 323–331.
- Добровольская М.В., Решетова И.К.*, 2018. О ландшафтном подходе в изучении мобильности населения прошлых эпох на основании данных об изотопном составе стронция // Краткие сообщения Института археологии. 252. С. 7–14.
- Добровольская М.В., Тиунов А.В., Крылович О.А., Кузьмичева Е.В., Решетова И.К., Савинецкий А.Б. и др.*, 2020. Изотопные маркеры экосистем и питания средневекового сельского населения в лесной зоне Европейской России // Российская археология. 3. С. 79–95.
- Решетова И.К.*, 2022. Антропологические исследования некрополя Георгиевского собора Юрьева монастыря в Великом Новгороде 2014–2019 гг. // Архитектурная археология. 4. С. 173–188.
- Решетова И.К.*, 2024. Перспективы антропологического исследования монашеских захоронений Русского Севера // Археология Севера: памятники, проблемы, гипотезы: сборник докладов общероссийской научной конференции, Соловки, 9–13 сентября 2024 г. / Соловецкий гос. Ист-арх. и природ. Музей-заповедник, ИИМК РАН. Соловки: Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник; Архангельск: Лоция. С. 201–208.
- Решетова И.К., Герман К.Э.* Археолого-антропологические исследования в 2022 году на территории Свято-Троицкого Клименецкого монастыря (Республика Карелия) // Народы и религии Евразии (в печати).
- Шишлина Н.И.*, 2018. Изотопный состав стронция в шерстяном текстиле эпохи бронзы из могильников Березовый рог (лесная зона Восточной Европы) и Черняки II (Южное Зауралье) // Геоархеология и археологическая минералогия. Материалы V Всероссийской молодежной научной школы. С. 41–47.
- Шахнович М.М., Решетова И.К.*, 2024. Погребение в церкви Кандалакшского монастыря: к вопросу о топографии статусных захоронений в храмах Русского Севера в позднем средневековье // Краткие сообщения Института археологии. 275. С. 450–467.
- DeNiro M.J., Epstein S.* Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals / M.J. DeNiro, S. Epstein // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. № 45. 1981. P. 341–351. <https://doi.org/10.31600/1817-6976-2020-30-200-206>.

- Jørkov M.L., Heinemeier J., Lynnerup N., 2007.* Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies // *Journal of Archaeological Sciences*. 34.
- Price, T.D., Moiseyev, V., Grigoreva, N., 2019.* Vikings in Russia: origins of the medieval inhabitants of Staraya Ladoga. *Archaeol Anthropol Sci* 11. P. 6093–6109. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00897-2>.
- Ubelaker D., 1978.* Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Smithsonian Institution. Chicago: Adline publishing company. 118 p.
- AlQahtani S.J., Hector M.P., Liversidge H.M., 2010.* Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption // *American Journal of Physical Anthropology* 142. P. 481–490.

А. М. Хубанова

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ОЦЕНКА ИХ СООТНОШЕНИЙ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОД-АЗОТНОГО ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ФАУНИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

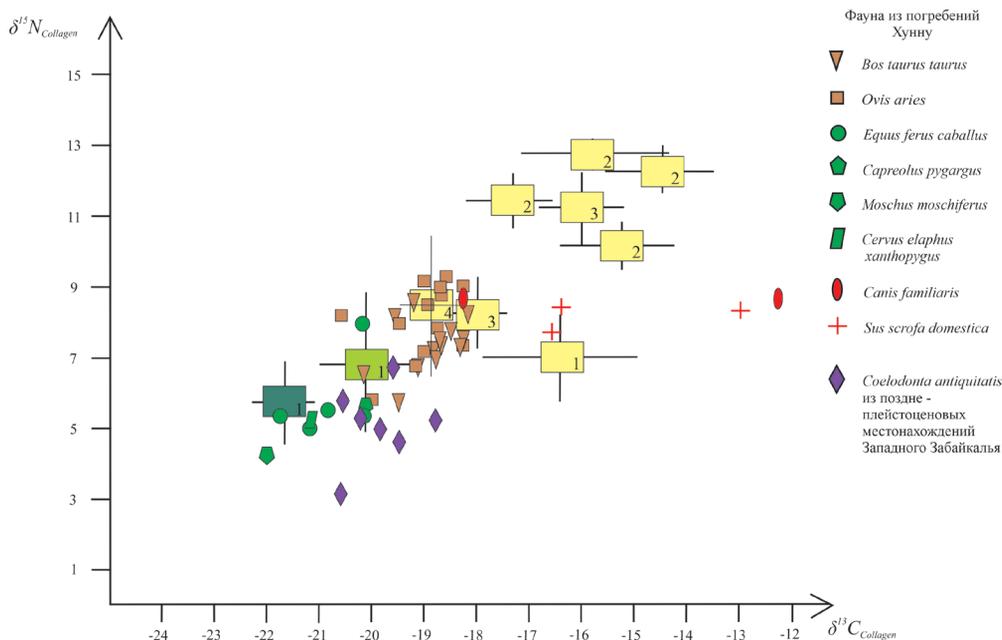
*Ключевые слова:* Западное Забайкалье, ландшафты, поздний плейстоцен, голоцен, травоядная фауна, изотопный состав углерода и азота

**М**онголо-Забайкальский регион Центральной Азии характеризуется широким разнообразием внутриконтинентальных экосистем – от пустынь через степи до тайги и горной тундры. В сообщении представлены данные о характеристике этих экосистем, основанные на изотопном составе углерода и азота в костных и зубных тканях современных травоядных животных Монголии и Забайкалья. Проведены реконструкции палеоэкосистем Западного Забайкалья в позднем плейстоцене и раннем субатлантическом периоде.

Самые высокие значения  $\delta^{13}\text{C}$  (от  $-18,8\%$  до  $-15,4\%$ ) наблюдаются у травоядных животных из полупустынь и пустынь (Гоби), что свидетельствует о потреблении ими растений с  $\text{C}_4$ -фотосинтезом (например, *Cleistogenes squarrosa*, *Eragrostis minor* и др.). Самые низкие значения  $\delta^{13}\text{C}$  (от  $-24,5\%$  до  $-22,2\%$ ) характерны для животных из лесостепей и лесов, где в рационе преобладают растения с  $\text{C}_3$ -фотосинтезом. Животные степей показывают промежуточные значения  $\delta^{13}\text{C}$  (от  $-22,9\%$  до  $-20,0\%$ ).

Разница в изотопном составе азота менее выражена, чем в случае углерода. Однако исследования показывают, что изотопный состав азота легче у лошадей, живущих в лесостепных и лесных районах (от  $3,6\%$  до  $7,1\%$ ), чем у тех, что обитают в полупустынях и пустынях (от  $5,5\%$  до  $8,3\%$ ). Высокие значения  $\delta^{15}\text{N}$  могут быть связаны с засушливыми условиями, дефицитом воды и пищи, а также с деградацией пастбищ (*Bocherens*, 2003; *Святко*, 2016). Таким образом, изотопный анализ костных и зубных тканей современных травоядных, имеющих различную среду обитания, показал четкую ландшафтную зависимость их изотопного состава углерода, отражающую типы растительной пищи в различных экосистемах, но менее выраженную зависимость по изотопам азота (*Khubanova et al.*, 2023).

В позднплейстоценовых разрезах Забайкалья среди остатков захороненной мегафауны количественно преобладают находки костей шерстистого носорога, лошади, горного барана, избирательно на археологических стоянках – дзерена, а костные останки мамонтов встречаются редко. Подобная особенность, вероятно, обусловлена эколого-ландшафтными



**Рис. 1.** Изотопный состав углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) и азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) костного и зубного материала современных животных Монголии и Западного Забайкалья, ископаемых животных из археологических комплексов эпохи хунну (II в. до н. э. – I в. н. э.) и позднеплейстоценовых местонахождений Западного Забайкалья. Современная травоядная фауна (прямоугольник с планками в одно стандартное отклонение): бледно-желтый цвет – фауна пустынь/полупустынь, светло-зеленый – фауна степных ландшафтов, темно-зеленый – фауна лесостепных/лесных ландшафтов. Цифры – литературные источники: 1 – *Khubanova et al., 2023*; 2 – *Davie et al., 2014*; 3 – *Makarewicz, Tuross, 2006*; 4 – *Ananyevskaya et al., 2020*

и климатическими условиями Забайкалья в позднем плейстоцене, которые отличались от остальной части Сибири и, возможно, были более благоприятны для существования этих животных. В частности, об этом свидетельствуют относительно более крупные размеры костей конечностей шерстистых носорогов *Coelodonta antiquitatis* Забайкалья.

Согласно изотопному составу углерода (от -20,6‰ до -19,5‰) (рис. 1) предполагается, что в пределах впадин Западного Забайкалья шерстистые носороги питались растительностью с СЗ типом фотосинтеза настоящей степи. При этом, возможно, относительно облегченный изотопный состав азота  $\delta^{15}\text{N}$  (от 3,1‰ до 6,8‰) для шерстистых носорогов обусловлены тем, что они не испытывали дефицита пищи и воды. Вероятно, их выпас находился в низинных частях межгорных впадин, где имелся пресноводный водоем с достаточным количеством кормовых запасов на прилегающих открытых склонах со степной растительностью.

Исследован видовой состав и изотопные характеристики костных и зубных тканей из зооархеологических коллекций из памятников хунну (ранний железный век) Западного Забайкалья. Наличие костей мелкорогатого (*Ovis/Capra*), крупнорогатого скота (*Bos taurus*) и лошадей (*Equus caballus*) среди сакрально-погребальной утвари указывает на высокую долю кочевничества в жизнедеятельности хунну. При этом остатки домашних свиней (*Sus scrofa domestica*), диких (*Capreolus pygargus*, *Cervus elaphus*) животных и рыб свидетельствует об элементах оседлости, охотничьего промысла и рыболовства. Различия изотопного состава углерода и азота костей и зубов мелкорогатого и крупнорогатого скота от состава лошадей предполагают дифференциацию условий их разведения. Рогатый скот имел выпас в сухостепных условиях, тогда как ареал пастбищ лошадей охватывал степные и лесостепные/лесные ландшафты.

Утяжеленный изотопный состав углерода наблюдается у представителей эпохи хунну (*Kradin et al.*, 2021), домашних свиней (от -16,5‰ до -13,0‰) и собак (*Canis familiaris*) (-12,8‰ и -18,3‰), что указывает на то, что в рацион их питания, помимо белковой пищи, входили растения С4-типа, вероятно, просо.

На основе сопоставления значений изотопных отношений углерода и азота костей и зубов ископаемых копытных животных (от -22‰ до -18‰) и современных травоядных животных различных экосистем сделан вывод, что в эпоху хунну в межгорных впадинах южной части Западного Забайкалья господствовали сухие степи, а открытые ландшафты имели несколько большее распространение, чем в настоящее время (рис. 1). Памятники эпохи хунну Западного Забайкалья (IV в. до н. э. – I в. н. э.) принадлежат к эпохе упадка хуннской кочевой империи и соотносятся со временем климатического сдвига в Северной Монголии и Забайкалье в сторону аридности, которое имело место в начале субатлантического периода 2500–1900 лет назад (*Dugerdil et al.*, 2021; *Zhang et al.*, 2021).

Особую признательность автор выражает коллегам археологам и музейным хранителям из ИМБТ СО РАН и БНЦ СО РАН, предоставившим палеонтологические, зооархеологические и антропологические материалы: Б. А. Базарову, Д. А. Миягашеву и А. Е. Мурзинцевой. Исследование выполнено в рамках госзадания ИФЗ РАН и при финансовой поддержке и гранта РФФИ № 23-28-01348.

## ЛИТЕРАТУРА

*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. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055>.

- Ananyevskaya E., Akhatov G., Loman V., Dmitriev E., Ermolayeva A., Evdokimov A. et al.*, 2020. The effect of animal herding practices on the diversity of human stable isotope values in north central Asia // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 34. P.102615. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102615>.
- Bocherens H.*, 2003. Isotopic biogeochemistry and the palaeoecology of the mammoth steppe fauna // In: Reumer, J. W. F., De Vos J., Mol D. (eds) *Advances in mammoth research (Proceedings of the Second Mammoth International Conference, Rotterdam, May 16–20 1999)*. DEINSEA. 9. P. 57–76.
- Davie H. Murdoch J. D., Lini A., Ankhbayar L., Batdorj S.*, 2014. Carbon and nitrogen stable isotope values for plants and mammals in a semi-desert region of Mongolia // *Mongolian Journal of Biological Sciences*. 12 (1–2). P. 33–43.
- Dugerdil L., Joannin S., Peyron O., Jouffroy-Bapicot I., Vannièrre B., Boldgiv B. et al.*, 2021. Climate reconstructions based on GDGT and pollen surface datasets from Mongolia and Baikal area: calibrations and applicability to extremely cold–dry environments over the Late Holocene // *Climate of the Past*. 17. P. 1199–1226. <https://doi.org/10.5194/cp-17-1199-2021>.
- Kradin N. N., Khubanov A. M., Bazarov B. A., Miyagashev D. A., Khubanov V. B., Konovalov P. B. et al.*, 2021. Iron age societies of Western Transbaikalia: Reconstruction of diet and lifeways // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 38. P. 102973. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102973>.
- Khubanova A. M., Khubanov 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. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2023-2720>.
- Makarewicz C., Tuross N.*, 2006. Foddering by Mongolian pastoralists is recorded in the stable carbon (d13C) and nitrogen (d15N) isotopes of caprine dentinal collagen // *Journal of Archaeological Science*. 33 (6). P. 862–870: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.016>.
- Zhang C., Zhao C., Zhou A., Zhang H., Liu W., Feng X., Sun X., Yan T., Leng C., Shen J., Chen F.*, 2021. Quantification of temperature and precipitation changes in northern China during the «5000-year» Chinese history // *Quaternary Science Reviews*. Vol. 255. 106819. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.106819>.

Научное издание

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

Материалы VII заседания  
22–23 апреля 2025 г.

Дизайн и верстка: В. Б. Степанов

Формат 70×100 1/16.  
Усл. печ. л. 5,2. Уч.-изд. л. 4,7

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

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»

Электронное издание  
Подписано в печать 11.04.2025 г

ISBN 978-5-94375-466-1



9 785943 754661