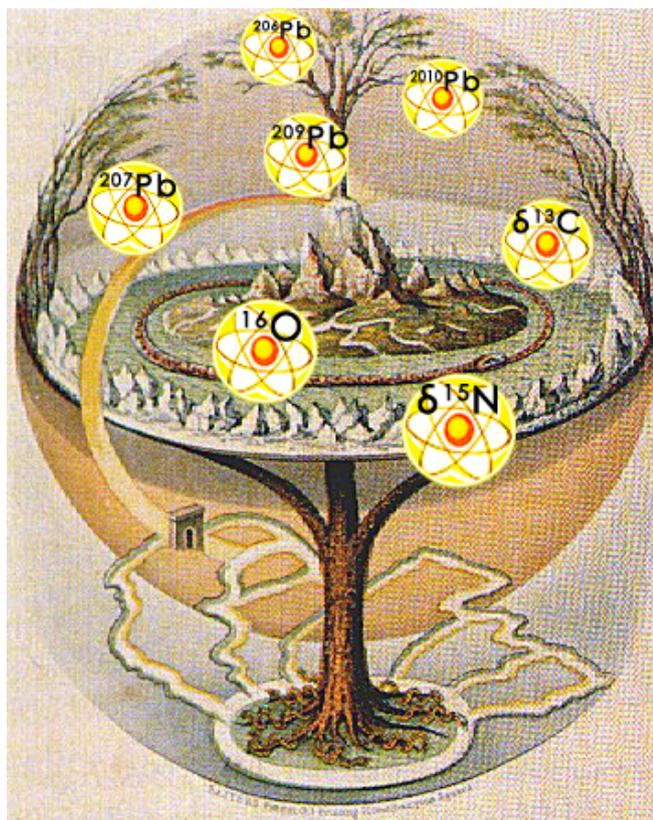


Российская академия наук
Институт археологии
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова

БЮЛЛЕТЕНЬ

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



Материалы VI заседания
16-17 апреля 2024 г

МОСКВА

УДК 621.039.86
ББК 24.13:63.4

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

Ответственный редактор
д.и.н. *М.В. Добровольская*

Рецензенты:
д.и.н. *Д.С. Коробов*
к.и.н. *И.К. Решетова*

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

Бюллетень всероссийского семинара стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VI заседания. – М.: ИА РАН, – 2024. 84 с.: ил.

ISBN 978-5-902633-13-6

Электронное издание. В бюллетень включены материалы докладов, представленных на VI заседании семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика» состоявшемся в Институте археологии РАН 16–17 апреля 2024 г. 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.

Издание подготовлено в рамках выполнения плановой темы **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОБРАЗА ЖИЗНИ ДРЕВНИХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ СОЦИУМОВ № АААА–А19–119011890114–2**

УДК 621.039.86

ББК 24.13:63.4

ISBN 978-5-902633-13-6

DOI: 10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт археологии Российской академии наук, 2024
© Авторы статей, 2024

ПРОГРАММА

16 апреля

10.00 – 10.10. Открытие VI-ого заседания Семинара

10.10. Секция Методы изучения изотопного состава археологических объектов и материалов.

10.10 – 10.40. Особенности пробоподготовки образцов бронзовых артефактов из памятников Северо-Западного Крыма для определения источников медного сырья методом Pb-Pb сигнатур. *Ирина Михайловна Васильева, Марианна Алексеевна Кулькова, Юлия Витальевна Кожуховская.* Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург; Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург.

10.40 – 11.10. Апробация метода изотопного анализа кислорода зубной эмали для реконструкции сезонности рождения овец и коз. *Ксения Александровна Бабина, Светлана Владимировна Шнайдер, А.В. Юмина, Екатерина Васильевна Пархомчук.* ZooSCAn, CNRS – ИАЭТ СО РАН Международная исследовательская лаборатория, IRL 2013, Новосибирск; Лаборатория изотопных исследований "AIsotopes", Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск; Новосибирский государственный университет, Новосибирск.

11.10. – 11.40. Картирование изотопных отношений $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ биодоступного стронция на территориях Уральского региона, Причерноморья и Кавказа. *Дарья Владимировна Киселева, Евгений Сергеевич Шагалов, Татьяна Геннадиевна Окунева, Наталья Геннадиевна Солошенко, А.Д. Рыбакова, Елизавета Алексеевна Панкрушина, Анастасия Дмитриевна Рянская, Виктория Сергеевна Игошева, Анастасия Константиновна Фокина, В.П. Федорова.* Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург; Уральский государственный горный университет, Екатеринбург; Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург.

11.40 – 12.10. Кофе-брейк (15 мин)

12.10. – 12.25. Исследования изотопного состава свинцовых образцов из археологических памятников (на примере материала из крепости Узундара, Узбекистан). *Ирина Анатольевна Сапрыкина, Андрей Владимирович Чугаев.* Институт археологии РАН, Москва; Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва.

12.25 – 12.55. Химический и изотопный состав свинца самородной меди Урала. *Евгений Сергеевич Шагалов, Наталия Геннадьевна Солошенко, Татьяна Геннадьевна Окунева.* Институт геологии и геохимии им. Ак. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург.

12.55 – 13.25. Обсуждение

13.25 – 14.10. Обед (45 мин)

14.10. Секция Мобильность людей, животных, изделий и материалов в первобытных социумах

14.10 – 14.40. Изотопный состав азота и углерода коллагена костей и зубов *Sus scrofa* памятников неолита 6-3 тыс. до н.э. (Днепро-Двинское междуречье и Нижнее Подонье): реконструкция пищевых рационов и экосистем. *Екатерина Владимировна Долбунова, Мария Всеволодовна Добровольская, Андрей Николаевич Мазуркевич, Виктория Игоревна Данилевская, Даниил Игоревич Коробушкин, Михаил Валерьевич Саблин, Карина Юрьевна*

Ильцевич. Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург; Институт археологии РАН, Москва; Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва.

14.40 – 15.10. Алакульский могильник: вариативность диеты или мобильность (по результатам изотопного анализа). *Егор Олегович Васючков, Андрей Владимирович Епимахов, Дарья Владимировна Киселева, Игорь Константинович Новиков.* Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск.

15.10 - 15.40. “Свои и чужие” обитатели в археологическом микрорайоне Степное (бронзовый век Южного Зауралья). *Андрей Владимирович Епимахов, Полина Сергеевна Анкушева, Наталья Сергеевна Батанина, Дарья Владимировна Киселева, Елена Владиславовна Куприянова.* Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск.

15.40 – 15.55. Кофе-брейк (15 мин)

15.55 – 16.25. Путешествие руна, ткани или людей в костюмах (изотопный анализ алакульского текстиля бронзового века Южного Зауралья). *Полина Сергеевна Анкушева, Дарья Владимировна Киселева, Елена Владиславовна Куприянова, Игорь Константинович Новиков, Игорь Владимирович Чечушков, Андрей Владимирович Епимахов.* Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск; Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск.

16.25 – 16.55. Охры из захоронений бронзового века Приднестровья: особенности состава и его вариации во времени. *Алексей Олегович Хотылев, Ульяна Александровна Шевченко.* МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва.

16.55 – 17.30. Обсуждение.

17 апреля

10.00 Секция Изотопные аспекты исследований кочевого мира раннего железного века

10.00 – 10.30. Особенности питания и хозяйства населения лесостепного Подонья по материалам Филатовского курганного могильника: от эпохи бронзы к предскифскому времени. *Сергей Алексеевич Нелюбов, Андрей Сергеевич Желудков, Александр Сергеевич Гепалов.* Институт археологии РАН, Москва; Липецкая региональная научная общественная организация «Археологические исследования», Липецк; Липецкий областной краеведческий музей, Липецк.

10.30 – 11.00. Предварительные данные о вариациях изотопного состава углерода, азота и стронция в костной ткани и эмали зубов людей и лошадей из могильника скифской эпохи Новозаведенное III (Ставропольский край). *Мария Всеволодовна Добровольская, Анатолий Робертович Канторович, Владимир Евгеньевич Маслов, Наталья Николаевна Спасская, Наталья Яковлевна Березина, Виктория Игоревна Данилевская.* Институт археологии РАН, Москва; МГУ имени М.В. Ломоносова, исторический факультет, Москва; МГУ имени М.В. Ломоносова, Зоологический музей, Москва; МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, Москва.

11.00. – 11.30. Особенности палеодиеты скифского населения лесостепного Алтая по материалам изотопного исследования. *Дмитрий Валентинович Папин, Светлана Владимировна Святко, Ярослав Владимирович Фролов.* Алтайский государственный университет, Барнаул; Институт Археологии и Этнографии СО РАН, Новосибирск; 14ХРОНО Центр по изучению климата, окружающей среды и хронологии, Королевский университет Белфаста, Северная Ирландия, Великобритания.

11.30 – 12.00. Мульти-изотопный анализ кочевых групп РЖВ Алтая. *Светлана Владимировна Святко, Дмитрий Валентинович Папин, Николай Николаевич Серегин, Паула Дж. Реймер.* 14ХРОНО Центр по изучению климата, окружающей среды и хронологии, Королевский университет Белфаста, Северная Ирландия, Великобритания; Алтайский государственный университет, Барнаул; Институт Археологии и Этнографии СО РАН, Новосибирск.

12.00. – 12.30. Ели ли сарматы рыбу? *Наталья Геннадиевна Свиркина, Евгений Владимирович Перерва, Георгий Викторович Алямкин, Сергей Михайлович Слепченко.* Институт археологии РАН, Москва; Волгоградский государственный университет, Волгоград; Институт проблем освоения Севера, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

12.30 – 13.00. Обсуждение

13.00 – 14.00. – Обед (50 мин)

14.00. Секция Технологии и традиции: результаты исследований с привлечением изотопного анализа.

14.00 – 14.30. Проблема происхождения восточноевропейских выемчатых эмалей римского времени: изотопный состав стронция. *Ольга Сергеевна Румянцева.* Институт археологии РАН, Москва.

14.30 – 15.00. Исследования изотопного состава легкоплавких образцов из средневековых памятников Северо-Восточной Руси. *Стефан Уильям Меркел, Ирина Евгеньевна Зайцева, Андрей Владимирович Чугаев.* Vrije Universiteit, Амстердам, Нидерланды; Институт

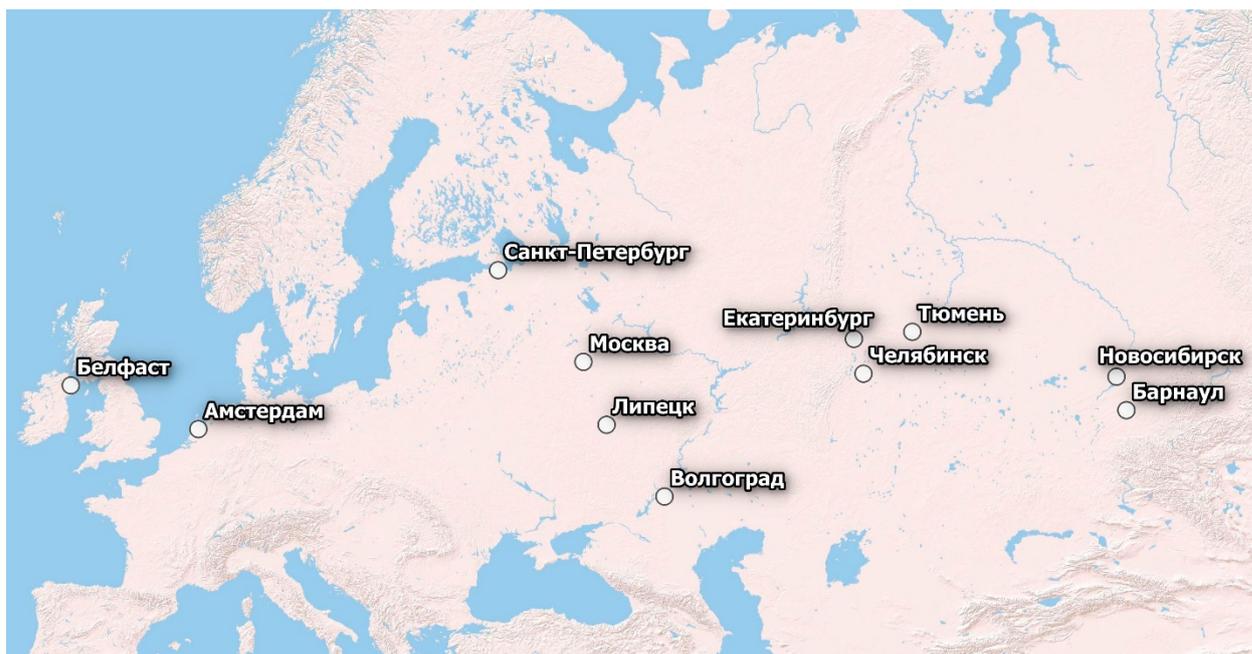
археологии РАН, Москва; Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва.

15.00 - 15.30. Вариации изотопов стронция в хлопковом текстиле эпохи средневековья: пробоподготовка и интерпретация результатов. *Наталья Геннадиевна Солошенко, Наталья Ивановна Шишлина, Надежда Викторовна Леонова, Дарья Владимировна Киселева.* Институт геологии и геохимии им. Ак. А.Н. Заварицкого УО РАН, Екатеринбург; Государственный исторический музей, Москва.

15.30 – 16.00. Изотопный состав средневековых ногайцев Нижнего Подонья: проху о системе питания кочевников Восточной Европы. *Наталья Ивановна Шишлина, Ольга Витальевна Кузнецова, Антон Александрович Строчков.* Институт геологии и геохимии им. Ак. А.Н. Заварицкого. УО РАН, Екатеринбург; Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва; Институт археологии РАН, Москва.

16.00 – 16.30. Результаты изотопного и липидного анализов содержимого сосудов с постобжиговой обработкой жиром (по данным эксперимента). *Анна Николаевна Бабенко, Ольга Анатольевна Лопатина, Михаил Владимирович Шаилов.* Институт археологии РАН, Москва; Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск.

16.30 – 17.00. Обсуждение.



Оргкомитет семинара: Мария Всеволодовна Добровольская, Ирина Анатольевна Сапрыкина

П.С. Анкушева, Д.В. Киселева, Е.В. Куприянова,

И.К. Новиков, И.В. Чечушков, А.В. Епимахов

ПУТЕШЕСТВИЕ РУНА, ТКАНИ ИЛИ ЛЮДЕЙ В КОСТЮМАХ (Sr-
ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ АЛАКУЛЬСКОГО ТЕКСТИЛЯ БРОНЗОВОГО
ВЕКА ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ)

Ключевые слова: текстиль, бронзовый век, изотопы стронция, Южное Зауралье, алакульская культура, мобильность

Археологический текстиль, наряду с костью и эмалью, занимает прочное место в источниковом ряду объектов, исследуемых при помощи Sr-изотопных методов (*Frei et al., 2009; Шишлина и др., 2018; Kiseleva et al., 2021*). Последние помогают определить локальный или импортный характер происхождения изделия или сырья для него, а также очертить возможные регионы их происхождения. С появлением фоновых карт биодоступного стронция для территории Южного Зауралья (*Епимахов и др., 2023*) появилась возможность углубить наше понимание обменных связей в истории текстильных технологий в этом регионе. Одна из древнейших ее страниц связана с алакульской культурой позднего бронзового века. С алакульскими сообществами связывается широкое распространение шерстяных тканей в Южном Зауралье, Западной Сибири и на территории современного Казахстана. Данная работа посвящена определению местного/неместного происхождения шерстяного волокна алакульского текстиля из памятников Южного Зауралья и выдвижению гипотез о механизмах его обмена.

Выборка составила 12 текстильных экземпляров из трех могильников Южного Зауралья: Степное VII, Агаповка II, Алакульский (*Куприянова, 2017; Сальников, 1967; Шилов, Богатенкова, 2008*). С точки зрения геологического строения региона памятники относятся к Восточно-Уральской, Тагило-Магнитогорской мегазонам Урала и Западно-Сибирской платформе соответственно. Изделия представлены тканями полотняного переплетения и

нитьями от них, шнурами и нитьями из фаянса или бронзовых бусин, тесьмой (Анкушева и др., 2020). Хронологическая позиция комплексов установлена при помощи радиоуглеродного датирования и тяготеет к нижней границе интервала алакульских древностей - XIX-XVIII вв. до н.э. (Епимахов и др., 2021. С. 16; Shishlina et al., 2020. С. 675). Подготовку и измерение отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ проводили в Институте геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург (Kiseleva et al., 2021).

Диапазон полученных значений составил 0,70898–0,71052 и превысил максимально допустимую для образцов из одной локации разницу $n \leq 0,001$ (Епимахов и др., 2023). Это позволяет предположить, что ареал выпаса животных, чья шерсть была использована для создания изделий, связан с различными регионами. Для каждого из могильников был рассчитан интервал, определяющий микрорегиональные значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и указывающий на местное или импортное происхождение изделий. В случаях с окрестностями памятников Степное VII и Агаповка II его основной стали данные интерполированных карт биодоступного стронция (Chechushkov et al., 2023), могильника Алакульский – значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в костях домашних копытных и единичные прямые измерения по раковинам моллюсков (Шшилина и др., 2018).

Сравнение с локальными значениями позволило установить, что 5 из 12 исследованных экземпляров текстиля выходят за их пределы. Речь идет, прежде всего, об образцах из могильников Степное VII и Алакульский, которые укладываются в более радиогенный, по сравнению с фоном, интервал 0,71000–0,71050. В случае с текстилем из могильника Агаповка II это превышение составляет всего лишь 0,0002. Тенденция к повышенным значениям $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ характерна для территории Восточно-Уральской мегазоны, среднее для которой составляет $0,7096 \pm 0,002$. Это связано с локализацией здесь раннекаменноугольных и раннепермских гранитных массивов, таких как Джабыкский, Великопетровский, Варшавский, Неплюевский, Суундукский. Теоретически ареал выпаса шерстяных овец может быть связан с этими

территориями. Еще более высокие значения наблюдаются в Центрально-Уральской мегазоне (среднее – 0,7106).

Тем не менее, в выборке отсутствуют значения, экстремально выпадающие из широкого регионального диапазона Южного Зауралья в целом. Это обстоятельство, как и типологические особенности сопутствующих текстилю артефактов, говорит о возможности обменных процессов в рамках собственно алакульской ойкумены, связанных с продуктами различных стадий текстильного производства. Во-первых, в пользу импорта непосредственно животных говорит наличие «выбросов» в выборке эмали животных Алакульского могильника со значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, близкими к текстильным из этого памятника. Во-вторых, возможен обмен первичными текстильными изделиями (тканями, тесьмой, пряжей), поскольку вариативность изотопного состава $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отдельных элементов одного костюма в могильнике Степное VII слишком высока для одного региона происхождения. В-третьих, могло иметь место перемещение самих владельцев/владельцев костюма как во внутрикультурном пространстве, так и длительное бытование вещей, и передача их по наследству. На этот вариант мобильности указывает присутствие в могильнике Алакульский неместных индивидов со сходным с текстилем Sr-изотопным сигналом, а также хронологическая разница между изделием и погребенным в могильнике Степное VII. Для подтверждения намеченных гипотез требуется как расширение выборки текстильных образцов для исследования изотопного состава стронция, так и более детальное проникновение в технологические характеристики шерстяного волокна и этапы его обработки.

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект №20-18-00402П.

ЛИТЕРАТУРА

Анкушева П. С., Орфинская О. В., Корякова Л. Н., Куприянова Е. В., Казизов Е. С., Логвин А. В., Новиков И. К., Шевнина И. В. 2020. Текстильная

- культура позднего бронзового века Урало-Казахстанского региона // Уральский исторический вестник. № 2 (67). С. 16–25.
- Епимахов А. В., Куприянова Е. В., Хоммель П., Хэнкс Б. К.* 2021. От представлений о линейной эволюции к мозаике культурных традиций (бронзовый век Урала в свете больших серий радиоуглеродных дат) // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции: материалы I Междунар. междисциплинар. конф. / отв. ред. Е. В. Куприянова. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та. С. 7–29.
- 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.
- Куприянова Е.В.* 2017. Новые материалы раскопок могильника Степное VII (2016 г.) в системе петровско-алакульских древностей Южного Зауралья // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. 13. Оренбург: Издательский центр ОГАУ. С.90-103.
- Сальников К. В.* 1967. Очерки древней истории Южного Урала. М.: Наука, 408 с.
- Шилов С. Н., Богатенкова А. А.* 2008. Погребения с женскими украшениями Алакульского могильника бронзового века // Куприянова Е. В. Тень женщины: Женский костюм эпохи бронзы как "текст": (по материалам некрополей Южного Зауралья и Казахстана). Челябинск: Авто Граф, С. 217–235.
- Шишлина Н. И., Киселева Д. В., Медведева П. С., Леонова Н. В., Орфинская О. В., Зайцева М. В., Солошенко Н. Г., Азаров Е. С.* 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. Т. 5. С. 41–47.
- Chechushkov I., Epimakhov A., Ankushev M., Ankusheva P., Kiseleva D.* 2023. Interpolated data on bioavailable strontium in the southern Trans-Urals. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.7370066

Frei K. M., Frei R., Mannering U. et al. 2009. Provenance of ancient textiles - a pilot study evaluating the strontium isotope system in wool // *Archaeometry*. Vol. 51 (2). Pp. 252–276.

Kiseleva D.V., Chervyakovskaya M.V., Shishlina N.I., Shagalov E.S. 2021. Strontium Isotope Analysis of Modern Raw Wool Materials and Archaeological Textiles // *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Proceedings of 6th Geoarchaeological Conference, Miass, Russia, 16–19 September 2019* / Yuminov A., Ankusheva N., Ankushev M., Zaykov, E., Artemyev D. (eds.). Springer International Publishing, Basel, P. 27–32.

Shishlina N. I., Orfinskaya O. V., Hommel P., Zazovskaya E. P., Ankusheva P. S., van der Plicht J. 2020. Bronze Age wool textile of the Northern Eurasia: new radiocarbon data // *Nanotechnologies in Russia*. Vol. 15. № 9–10. P. 629–638.

К.А. Бабина, С.В. Шнайдер, А.В. Юмина, Е.В. Пархомчук

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА
КИСЛОРОДА ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЗОННОСТИ
РОЖДЕНИЯ ОВЕЦ И КОЗ

Ключевые слова: изотопный анализ кислорода, стратегии скотоводства, сезонность рождения мрс, гидроксипатит, зубная эмаль.

Определение сезонности рождения мелкого рогатого скота дает возможность воссоздать использовавшиеся стратегии скотоводства. Данное направление исследований актуально для выяснения хронологии ранних этапов скотоводства, окат мелкого рогатого скота дважды в год является одним из самых достоверных признаков контроля человека над стадом (Hermes et al., 2022, p. 792).

Изотопный анализ кислорода в образцах зубной эмали, отобранной последовательно вдоль линии роста коренных зубов, с учетом времени прорезывания зубов и полного созревания эмали позволяет реконструировать сезонность рождения мелкого рогатого скота (Balasse et al., 2012, p. 349). При наличии сезонности климата в изучаемой местности наблюдаются циклические вариации $\delta^{18}\text{O}$ вдоль линии роста зуба: максимумы кривых соответствуют летнему периоду, минимумы – зимнему. Циклические вариации $\delta^{18}\text{O}$ вдоль линии роста моляров М2 и М3 из нижней челюсти, формирующихся в первый и второй годы жизни животного, соответственно, с учетом времени прорезывания зубов и полного созревания эмали позволяют реконструировать сезонность рождения животных (Balasse et al., 2012).

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, p. 100). Во всех немногочисленных исследованиях с применением изотопного анализа последовательно отобранных проб зубной эмали мелкого рогатого скота анализируются

карбонаты, составляющих всего 4 % гидроксиапатита по массе. Для получения надежных результатов по $\delta^{18}\text{O}$ в зубной эмали образцов разного возраста и сохранности наибольший интерес привлекает анализ соотношений изотопов кислорода в фосфатах, поскольку: 1) эмаль почти на 90 % состоит из фосфатов; 2) кислород в фосфатных группах более устойчив к процессам диагенеза в сравнении с кислородом в карбонатах.

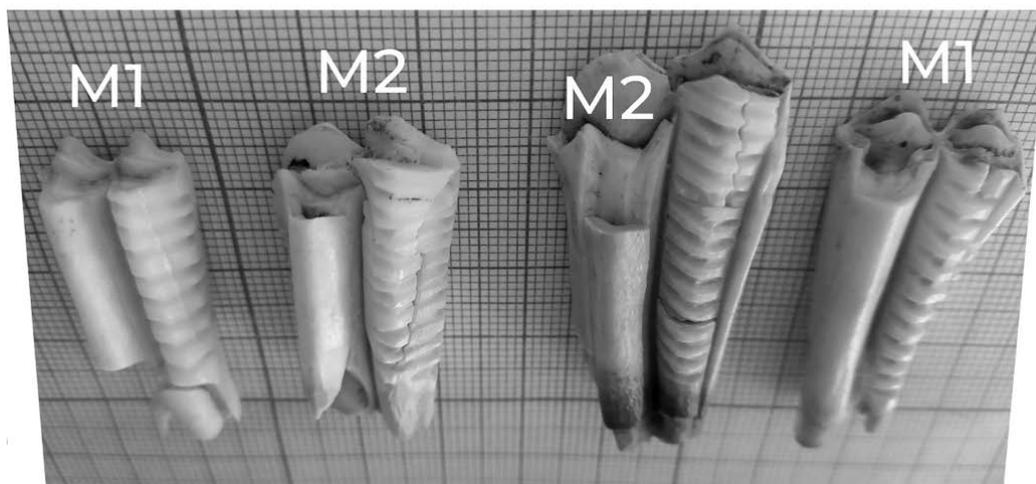
В нашей работе в качестве экспериментальных зубов привлечено 5 зубов *ovis* с территории Восточного Памира (2 современных, 3 из материалов Истыкской пещеры); 4 зуба современных *ovis*, отобранных в поселке Шак-Шак близ города Айдаркен (Южный Кыргызстан).

Для пробоподготовки современных зубов и зуба из верхней части первого слоя новых раскопок Истыкской пещеры (датировка – 1920–1520 кал. л.н., GV–02963) использовался **протокол А** (зачистка и напил образца), поскольку загрязнение образцов было минимальным вследствие отсутствия, либо малого времени залегания в почве. Для археологических образцов, которые происходят из нижних слоев раскопок Истыкской пещеры В.А. Жукова (10–14 тыс. л.н.) (Шнайдер и др., 2021). использовались **протоколы В** (обработка H_2O_2), **С** (обработка NaOCl и CH_3COOH), **Д** (выделение Ag_3PO_4) для сравнения их эффективности с целью определения сезонности рождения животных.

Для образцов эмали моляров М1 и М2 из нижней челюсти современных домашних *ovis*, живших окрестностях поселка Шак-Шак, наблюдаются циклические зависимости вида $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ – расстояние от шейки зуба. Величины $\delta^{18}\text{O}$ в зубной эмали исследуемых зубов лежат в диапазоне от –19,5 до –10,5 ‰ (рис. 1).

Особь 1

Особь 2



Особь 1

Особь 2

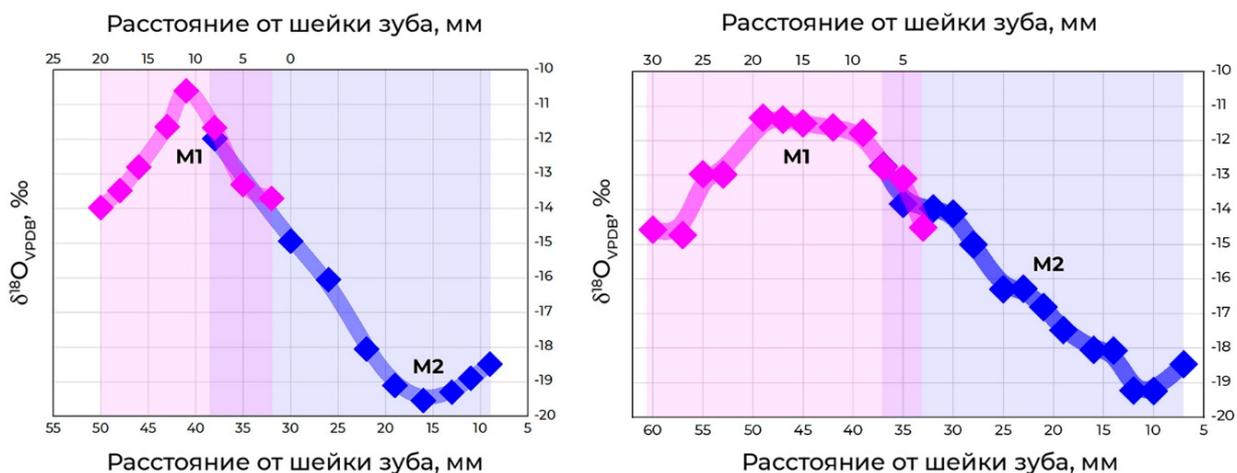


Рис. 1. Фотографии и зависимости $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ в эмали моляров M1, M2 особей 1 и 2 (поселок Шак-Шак) от расстояния от шейки зуба.

Участки эмали с максимальными и минимальными значениями $\delta^{18}\text{O}$ находятся в середине моляров M1 и ближе к шейкам моляров M2, соответственно. Для определения сезонности рождения Ovicaprines по изотопному составу кислорода в эмали традиционно используют моляр M2, формирующийся в первый год жизни животных. У *Ovis aries* моляр M2 начинает закладываться на втором месяце жизни, однако процесс созревания эмали длится около 4 месяцев (Zazzo et al. 2010), поэтому для определения сезона рождения по циклическим вариациям $\delta^{18}\text{O}$ вдоль линии роста M2 необходимо учитывать суммарный сдвиг около 5 месяцев (Balasse et al., 2012,

р. 349). Значения $\delta^{18}\text{O}$ в эмали на кончиках моляров M2 близки к максимумам и соответствуют концу лета (август), а если учесть сдвиг 5 месяцев, то получаем сезон рождения исследуемых животных – ранняя весна (март–апрель). По свидетельствам местных жителей типичное время окота овец в поселке Шак-Шак приходится на начало весны.

Для моляров M2 и M3 современного домашнего *Ovis aries* и моляра M2 дикого *oviscarpine* возрастом 2–1 тыс. лет (Истыкская пещера) наблюдаются выраженные циклические зависимости вида $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ — расстояние от шейки зуба. Полученные кривые свидетельствуют о том, что современная особь родилась в осенний период. К сожалению, пока не проводилось детальных исследований относительно времени закладывания эмали у диких *oviscarpine*. Но тем не менее, достоверно известно время окота диких *oviscarpine* – это ранняя весна (Fedosenko, Blank, 2001; 2005).

Древние образцы из Истыкской пещеры были подготовлены к изотопному анализу по протоколам В, С и D, в виду их загрязнения в результате залегания в почве более 10 тысяч лет. Расположение минимумов и максимумов $\delta^{18}\text{O}$ в зависимости от расстояния от корня/кончика зуба совпадает для образцов, полученных путем различных пробоподготовок. Полученные данные указывают на рождение особей в весенний период, поскольку начало закладывание эмали зубов приходится на летний период времени.

Таким образом, для определения сезонности рождения *oviscarpine* впервые проведен изотопный анализ кислорода в гидроксиапатитах и фосфатах зубной эмали с использованием современной методики, основанной на восстановлении выделенного из эмали фосфата углеродом до CO непосредственно в элементном анализаторе, который используется в тандеме с изотопным масс-спектрометром. Преимуществом данной методики изотопного анализа по сравнению с традиционным анализом карбонатов является высокое массовое содержание ($\approx 96\%$) фосфатов в гидроксиапатитах и их высокая стабильность к процессам диагенеза.

Для решения исследовательских задач, направленных на выявление сезонности рождения без необходимости проведения палеоэкологических реконструкций, достаточно информации о расположении минимумов и максимумов $\delta^{18}\text{O}$ вдоль линии роста зуба. Показано, что для зубов с хорошей сохранностью для наблюдения экстремумов достаточно минимальной химической обработки H_2O_2 (протокол В) или даже просто напила (протокол А). Методика выделения Ag_3PO_4 (протокол С) перспективна для работы с зубами низкой сохранности с высоким загрязнением экзогенными карбонатами.

Работа проведена при поддержке проекта РФФ №19-78-10053 «Происхождение производящего хозяйства в горной части Центральной Азии».

Коллектив авторов выражает благодарность В.А. Жукову, д.и.н. Убайдулло Н.К., к.и.н. Н.Н. Сайфуллоеву (Институт истории, археологии и этнографии им. А. Дониша) за предоставленную возможность работы с материалами из Истыкской пещеры.

ЛИТЕРАТУРА

- Шнайдер С.В., Зеленков Н.В., Федорченко А.Ю., Курбанов Р.Н., Алексейцева В.В., Алишер кызы С., Сердюк Н.В., Рудая Н.А., Рендю У., Абдыканова А., Сайфулов Н.Н. 2021. Человек на «Крыше мира»: результаты изучения памятников каменного века Восточного Памира и Алайской долины в 2017–2021 годах. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 92 с.
URL: <https://doi.org/10.17746/7803-0322-0.2021>
- 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*. Vol. 54, № 2. pp. 349–368.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00624.x>

- Fedosenko A. K., Blank D. A.* 2001. *Capra sibirica* // *Mammalian Species*. 675. pp. 1–13.
- Fedosenko A. K., Blank D. A.* 2005. *Ovis ammon* // *Mammalian Species*. 773. pp. 1–15.
- Hermes T.R., Schmid C., Tabaldiev K., Matuzeviciute G.M.* 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. *Int. J. Osteoarchaeol.* pp. 792-803.
- Ressler A., Žužić A., Ivanišević I., Kamboj N., Ivanković H.* 2021. Ionic substituted hydroxyapatite for bone regeneration applications: A review. *Open Ceramics*. vol. 6, pp. 100–122.
- Zazzo A., Balasse M., Passey B.H., Moloney A.P., Monahan F.J., Schmidt O.* 2010. The isotope record of short- and long-term dietary changes in sheep tooth enamel: Implications for quantitative // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol. 74. pp. 3571–3586. – <https://doi.org/10.1016/j.gca.2010.03.017>

А.Н. Бабенко, О.А. Лопатина, М.В. Шашков

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗОТОПНОГО И ЛИПИДНОГО АНАЛИЗОВ
СОДЕРЖИМОГО СОСУДОВ С ПОСТОБЖИГОВОЙ ОБРАБОТКОЙ
ЖИРОМ (ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА)

Ключевые слова: нагары, керамика, хроматографический анализ, изотопный анализ.

Часто фрагменты керамики являются одним из самых массовых материалов на археологических памятниках, поэтому изучение органических остатков, сохранившихся на и/или в керамике открывает широкие перспективы для реконструкции питания человека. В роли органических остатков чаще всего выступают нагары, образовавшиеся на внутренних стенках сосудов в процессе приготовления пищи, и жирные кислоты, сохранившиеся в порах керамики. К основным физико-химическим методам, с помощью которых можно изучать такого рода органические остатки, относятся изотопный и хроматографический анализы. Последний на сегодняшний день стал наиболее популярным и информативным для получения данных о готовившихся в сосудах продуктах (Evershed et al., 1990; Evershed, 2008; Cramp, Evershed, 2014; Dunne et al., 2021; Becher et al. 2024, и др.), однако не в нашей стране. В России более доступным методом пока что является изотопный анализ. Исследования с применением метода газовой хроматографии-масс спектрометрии для изучения сохранившихся жирных кислот в керамике, единичны. По этой причине авторами представленной работы в качестве объектов исследования были выбраны нагары.

Широкое внедрение изотопного анализа в археологическую практику для изучения нагаров требует понимания ограничений применения этого метода, связанных в том числе и с особенностями производства керамики. Данная статья является продолжением исследования авторов (Лопатина, Бабенко, 2022), посвященного оценке влияния особенностей технологии

изготовления сосудов на изотопный сигнал ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) нагаров. Конечной целью работы является оценка возможностей изотопного анализа для определения содержимого древних сосудов.

Ранее был проведен эксперимент по оценке влияния органических примесей (а именно навоза домашних животных), добавляемых в формовочную массу (Лопатина, Бабенко, 2022). На данном этапе работы мы обратились к приемам постобжиговой обработки керамики. Последние в рамках историко-культурного подхода относятся к химико-термической обработке поверхностей сосудов, которая включает «комплекс технологических приемов, осуществляемых на заключительной стадии обжига или сразу после его окончания и направленных на изменение свойств и цвета поверхности сосудов» (Цетлин, 2017, С. 274).

Конкретные приемы постобжиговой обработки, известные по данным этнографии в разных районах земного шара, чрезвычайно разнообразны. Как правило, в процессе применения этих приемов использовались органические вещества как растительного, так и животного происхождения. Это могли быть соки, отвары или настои разных частей растений, различные органические составы, молоко, животные жиры и т.п. Карбонизированные частицы органики частично закрывали поры, уменьшая влагопроницаемость сосудов. Обзор этих приемов представлен в недавней статье Ю.Б. Цетлина (Цетлин, 2024).

Из разнообразия конкретных приемов постобжиговой обработки для наших экспериментальных исследований мы выбрали два. Это прием обваривания, которому посвящена отдельная статья (Лопатина, Бабенко, 2024) и приемы обработки жиром. Результаты последнего эксперимента с животными жирами кратко будут представлены ниже.

По данным этнографии обработка глиняных сосудов жирами широко известна прежде всего у народов циркумполярной зоны (чукчи, различные эскимосские народы). Правда зачастую такая обработка сочеталась с очень низкотемпературным обжигом или проводилась вовсе при отсутствии обжига.

Всевозможные варианты применения жиров морских животных в процессе сушки и обжига керамики подробно описаны в статье Шелби Андерсон. Приводятся свидетельства смазывания сосудов жиром до, во время и после процесса обжига, специальной обработки жиром трещин на сосудах, использование жира в качестве топлива (Anderson, 2019. P. 136-139). В восточноевропейской этнографии известны приемы обмазывания салом обожженных сосудов, что было связано с обычаем введения в обиход новых горшков, предназначенных для варки (Щелоковская, 1899. С. 273).

Наше обращение к приему обработки поверхности глиняных сосудов жирами вызвано двумя причинами. Во-первых, жиры быстро и активно проникают в поры сосудов и при послойном отборе образцов это, по нашим предположениям, должно отразиться на результатах изотопного анализа. Во-вторых, экспериментальные образцы сосудов, обработанных жирами, потенциально могли стать объектами для липидного анализа.

Материалы и методы. Из чистой глины без добавления органических примесей была изготовлена серия (10 штук) небольших сосудов, которые после сушки обжигались в костре. После обжига один сосуд был обмазан свиным салом, а остальные – окунались в растопленный бараний жир. В ходе эксперимента фиксировалась температура сосудов после обжига в момент извлечения из костра и далее после обработки жиром. Измерение производилось с помощью пирометра. Далее в сосудах на раскаленных углях готовилось дробленое просо до полного выкипания и образования нагара по внутренней поверхности сосуда.

Для изотопного анализа из каждого сосуда отбиралось по два образца: **В** – верхний слой нагара, который срезался металлическим скальпелем, не касаясь самого сосуда, и **А** – нижний слой нагара, который уже соскребался со стенки сосуда. Измерение изотопного состава углерода и азота проводили с использованием элементного анализатора Flash 1112 и изотопного масс-спектрометра Thermo Delta V Plus (Thermo Fisher Scientific, США) в ЦКП «Инструментальные методы в экологии» (ИПЭЭ РАН).

После отбора образцов нагаров от каждого сосуда был отломан фрагмент для изучения методом газовой хроматографии-масс спектрометрии (Craig et al, 2013). Образцы анализировались на газовом хромато-масс-спектрометре Agilent 7000В. Разделение проводилось с использованием полярной капиллярной колонки ZB-WAX (Phenomenex, USA, 30м*0.25мм*0.25μм).

Результаты и обсуждения. Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ образцов **В** (верхний слой нагара) и **А** (нижний слой нагара) достоверно отличаются ($p=0,000190$ и $p=0,000065$, соответственно). Для сравнения использовался t-критерий для независимых выборок. Образцы **В**, как и в первом эксперименте с добавлением в формовочную массу навоза, близки по сигналу к готовящейся пищи (проса: $\delta^{13}\text{C}$ -13,64‰; $\delta^{15}\text{N}$ 3,65‰), тогда как образцы **А** варьируют в бóльших пределах, а разница между значениями $\delta^{13}\text{C}$ внешних и внутренних слоев нагаров (**А-В**) в некоторых сосудах превышает 2‰. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии постобжиговой обработки на изотопный сигнал нагаров, но ошибки можно избежать аккуратным отбором верхнего слоя нагара.

В зарубежной литературе в экспериментальных работах показано, что состав формовочной массы не влияет на состав липидов, так как даже при низкотемпературном обжиге (400⁰ С) липиды разрушаются (Reber et al., 2019). В таком случае исследуемые липиды из керамики и их изотопный сигнал отражают приготовленную в сосуде пищу. Однако, как показал проведенный нами эксперимент, температура сосудов после обработки жиром ниже указанного порогового значения. Следовательно, ожидаемо, что и высока вероятность обнаружения жирных кислот в самой керамике. Проведенный липидный анализ подтвердил наши предположения. Таким образом, при выборе образцов керамики для липидного анализа с целью реконструкции питания человека, необходимо оценивать возможность использования посттермической обработки керамики.

Статья подготовлена в рамках выполнения темы НИР ИА РАН "Междисциплинарный подход в изучении становления и развития древних и средневековых антропогенных экосистем" (№ 122011200264-9)

ЛИТЕРАТУРА

- Лопатина О.А., Бабенко А.Н. 2022. Нагары на керамике: экспериментальное изучение (предварительные результаты // Вестник «История керамики». Вып. 4. М.: ИА РАН. С. 39-51.*
- Лопатина О.А., Бабенко А.Н. Нагары на керамике: экспериментальное изучение (предварительные результаты // Вестник «История керамики». Вып. 6. В печати.*
- Цетлин Ю.Б. 2017. Керамика. Понятия и термины историко-культурного подхода. М.: ИА РАН. 346 с.*
- Цетлин Ю.Б. Обваривание – прием послеобжиговой обработки глиняных сосудов // Вестник «История керамики». Вып. 6. В печати.*
- Щелоковская В. 1899. Пища и питье крестьянъ-малороссовъ, съ нѣкоторыми относящимися сюда обычаями, повѣрьями и примѣтами // Этнографическое обозрѣніе. № 1–2. С. 266–322.*
- Anderson S. L. 2019. Ethnographic and archaeological perspectives on the use life of northwest Alaskan pottery // Ceramics in circumpolar prehistory. Technology, lifeways and cuisine. Cambridge University Press. P. 128 – 151.*
- Becher J., Schoeman A., Whitelaw G., Buckley S., Celliers J-P., Cafisso S., Belser M, Rageot M., Spiteri C. 2024. Multi-purpose pots: Reconstructing early farmer behaviour at Lydenburg Heads site, South Africa, using organic residue analysis // Journal of Archaeological Science. V. 161. P. 105894.*
- Craig O. E., Saul H., Lucquin A., Nishida Y., Tache K., Clarke L., Thompson A., Altoft D. T., Uchiyama J., Ajimoto M., Gibbs K., Isaksson S., Heron C. P., Jordan P. 2013. Earliest evidence for the use of pottery // Nature. V. 496. P. 351–354.*

- Cramp L., Evershed R.P.* 2014. Reconstructing aquatic resource exploitation in human prehistory using lipid biomarkers and stable isotopes // *Treatise on Geochemistry*. 2nd ed. V. 14. Amsterdam & San Diego, CA: Elsevier, P. 319–339.
- Dunne J., Biddulph E., Manix P., Gillard T., Whelton H., Teague S., Champness C., Broderick L. G., Nicholson R., Blinkhorn P., Craig-Atkins E., Jervis B., Madgwick R., Hodos T., Cramp L. J. E., Evershed R. P.* 2021. Finding Oxford's medieval Jewry using organic residue analysis, faunal records and historical documents // *Archaeological and Anthropological Sciences*. V. 13, 48.
- Evershed R. P., Heron C., Goad L. J.* 1990. Analysis of organic residues of archaeological origin by high-temperature gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry // *The Analyst*. V. 115. № 10. P. 1339–1342.
- Evershed R. P.* 2008. Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker revolution // *Archaeometry*. V. 50, № 6. P. 895–924.
- Reber E.A., Kerr, M.T., Whelton H.L., Evershed R. P.* 2019. Lipid residues from low-fired pottery // *Archaeometry*. Vol. 61. № 11. P. 131–144.

И.М. Васильева, М.А. Кулькова, Ю.В. Кожуховская

ОСОБЕННОСТИ ПРОБОПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ БРОНЗОВЫХ АРТЕФАКТОВ ИЗ ПАМЯТНИКОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КРЫМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ МЕДНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ Рb-Рb СИГНАТУР

Ключевые слова: Рb-Рb изотопия, метод пробоподготовки для свинцовой изотопии, археологические медные сплавы, Северо-Западный Крым, ямная культура, поздний бронзовый век.

Применение Рb-Рb изотопного метода в археологии для установления рудных месторождений, которые использовались древними сообществами для изготовления медных и бронзовых изделий, в последнее время становится все более востребованным. Появляются новые Рb-Рb изотопные данные по региональным месторождениям, приуроченным к отдельным металлогенетическим провинциям, которые отличаются по своим основным геохимическим и геодинамическим характеристикам и геологическим процессам, что дает возможность сопоставления с данными по изотопии свинца металлов и сплавов, которые были использованы для изготовления артефактов в древности (Cattin et al., 2009; Villa, 2009; Pernicka et al., 2016; Чугаев и Зайцева, 2019; Эрлих и др., 2023) и выявления конкретных месторождений источников рудного сырья. Значительно расширяется база данных по изотопному составу свинца как рудных месторождений, так и медных и бронзовых изделий (Gale, 1996; Stos-Gale and Gale, 2009; Pampaloni, 2017). При этом одной из существенных проблем при установлении точных изотопных меток свинца археологического металла является коррозия бронзовых и медных предметов, которая возникает в результате их захоронения и преобразования. В результате процессов гипергенного изменения и преобразования меди во вторичные минералы, такие как, например, куприт, малахит, азурит и др., некоторое количество чужеродного

свинца из почв и растворов может попадать в продукты преобразования медных сплавов и изменять первоначальный изотопный состав.

Исследования в этом направлении только начинают проводиться. Одной из задач, в данном случае, является выяснение того, насколько сильно затрагивают такие преобразования медные и бронзовые металлические изделия и насколько это искажает первоначальный состав свинца медных сплавов.

Для изучения изотопии свинца были отобраны пробы от бронзовых и медных изделий из различных памятников бронзового века Северо-Западного Крыма, из личных материалов В.А. Колотухина: остатки ножа и бляшки из могильника Желябовка, шило из могильника Первомайское (ямная, кеминская культура), браслет из поселения Бай-Кият 1 (сабатиновская культура), пластина из клада Северное. Для анализа использовались маленькие кусочки образцов, размером 2-5 мм, которые были отделены ранее и остались от этих изделий в коллекции. Такое количество образца существенно усложняет поставленную задачу, т.к. некоторые изделия были сильно изменены и корродированы.

Пробоподготовка включала выделение «чистого» металла из измененного образца, а также анализ продуктов изменения металлических предметов и сравнение их изотопных свинцовых характеристик. Было использовано несколько ступеней химической обработки проб. Первоначально образцы, самый большой из которых составлял 0,01542 г. (браслет из Бай-Кият 1), были обработаны в ультразвуковой ванне в воде. Продукты изменения в процессе такой обработки размягчаются, снимаются механическим путем и собираются для дальнейших исследований. После обработки на металле некоторых образцов остается пленка зеленого цвета на всей поверхности.

Дальнейшая очистка образцов бронз включала в себя:

- 1) обработку образца 0.5N HBr при комнатной температуре. Полученный раствор был собран для исследований. Металл промывался дистиллированной водой и высушивался.
- 2) обработку высушенной металлической пробы в ультразвуковой ванне в 0.5N HNO₃ в кварцевом тигле при комнатной температуре, около 20 минут, меняя положение пробы в тигле. При контроле под биноклем видно, что поверхность образца изменила цвет на серый и стала рыхлой. После этого этапа часть продуктов изменения была удалена механическим путем. Раствор 0.5N азотной кислоты с продуктами преобразования был добавлен к первому раствору и обозначен как L1.
- 3) обработку пробы в ультразвуковой ванне в 2N HNO₃ при комнатной температуре, около 15 минут (3 раза по 5 минут) с каждой стороны с контролем под биноклем после каждой стадии. В процессе обработки все продукты изменения отшелушились, была удалена вся пленка до «чистого» металла. Раствор с продуктами изменения был собран и обозначен как L2. В результате очистки проявилась неровная, корродированная поверхность металла, в некоторых углублениях остались полупрозрачные пленки зеленого цвета, представляющие собой продукты изменения меди. На сколе образца образовалась слоистость металла.
- 4) обработку пробы соляной кислотой (HCl конц.) 2-3 часа при комнатной температуре. Предварительно образец металла был взвешен. Раствор после обработки собран отдельно (L3). Металл промыт несколько раз ультрачистой водой и высушен. Установлено, что при обработке соляной кислотой в раствор продукты изменения не переходят.
- 5) далее металл был обработан 8N HNO₃ около 10-15 секунд, что привело к растворению верхней зоны металла и удалению оставшихся продуктов изменения вместе с ней. Раствор был собран отдельно (L4).
- 6) Растворение «чистого» металла в 8 N HNO₃ для дальнейшего перевода в бромидную форму для выделения свинца.

В случае навески образца металла не менее 15 мг, полученные при разложении медных сплавов растворы, делились на две аликвоты для определения содержания Pb и изотопного состава Pb. Определение концентрации Pb проводилось методом изотопного разбавления с использованием смешанного индикатора $^{235}\text{U} + ^{208}\text{Pb}$. В случае маленькой навески пробы, проводилось только определение изотопного состава Pb. Свинец выделялся на анионообменной смоле Bio-Rad® в бромидной форме по методике Мане (Manhes et al., 1978).

Измерение изотопного состава свинца и содержания Pb проведено на многоколлекторном масс-спектрометре Triton TI. Уровень лабораторных загрязнений при выделении Pb, определявшийся холостым опытом, не превышал 0.05нг, соответственно. Измеренные изотопные отношения Pb исправлены на коэффициент фракционирования, установленный путем многократного определения изотопного состава Pb в стандарте SRM-982 и равный 0.13% на единицу массы. Обработка первичных изотопных данных проводилась с использованием программы ISOPLOT (Ludwig, 2003).

На рис. 1 на графике $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ показаны эллипсы изотопного состава свинца, включающие ошибку определения, образцов металла (меди, бронзы) красным цветом, и продуктов изменения меди, которые перешли в растворы (L1, L2) голубым цветом. Можно отметить, что точки изотопии свинца продуктов изменения (L1) показывают, вероятно, контаминацию металла некогенетичным свинцом, поступающем из почв и растворов в процессе захоронения. Положение этих точек на свинец-свинцовой диаграмме отличается от точек металлов (находится за пределами эллипсов ошибок). При этом наблюдается близкое положение точек изотопного состава свинца проб (80-23L1 и 79-23L1), представляющих собой продукты изменения металла браслета из поселения Бай-Кият 1 (79-23) и шила из могильника Первомайское (80-23). Можно предположить, что такая близость значений обусловлена

поступлением свинца из почв, близких по составу.

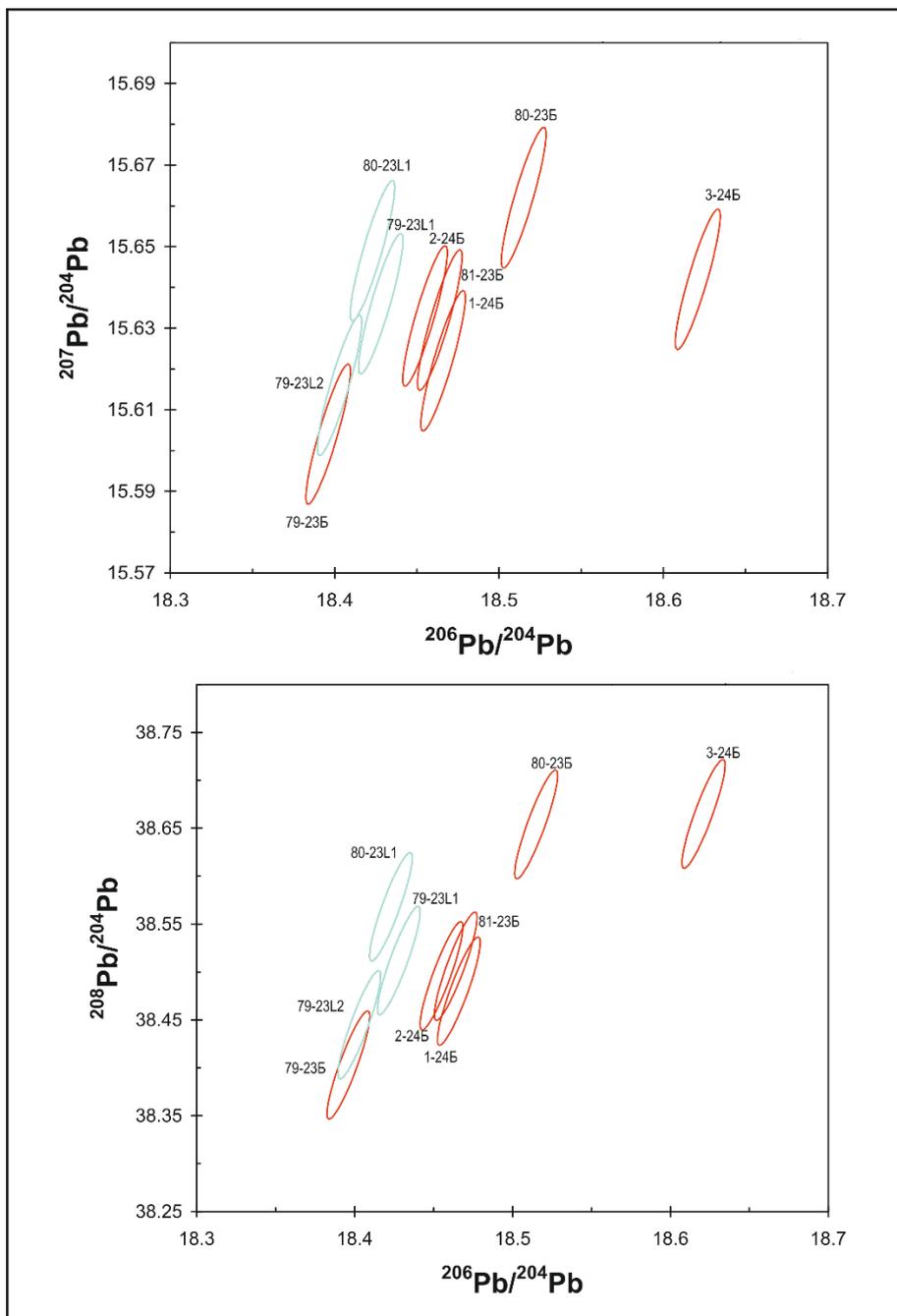


Рис.1. Диаграмма распределения изотопов свинца (Pb-Pb) в образцах медных и бронзовых изделий (красный эллипс):

79-23 – Браслет Бай-Кият 1, 106 бронза; 80-23 L1 – шило, мог. Первомайское; продуктов преобразования меди (голубой эллипс):

79-23L1 – Браслет Бай-Кият 1, 106 L1 0.5N HNO₃+ 0.5N HBr

79-23L2 - Браслет Бай-Кият 1, 106 L2 2N HNO₃

80-23 L1 – шило, мог. Первомайское, L1 0.5N HNO₃

Первые проведенные исследования изотопного состава свинца бронзовых и медных артефактов из памятников северо-западного Крыма и их продуктов изменения дают возможность сделать следующие выводы.

1. Для изученных образцов археологических медных и бронзовых изделий была разработана методика предварительной пробоподготовки, позволяющая провести полное удаление продуктов изменения меди. Она включает обработку образца в 0.5N HNO₃ в ультразвуковой ванне сериями по 5 минут с контролем очистки поверхности под бинокуляром. Количество таких серий зависит от степени корродированности образца, состава минералов, развивающихся по меди, структуры образца сплава и того, насколько прочно продукты изменения связаны с медным сплавом. Раствор 0.5N HNO₃ в процессе обработки образца можно заменять на свежий в случае его сильного загрязнения продуктами растворения.

2. В случае сильных загрязнений применяется удаление продуктов изменения более концентрированным раствором 8N HNO₃, включающим быструю обработку (10-15 с.).

3. Предложенный метод обработки образцов предметов из медных археологических сплавов дает возможность более точно определить изотопный состав свинца артефактов, и, тем самым, источник руды для медных и бронзовых изделий Pb-Pb методом.

4. Дальнейшие исследования изотопии свинца продуктов изменения на археологических медных сплавах, которые образовались в процессе захоронения, могут быть продолжены. Это даст возможность выявить степень преобразования бронз в зависимости от загрязнения некогенетичным свинцом из почв мест захоронения, а также установить долю изотопов свинца, которые перешли в продукты изменения из металла.

Статья выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 22-18-00065, <https://rscf.ru/project/22-18-00065/> «Культурно-исторические процессы и палеосреда в позднем бронзовом – раннем железном веке Северо-Западного Причерноморья: междисциплинарный подход») в РГПУ им. А.И. Герцена.

ЛИТЕРАТУРА

- Эрлих В.Р., Ениосова Н.В., Рассохина И.В. 2023. Металл «киммерийской элиты» Северного Кавказа (по материалам гробницы 3 могильника Терезе)// Восток (Oriens), № 2. С. 253–278. DOI: 10.31857/S086919080024053-5
- Чугаев А.В., Зайцева И.Е. 2019. Изотопный состав свинца в украшениях из средневековых сельских поселений Суздальского Ополя и идентификация источников металлов // Археология и история Пскова и Псковской земли. Вып. 34: Материалы 64-го заседания (10-12 апреля 2018 г.). Москва-Псков. С. 348-376
- Cattin F., Guénette-Beck B., Besse M., Serneels V. 2009. Lead isotopes and archaeometallurgy// Archaeological and Anthropological Sciences, 1(3). P. 137-148
- Gale N.H. 1996. A new method for extracting and purifying lead from difficult matrices for isotopic analysis // Anal Chim Acta, 332. P.15–21
- Ludwig K.R. 2003. User's manual for Isoplot/Ex, version 3.00, a geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronology Center, Spec. Publ. Vol.4. 72 p.
- Manhes G., Minster J.E., Allegre C.J. 1978. Comparative uranium-thorium lead and rubidium-strontium study of the Severin Amphoterite: Consequences for early Solar System chronology// Earth Planet. Sci. Lett. 39(1). P. 14–21.
- Pernicka E., Nessel B., Mehofer M., Safta E. 2016. Lead isotope analyses of metal objects from the Apa hoard and other Early and Middle Bronze Age items from Romania// Archaeologia Austriaca, Band, 100/2016. P.57–86. DOI: 10.1553/archaeologia100s57

Pampaloni A. 2017. Risks and Errors using LIA // Rel. 1.7. P.1-27

Stos-Gale Z.A., Gale N.H. 2009 Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID)// Archaeological and Anthropological Science, Vol.1. P.195–213. <https://doi.org/10.1007/s12520-009-0011-6>.

Tomczyk C., Costa K., Giosa A., Brun P., Petit Ch. 2021. Provenance studies using lead isotopy: contribution of the consideration of geological contexts in archaeological databases // Bulletin de la Société Géologique de France, 192 (1) C. 20. doi: <https://doi.org/10.1051/bsgf/2021008>

Villa I.M. 2009. Lead isotopic measurements in archeological objects// Archaeology and Anthropology Science, V.1. C.149–153. DOI 10.1007/s12520-009-0012-

5

Е. О. Васючков, А. В. Епимахов, Д. В. Киселева, И. К. Новиков
АЛАКУЛЬСКИЙ МОГИЛЬНИК: ВАРИАТИВНОСТЬ ДИЕТЫ ИЛИ
МОБИЛЬНОСТЬ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА)

Ключевые слова: Южное Зауралье, эпоха бронзы, погребальные практики, изотопы азота, углерода и стронция.

Поздний бронзовый век степной и лесостепной Евразии отмечен существованием крупных культурных общностей (срубной и андроновской), материальный мир которых довольно стереотипен, несмотря на обширность занимаемого ареала. Одним из воплощений масштабности этих общностей является появление некрополей с большим количеством многомогильных курганных насыпей. Варианты сценария формирования таких памятников могли зависеть от длительности их функционирования и демографических параметров оставивших некрополи коллективов. Здесь следует учитывать и возможность использования одной погребальной площадки несколькими социумами, имеющими близкую материальную культуру (*Кызласов, 1995*). Схожесть инвентаря и погребального обряда в рамках обширных культурных образований не позволяет уверенно установить наличие в материалах курганов и погребений представителей разных алакульских коллективов, которые могли принимать участие в формировании крупного некрополя. Одним из методов гипотетически способных выявить одно- или разнородность серий индивидов, захороненных в рамках единого погребального пространства, может являться анализ изотопов стронция, азота и углерода. Диагностирование статистически разнородных групп потенциально может указывать на более сложный механизм формирования могильников бронзового века, чем часто подразумевающееся: одно поселение – один могильник.

Для тестирования был выбран могильник Алакульский в составе которого, по разным данным, насчитывалось до 66 курганных насыпей, большинство из

которых как видно по изученной части были многомогильными (Тигеева и др., 2016). Проверка гипотезы о включении в состав некрополя представителей разных коллективов была предпринята в ходе анализа соотношений азота и углерода. Мы исходили из того, что на соотношение указанных изотопов влияет не только диета, но также экологические условия проживания человека и животных (Святко, 2016). Работы проведены в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН. Проанализирована выборка из 37 образцов (которые были отобраны из девяти курганов): 17 отождествляются с останками людей, 20 – с домашними животными. Обобщенные результаты приведены в таблице (табл. 1).

Показатель	Люди (n=17)		Животные (n=20)	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Max	-16,06	12,48	-19,04	6,71
Min	-20,70	9,90	-21,16	3,67
Mediana	-19,55	10,69	-20	5,10
Mean	-19,39	10,89	-20,20	5,23
SD for mean	0,93	0,70	0,60	0,93

Табл. 1. Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для людей и животных из могильника Алакульский.

Очевидно различие между двумя сериями (люди и животные) маркирующее положение консументов в трофической цепи. Описываемые выборки при детальном рассмотрении также не вполне однородны. В отношении животных это связано с биологическими особенностями видов. Подобная картина уже зафиксирована при анализе стабильных изотопов азота и углерода в образцах из погребальных памятников памятников в районе с. Степное (Епимахов и др., 2023). Для людей явно выделяются два индивида (курган 18 и 22) с отличными от кластера основных значений показателями изотопов углерода. Для одного из них характерно необычайно высокое для

обсуждаемой выборки значение $\delta^{13}\text{C}$, которое вряд ли можно объяснить только особенностями индивидуальной диеты, вероятно, оно указывает на неместное происхождение индивида.

Неоднородность рассматриваемой популяции подтверждается независимыми данными о соотношении изотопов стронция Алакульского могильника. Анализ 26 образцов (16 из них принадлежали человеку, 10 домашним животным) показал, что вариативность сигнала по эмали зубов человека в два раза выше сигнала по эмали домашнего скота. Выявленные статистические выбросы (неместные индивиды) происходят из захоронений кургана 18, включая описанного выше индивида с заметно отличающимся соотношением C/N. На данном этапе нет возможности диагностировать зону его происхождения по Sr-изотопии, но показатели изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ потенциально могут помочь с определением направления поисков в сторону мест с более аридным климатом.

Таким образом, в составе могильника достоверно выделены индивиды явно неместного происхождения и с отличающимся от других погребенных рационом питания. При этом, погребение в едином пространстве с остальными членами социума и схожесть инвентаря, указывают на интеграцию этих индивидов в алакульские социальные структуры. Стоит отметить, что разграничение отдельных коллективов, участвовавших в создании могильника, методами изотопного анализа затруднено сходством системы жизнеобеспечения и проживанием в идентичных ландшафтных условиях. Однако анализ изотопов стронция в связке со значениями азота и углерода демонстрирует возможность вычленения из общей выборки погребенных индивидов со специфическим происхождением даже при отсутствии в погребении необходимых для этого культурных маркеров. В свете результатов изотопного анализа можно констатировать, что размеры некрополя, как минимум отчасти, были обусловлены объединением разных по происхождению групп населения.

Ранее отмечалось, что погребальная обрядность в алакульский период приобретает семейно-родовой характер (Епимахов, 2003, С. 88). Современные палеогенетические исследования, увы, пока единичные, подтверждают близкое родство погребенных под одной курганной насыпью индивидов (Blöcher et al., 2023). Также в последнее время существенно расширилась база для хронологических выводов для могильника Алакуль (Schreiber et al., 2023). Шесть дат очерчивают довольно протяженный интервал, ядро которого приходится на середину XVIII – начало XVI вв. до н.э. Указанные факты возвращают к идее формирования некоторых крупных могильников бронзового как длительно функционирующих объектов некрополя, которые могли быть связаны с несколькими родовыми коллективами, существовавшими большую часть времени сепаратно. При таком подходе, погребальное пространство, в соответствии с концепцией М. П. Пирсона, является, скорее, полем диалога живых членов общества о вопросах власти, экономики и идеологии (Pearson, 1999, p. 3). Исходя из этой концепции, могильник Алакуль мог служить важным связующим компонентом культуры для членов нескольких линиджей, создающих и поддерживающих между собой разветвленную систему социальных связей. Крупные погребальные памятники в этой системе становятся одним из гарантов устойчивости в поддержании единообразия культурных стереотипов в рамках алакульской общности.

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект №20-18-00402П.

ЛИТЕРАТУРА

- Епимахов А. В., 2003. Анализ тенденций социально-экономического развития населения Урала эпохи бронзы // Российская археология. №1. С. 83–90.
- Епимахов А. В., Васючков Е. О., Куприянова Е. В., 2023. Питание людей и животных бронзового века в микрорайоне Степное в Южном Зауралье

- (по данным стабильных изотопов) // Российские нанотехнологии. Т. 18. №5. С. 675–683. DOI: 10.56304/S1992722323050059
- Кызласов И. Л.*, 1995. Погребальный обряд и уровень развития общества. От отдельного к общему // РА. №2. С. 99–103.
- 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. DOI: 10.17746/1563-0102.2016.44.2.047-055.
- Тигеева Е. В., Новиков И. К., Шилов С. Н.*, 2016. Металлокомплекс эпохи бронзы Алакульского могильника (типология и технология изготовления) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. № 4(35). С. 18–32. DOI 10.20874/2071-0437-2016-34-3-018-032. EDN XSIMNZ.
- Blöcher J., Brami M., Feinauer I., Stolarczyk E., Diekmann Y., Vetterdietz L., Karapetian M., Winkelbach L., Kokot V., Vallini L., Stobbe A., Haak W., Papageorgopoulou C., Krause R., Sharapova S., Burger J.*, 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. e2303574120. 10.1073/pnas.2303574120.
- Pearson M. P.*, 1999. The Archaeology of death and burial. Texas A&M University Press. 250 p.
- Schreiber F. A., Korochkova O. N., Novikov I. K., Usmanova E. R.*, 2023. Radiocarbon Dating of Late Bronze Age Burials from the Great Urals (Steppe Trans-Urals and Northern Kazakhstan) and Bayesian Modeling // Journal of Field Archaeology. Vol. 48. №3. P. 210–226. DOI: 10.1080/00934690.2023.2167036

М.В. Добровольская, А.Р. Канторович, В.Е. Маслов, Н.Н. Спасская,
Н.Я. Березина, В.И. Данилевская

ВАРИАЦИИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА, АЗОТА И
СТРОНЦИЯ В КОСТНОЙ ТКАНИ И ЭМАЛИ ЗУБОВ ЛЮДЕЙ И
ЛОШАДЕЙ ИЗ МОГИЛЬНИКА СКИФСКОЙ ЭПОХИ
НОВОЗАВЕДЕННОЕ III НА СТАВРОПОЛЬЕ
(ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

Ключевые слова: ранний железный век, мобильность, пищевые модели, кочевое и оседлое население

Современный уровень исследованности повседневной жизни и мобильности создателей скифской археологической культуры сильно отстает от степени изученности погребальной обрядности, материальной и духовной культуры этих племен. Отчасти это обусловлено письменными источниками, содержащими описания жизни скифов, отчасти отсутствием до относительно недавнего времени методов, позволяющих судить о повседневной жизни скифов.

Один из методических подходов – изучение изотопного состава биологических материалов из археологических раскопок. Данные этого тонкого анализа рассматриваются как маркеры индивидуальной мобильности, пищевых моделей и антропогенной экосистемы.

Материалом для данного исследования послужили образцы костей и зубов людей и лошадей, погребенных на скифском могильнике Новозаведенное III, в курганах 1, 3, 5, 7, 9. Раскопки курганной группы проведены А.Р. Канторовичем и В.Е. Масловым в 2015-2020 гг. Памятник расположен у с. Новозаведенное, Ставропольского края и датируется последней третью V – IV в. до н.э. (Канторович, Маслов, 2017, с. 116–131, 133; Канторович, Маслов, 2018, с. 196). Курганные насыпи были воздвигнуты над крупными могильными ямами, имевшими древесно-тростниковое перекрытие и окруженными земляной обваловкой и ритуальной тростниковой площадкой; в могилах на деревянных ложах, выстланных травами, были захоронены

представители скифской аристократии, сопровождавшиеся предметами вооружения, взнузданными лошадьми, сосудами, погребальной пищей, украшениями, изделиями, оформленными в скифском зверином стиле и др. Каждый курган был окружен ритуально-конструктивным рвом.

Курган 1 датируется IV в. до н.э. и является крупнейшим в могильнике Новозаведенное-III. Могильная яма основного погребения (п. № 9) находилась в центре подкурганной площадки и содержала захоронение скифского воина, смещенного грабителями с органического погребального ложа и сопровождавшегося богатым инвентарем (наступательное и оборонительное вооружение, керамические сосуды, украшения и др.); в могильной яме также найдены кости от уложенных здесь расчлененных туш особи к.р.с. и лошади.

Курган 3 датируется IV в. до н.э. Насыпь кургана была сооружена единовременно. Могильная яма основного погребения (п. № 1) глубиной 3,2 м от подошвы кургана находилась в центре подкурганной площадки и содержала захоронение скифского аристократа, ограбленное в древности. В ходе выборки заполнения могильной камеры почти с самого верха встречались вещи и кости животных, перемещенные в ходе ограбления. Погребенный - индивид 10-12 лет - был изначально помещен на погребальное ложе, однако его останки, представленные частями скелета всех отделов, на самом ложе обнаружены не были, а в основном находились на останце просевшей земли в центре могилы на более высоком уровне. Покойный сопровождался керамическими сосудами, наступательным вооружением, украшениями, останками лошади.

Курган 5 датируется IV в. до н.э. Могильная яма (п. №1) с древесно-тростниковым перекрытием помещалась в центре подкурганной площадки и содержала захоронение, ограбленное и разрушенное в древности: найдены разрозненные кости человека, кости лошади, кости особи крупного рогатого скота, наступательное вооружение, керамические сосуды, украшения и др. Антропологические материалы представлены фрагментами скелетов двух

взрослых людей. Индивид 1 – молодой мужчина. Индивид 2- мужчина зрелого возраста.

Курган 7 датируется IV в. до н.э. Могильная яма с древесно-тростниковым перекрытием, ограбленная в древности (п. №1), находилась в центре подкурганной площадки. Здесь найдены разрозненные кости двух человек, лошадей, особи мелкого рогатого скота, наступательное вооружение, конское снаряжение, керамические сосуды, украшения и др. Индивид 1 – предположительно, мужчина. Индивид – 2, молодой взрослый, пол не определен.

Курган 9 датируется IV в. до н.э. Это сложный погребальный объект, включавший в себя основное погребение 1 (скифская культура), сопровождающее его коллективное погребение 2 (кобанская культура) и ряд ритуальных комплексов. Могильная яма основного погребения, ограбленного в древности (п. №1), находилась в центре подкурганной площадки. Здесь найдены разрозненные кости женщины и ребенка, кости особи мелкого рогатого скота, наступательное вооружение, керамические сосуды, украшения и др. Могильная яма сопровождающего погребения (п. №2) не имела следов ограбления и содержала скелеты пяти человек (четыре молодых женщины в возрасте 12-25 лет и ребенка – мальчика, в возрасте 9-10 лет), заупокойную пищу, наступательное вооружение, керамические сосуды, украшения и др. Стратиграфические наблюдения позволяют уверенно говорить о синхронности совершения этих захоронений (Канторович, 2021, с.68; Канторович, Маслов, 2020; Канторович, Маслов, 2022). Исследованы образцы четырех индивидов:

индивид 1 – молодая женщина 20-25 лет;

индивид 2 – молодая женщина 19-20 лет;

индивид 4 – женщина 18-25 лет;

индивид 5 – ребенок 9-10 лет. Пептидомным анализом эмали зубов пол ребенка был определен как мужской.

Монументальные погребальные сооружения и богатый инвентарь могильника не оставляют сомнений в аристократическом положении погребенных. Любые доказательные сведения об образе жизни скифской аристократии имеют для нас несомненную ценность, но такие вопросы, как индивидуальная мобильность и основные компоненты пищевого рациона (пищевая модель) имеют первостепенное значение для понимания структуры расселения, контактов с представителями кобанской культуры, устойчивости базовых пищевых традиций, всегда рассматривавшихся как этнический маркер. К этим большим задачам мы начали подходить через локальные сюжеты, связанные с изучением изотопного состава скелетных материалов людей и животных из пяти курганов могильника Новозаведенное III.

Сюжет №1. Изучение индивидуальной мобильности на основании разнообразия изотопных соотношений $87/86 \text{ Sr}$ в эмали зубов и средовых фоновых образцах. Всего исследовались образцы от 9 человек: 5 относятся к скифской, а 4 – к кобанской культуре. Природные фоновые значения определялись в растительности (злаки) и раковинах сухопутных моллюсков. Общее число фоновых образцов – 16 (3 из них – раковины). Пробы брались как на самом могильнике, так и в различных геоморфологических локациях в округе 2-5 км от памятника. Аналитические исследования проведены в ЦКП Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого.

При наличии материала, образцы брались из двух зубов, различающихся сроком формирования коронки.

Локальная изменчивость определена как диапазон от 0,707988 до 0,709104. Индивидуальную изменчивость мы в дальнейшем рассматриваем на фоне границ локальной изменчивости. Индивидов, находящихся в пределах значений местной флоры и фауны, мы рассматриваем как местных уроженцев. Людей, $87/86 \text{ Sr}$ соотношение которых выходит за отмеченные рамки, - относим к «мигрантам первого поколения». Результаты представлены на рис.1.

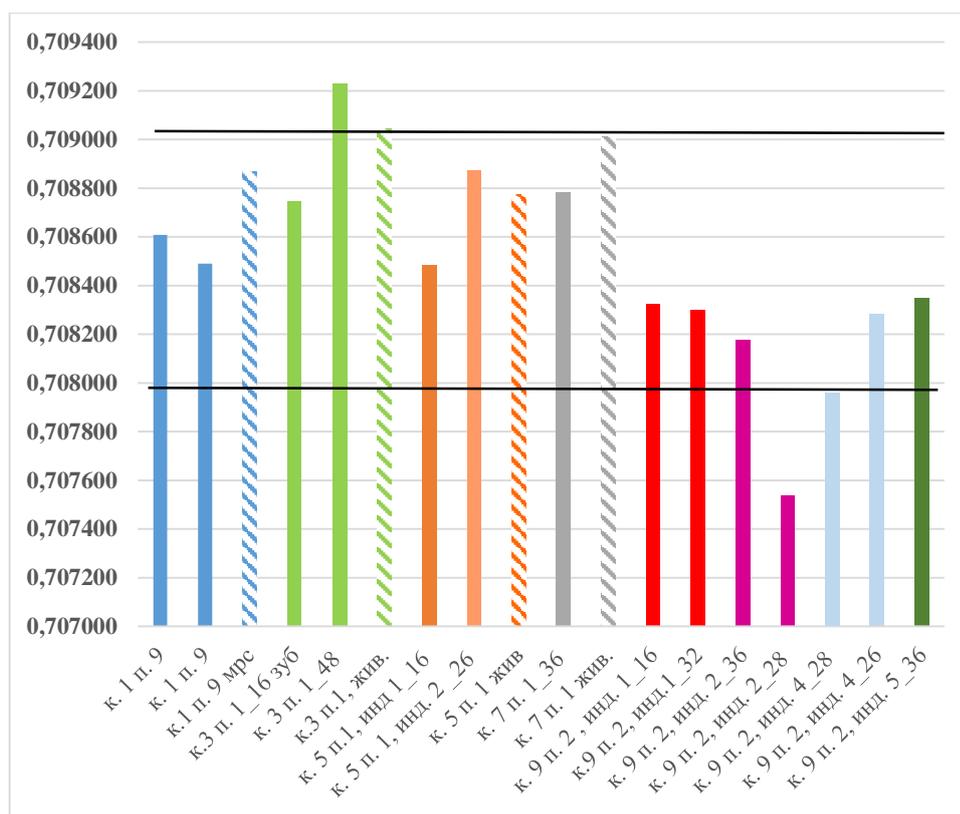


Рис.1. Изотопный состав стронция в эмали зубов людей и животных из погребений курганного могильника Новозаведенное III. Образцы животных представлены прерывистой заливкой. Каждый индивид обозначен своим цветом. Последняя двузначная цифра – номер зуба. Черными горизонталями обозначены местные вариации.

Курган 1, погребение 9, скифская культура, молодой мужчина. Два образца происходят из первого и третьего моляров. Коронка первого моляра минерализуется на протяжении 2-5, а третьего – примерно с 8 до 16 лет жизни. Итак, судя по результатам анализа как в раннем детстве, так и в отрочестве – ранней юности этот человек жил неподалеку от могильника и вряд ли надолго отлучался на условные «отдалённые территории». Изотопный образец костяка животного также демонстрирует местные значения.

Курган 3 погребение 1, скифская культура, ребенок 10-11 лет. У этого индивида также взяты два образца из двух аналогичных зубов. Судя по величинам изотопного соотношения, он является местным уроженцем, однако в возрасте около 8-11 лет ему приходилось участвовать в длительном путешествии за пределы ближайшей округи. Тем не менее, погребен он на

«своей родовой территории». Образец костяка лошади характеризуется соотношением, относимым к местным значениям.

Индивиды из пятого и седьмого курганов (скифская культура, мужчины) представлены только одним образцом каждый. Они, также, как и их животные характеризуются местными значениями изотопного соотношения стронция.

Из кургана 9 погребения 2 (кобанская культура) изучены останки четырех человек. Индивид 1 (молодая женщина) представлен двумя образцами, которые очень сходны друг с другом по изотопному составу стронция и относятся к зоне местных значений. У индивида 2 (молодая женщина) исследованы эмаль второго и третьего моляров. И здесь мы наблюдаем, что индивид, будучи местным уроженцем, совершает некое длительное путешествие в отрочестве, однако оказывается погребенным в местности, где провел раннее детство. Индивид 4 (молодая женщина) также представлен двумя аналогичными образцами. Период его раннего детства характеризуется местными значениями, период отрочества и юности характеризуются несколько измененными показателями. Погребен же он также в местности, где прошло его раннее детство. Индивид 5 охарактеризован одним образцом и демонстрирует изотопное соотношение «местного жителя».

Итак, можно отметить, что по имеющимся единичным индивидам мы наблюдаем два варианта для скифской и кобанской археологической культур:

1. постоянное пребывание на территории близкой к могильнику на протяжении детства, отрочества, ранней юности (индивид 2 из девятого погребения кургана 1 (скифская культура), индивид 1 из погребения 2 кургана 9 (кобанская культура));
2. пребывание неподалеку от могильника на протяжении раннего детства, длительная поездка в отрочестве или ранней юности на отдаленные территории. Причем можно отметить, что эти поездки связаны с регионами, различающимися по своим геохимическим особенностям. Один более соответствует равнинным показателям (для погребений

скифской культуры), а другой, скорее имеет указания на присутствие вулканических горных пород (для погребений кобанской культуры).

Вне зависимости от индивидуальной мобильности, те, кто родился в данной местности, оказываются здесь же и погребенными. Это может быть интерпретировано как проявление четкой территориальности в нормах жизни групп населения скифского времени.

Сюжет 2. Изучение состава усредненного пищевого рациона по составу изотопов азота и углерода коллагена костной ткани человека и травоядных животных. Подготовка образцов коллагена костной ткани проходила в Лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН с использованием оборудования ЦКП Института, определение изотопного состава в ЦКП ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН.

Изотопный состав коллагена животных характеризуется индивидуальной изменчивостью в рамках от -20,9‰ до 19‰ ($\delta^{13}\text{C}$) и от 3,6‰ до 8,1‰ ($\delta^{15}\text{N}$). Это соответствует величинам травоядных животных в различных условиях выпаса (кормления). Изменчивость изотопного состава азота коллагена человека невелика (от 9,32‰ до 11,54‰), соответствует смешанному белково-углеводному рациону. Вариации дельта углерода составляют более 5‰ (от -17,16 до -11,72). В рационе людей очевидно присутствует значительная доля проса. Особенно это характерно для людей из кургана № 9 погребения 2, относящегося к кобанской культуре. Традиция употребления проса была распространена в группах населения скифского времени в различных районах степного коридора.

Итак, вариации изотопного состава стронция позволяют судить, в целом, о невысокой миграционной активности людей из курганов Новозаведенное III, что находит аналогии в результатах ранее проведенных исследований (Miller, et al., 2021, Добровольская, Володин, 2020). Не встречено ни одного человека, которого можно было бы с уверенностью отнести к мигрантам первого поколения. Тем не менее, индивидуальная мобильность на протяжении жизни у погребенных в могильнике сильно различается. Особенности питания,

реконструированные по данным об изотопном составе, в целом, соответствуют пищевой модели скифов, в которой присутствовали белковые продукты и просо. Полученные данные вносят новые сведения об образе жизни скифского населения данного микрорегиона: наблюдается стабильность локализации зимников и летников скифов или же начало их седентаризации.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ №22-1800108 «Северный Кавказ в эпоху поздней бронзы и раннего железа: люди, кони, металл»

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольская М. В., Володин С. А.* 2020. Об изучении мобильности скифов по палеоантропологическим материалам // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4: История. Регионоведение. Международные отношения, vol. 25, no. 4, 2020, СС. 275-287.
- Канторович А. Р., Маслов В.Е.* 2017. Могильник Новозаведенное-III как свидетельство пребывания скифов в Центральном Предкавказье в конце V-IV в. до н. э. // Исторические исследования. Журнал Исторического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, no. 8, СС. 107-139.
- Канторович А.Р., Маслов В.Е.* 2018. Скифский курганный могильник Новозаведенное-III в Центральном Предкавказье: три сезона исследований // Кавказ в системе культурных связей в древности и Средневековье. XXX «Крупновские чтения» по археологии Северного Кавказа. Материалы Международной научной конференции. С. 196-198.
- Канторович А.Р., Маслов В.Е.* 2020. Курганный могильник Новозаведенное-III на Ставрополье: взаимодействие скифской и кобанской культур // Труды VI (XXII) Всероссийского археологического съезда в Самаре: сборник научных статей: в 3 т. том 2, с. 60-62.
- Канторович А.Р., Маслов В.Е.* 2022. Раскопки скифского курганного могильника Новозаведенное-III на Ставрополье в 2017 г // Периодизация

и типология археологических памятников древней и средневековой Абхазии и сопредельных территорий: Материалы V Международной абхазской археологической конференции, посвящ. 100-летию со дня рождения М.М. Трапша, Ин-т востоковедения РАН: Москва-Сухум, с. 187-194

Miller V. AR, 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.

Е.В. Долбунова, М.В. Добровольская, А. Н. Мазуркевич, В.И. Данилевская,
Д.И. Коробушкин, М.В. Саблин, К.Ю. Ильцевич

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ АЗОТА И УГЛЕРОДА КОЛЛАГЕНА КОСТЕЙ И
ЗУБОВ *SUS SCORFA* ПАМЯТНИКОВ НЕОЛИТА 6-3 ТЫС. ДО Н.Э.
(ДНЕПРО-ДВИНСКОЕ МЕЖДУРЕЧЬЕ И НИЖНЕЕ ПОДОНЬЕ):
РЕКОНСТРУКЦИЯ ПИЩЕВЫХ РАЦИОНОВ И ЭКОСИСТЕМ

Ключевые слова: неолитизация, фауна, моделирование экосистем,
предпосылки доместикации, изотопный состав коллагена.

Богатые экологические ниши Восточной Европы, вариативность культурного выбора древних сообществ, возможно, привели к консервации уклада охотников-собирателей, различным способам адаптации на территории Восточной Европы. Инновации в культурах, возникшие в это время, маркируют наступление эпохи неолита. Исходный тезис о мотивации перехода к производящей экономике, обусловленный стремлением к увеличению пищевых ресурсов, как следствие демографического роста и/или сокращения пищевой емкости эко ниш, не кажется убедительным для «лесного неолита». В связи с этим исследование взаимоотношений популяций человека с популяциями животных представляет большой интерес.

С распространением сплошного лесного покрова в раннем голоцене кабаны постепенно становятся одним из основных промысловых животных в лесной зоне Восточной Европы. Остается открытым вопрос: когда и при каких условиях в средних и высоких широтах начинается процесс управления ресурсами. Тысячелетия взаимодействия животных и человека на территории Восточной Европы не привели к началу доместикации. В среде различных сообществ охотников-собирателей могли существовать различные стратегии взаимодействия и/или системы охоты как управления ресурсами: через регулирование поло-возрастного состава, размера, количество убитых особей, оставление детенышей на поселении, удержание их рядом с поселением или

на ограниченном пространстве. Наше исследование - это первые шаги для получения информации в этом направлении для изучаемых территорий.

В исследовании рассматриваются два эталонных региона – Днепро-Двинское междуречье и Нижний Дон (п. Ракушечный Яр), по которым реконструируются хозяйственные системы охотников-собирателей неолита лесной и степной зоны Восточной Европы. Основная цель этого сообщения – представить изотопные характеристики образцов костной ткани диких кабанов из культурных слоев памятников Сертея II, Усвяты IV, Дубокрай VII, Ракушечный Яр на фоне аналогичных характеристик других диких животных. Это позволит оценить особенности экосистем, в которых жили эти животные, возможные стратегии регулирования и охоты на кабанов.

Днепро-Двинское междуречье

Днепро-Двинское междуречье – озерный край, где памятники расположены на берегах пост-ледниковых котловин. Основные промысловые животные – лось, кабан, бобр. Кости *Sus scrofa* происходят из поселений раннего-позднего неолита Усвяты IV слой А, Б, Сертея II, Сертея X, Сертея VIII, Дубокрай VII, Наумово, Рудня Сертейская. Один из эталонных памятников – это многослойный п. Сертея II, где в диахронной перспективе возможно рассмотреть изменения, происходившие с 6 по 3 тыс. до н.э. Анализ состава скелетных элементов кабана на п. Сертея II показал, что в наибольшем количестве представлен краниальный материал, а также дистальные кости конечностей. Это кухонные остатки, часть – со следами разделки, в основном происходящие от взрослых особей. Для изотопного анализа были отобраны образцы костей, зубов кабанов нескольких хронологических периодов – начало и конец 4 тыс. до н.э., 2500-2200 л. до н.э.

Результаты исследования показали, что изотопные значения для кабанов падают в облако значений с крупными млекопитающими, расположены в стороне от значений изотопов C/N бобра, в рационе которых много травянистых водных и околководных растений. Эти величины соответствуют ожидаемым для обитателей лесных гумидных ландшафтов с озерными и

болотными элементами. Изменчивость $\delta^{13}\text{C}$ кабанов составляет примерно 2 ‰ (от -23 ‰ до -21 ‰), $\delta^{15}\text{N}$ изменяется в пределах от 5,2‰ до 8‰. Кабаны (16 обр.) характеризуются величинами $\delta^{13}\text{C}$, типичными для животных, живущих в лесных условиях, возможно, с элементами влажных, болотистых элементов рельефа. Один образец значительно отличается - фрагмент корня резца из разрушенного черепа молодого (juv) кабана характеризуется значениями $\delta^{15}\text{N}$, типичными для растительноядных животных ($\delta^{13}\text{C}$ 21‰ $\delta^{15}\text{N}$ 4,75‰). Эти отличия позволяют предполагать, что данное животное обитало в других условиях - довольно расчлененного лесного массива с большим количеством опушек и полян, влажность которых несколько ниже, чем в лесу плотной сомкнутости.

Образцы всех хронологических периодов ложатся в узкий интервал значений, что можно интерпретировать как отсутствие кардинальных смен палеоэкологических условий, а значит и стратегий охоты (рис. 2). Существует небольшая разница в значениях между образцами постройки 1 и 3, происходящих из свайного поселения Сертея II. Учитывая узкий хронологический интервал существования построек, это может быть связано с выловом кабанов из различных экологических ниш или в разные сезоны.

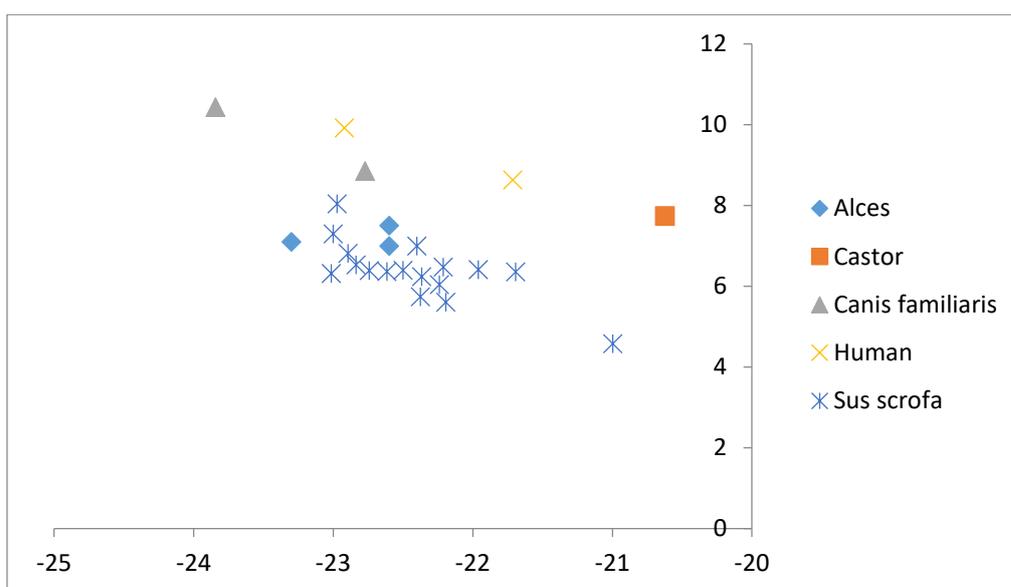


Рис.1. Изотопный состав коллагена костной ткани образцов кабанов из памятников Сертея II, Усвяты IV, Дубокрай VII в сопоставлении с образцами человека, собаки, лося и бобра.

Два образца происходят из памятника Усвяты IV. Вероятно, эти животные были связаны с лесными, но менее болотистыми и влажными условиями обитания. Пока это только предположение, которое может быть опровергнуто или подтверждено на большей численности образцов. Наблюдение представляется важным, так как кабаны живут довольно стационарно и лишь в экстремальных условиях повышают свою мобильность.

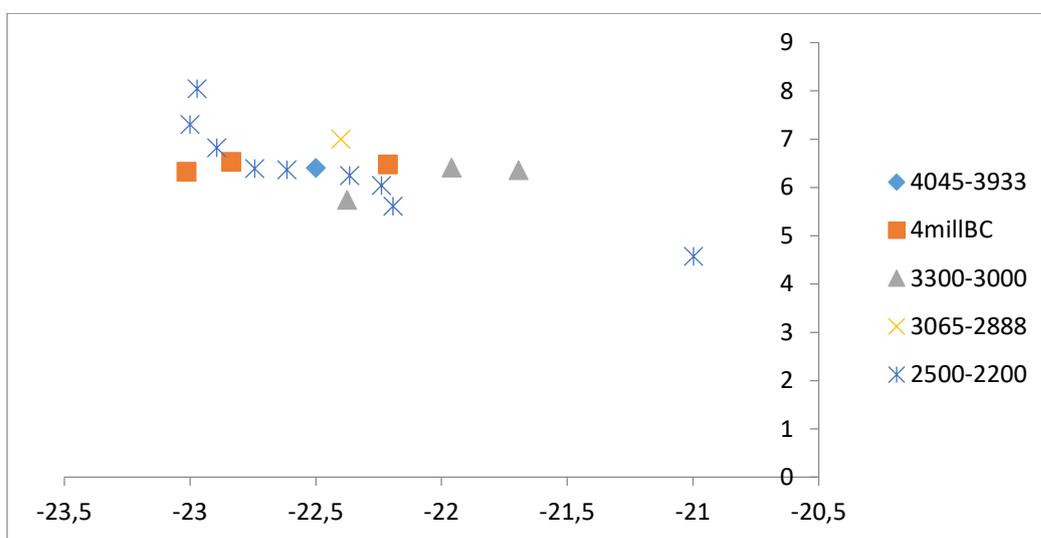


Рис. 2. Изотопные показатели коллагена кости кабанов из памятников лесной зоны с учетом хронологии.

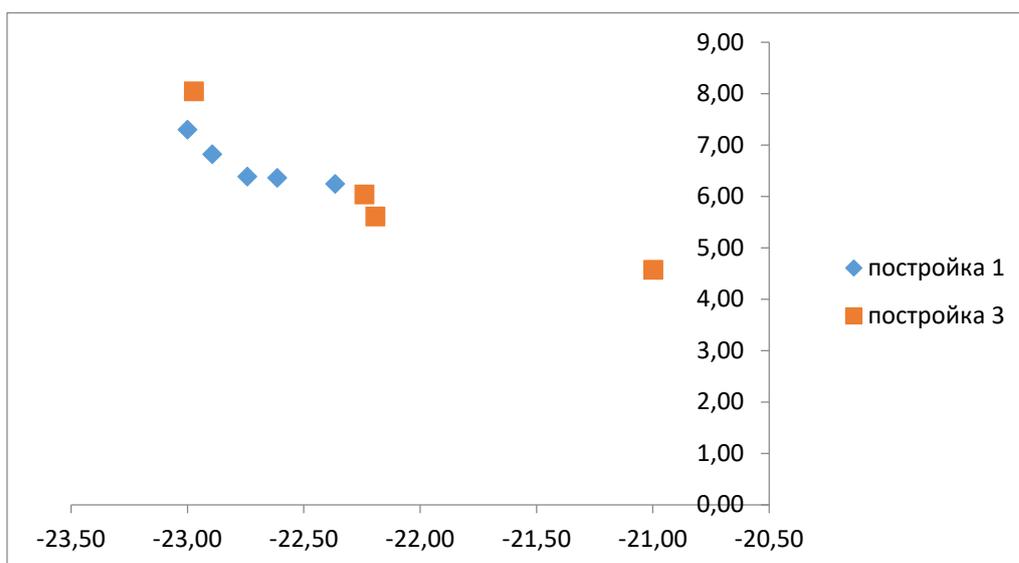


Рис.3. Изотопные показатели коллагена кости кабанов из построек 1 и 3 свайного поселения (п. Сертея II)

Нижний Дон (п. Ракушечный Яр)

П. Ракушечный Яр – многослойный памятник, где нижние слои середины 6 тыс. до н.э. могут быть интерпретированы как остатки специализированных сезонных стоянок с основной хозяйственной направленностью на лов рыб. Исследования проводились на коллекции кабанов, приуроченных к слоям раннего неолита, датирующихся серединой 6 тыс. до н.э. В этих слоях зафиксированы следующие виды промысловых животных: благородный олень, косуля, кабан, дикая лошадь. На памятнике была найдена значительная коллекция ихтиофауны. Здесь представлен широкий набор животных, который маркирует использование древними жителями ресурсов различных ландшафтов.

Значения $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$ каждого вида локализуются достаточно компактно (рис. 4). $\delta^{13}\text{C}$ кабанов (22 образца) варьирует в пределах от $-21,9\text{‰}$ – $18,8\text{‰}$. Показатели $\delta^{15}\text{N}$ изменяются в пределах 4‰ (от 6 до 10‰). Они располагаются в зоне растительноядных видов (бобр, благородный олень) и хищных пресноводных рыб (щука, судак), а также между ними. Это может быть связано с особенностями биологического поведения кабана в этой степной зоне. Места их обитания приурочены к пойменным лесам, плавням, тростниковым и кустарниковым зарослям по берегам рек и озер с периодическим выходом в степные ландшафты (Миноранский, Добровольский, 2013, с.104).

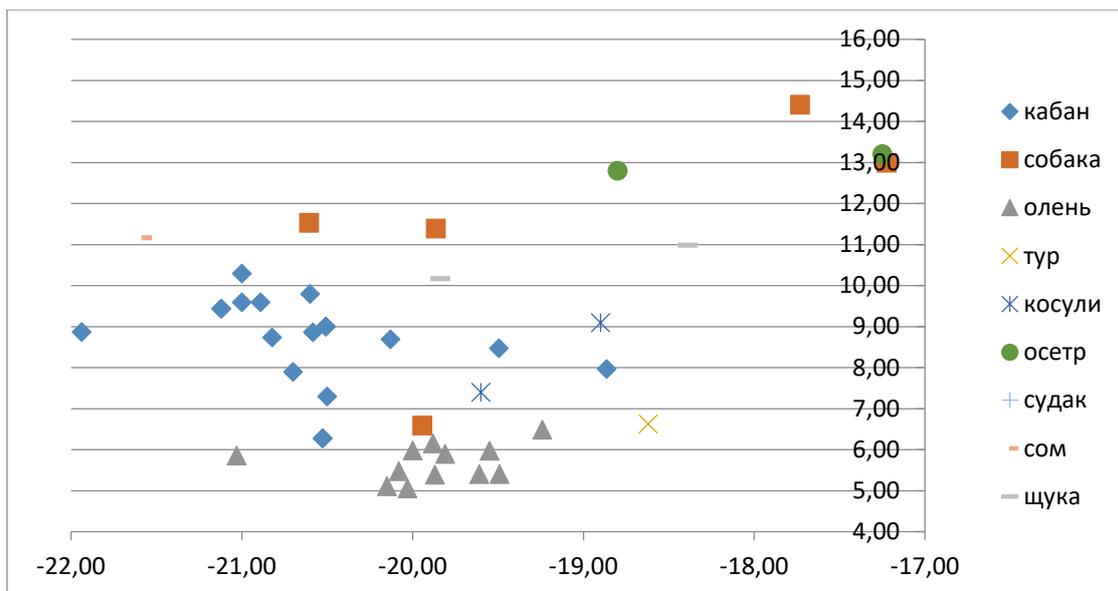


Рис.4. Положение изотопных показателей коллагена кабанов на фоне местной фауны Ракушечного Яра.

Заключение

Кабаны имеют довольно компактную территорию обитания (Экономов, Кульпин, 2011), вариативность изотопных значений может отражать кардинальную смену стада, возможные локальные охотничьи угодья, различные палеоклиматические изменения или намеренный прикорм кабанов и формирование моноориентированной диеты.

Вопросами domestikации кабанов с использованием данных изотопного анализа занимаются применительно к совершенно различным территориям и хронологическим периодам (Brusgaard, et al., 2022). Так, в обобщающей работе, посвященной сопоставлению «ближневосточного пути domestikации» и «дальневосточного пути domestikации» кабанов, отмечается, что для территорий Дальнего Востока в ряде случаев имеет место очевидное изменение состава диет кабанов. На Ближнем Востоке и позже в Европе – картина более сложная и менее однозначная. Одомашнивание далеко не всегда значительно сказывается на изменении пищевых ресурсов животных. Для культур охотников-собираателей (памятники культуры Эртебелле (Maring, Riede, 2019)) прослеживается связь между расширением использования водного (морского) пищевого ресурса людьми и кабанов. Возможно, отмеченная нами

особенность на материалах п. Ракушечный Яр – часть общей приспособительной стратегии охотников-собирателей, формировавших устойчивые отношения с популяциями важных промысловых видов.

Морфометрически кабаны Северо-Запада и юга Восточной Европы значительно отличаются, как может отличаться и их пищевой рацион, находившийся в прямой взаимосвязи с обитаемыми ландшафтами. По относительно низким значениям $\delta^{15}\text{N}$ предполагать существенную долю водной фауны в рационе кабанов из стоянок неолита Днепро-Двинского междуречья у нас нет оснований. Для п. Ракушечный Яр трофическое расположение некоторых из кабанов дает основание считать, что эти животные систематически употребляли в пищу водную фауну. Возникает вопрос: не связано ли это с активностью человека, который, добывая рыбу, оставляет значительную часть отходов, которые, в свою очередь могут быть утилизированы кабаном? Не видим ли мы в этом намечающуюся трофическую связь между диким животным и деятельностью человека? Вероятно, доказательно ответить на этот вопрос в настоящее время не представляется возможным.

Исследование памятников Днепро-Двинского междуречья выполнено при поддержке Российского Научного Фонда (проект № 22-18-00086 «Между востоком и западом: охотники-собиратели озерного края на Западе России в 7–3 тыс. до н. э. (экономические стратегии, культурные традиции, межрегиональные взаимосвязи и палеоэкологические условия), п. Ракушечный Яр – при поддержке РФФИ (РЦНИ)/ФДНЧ № 21-59-22008 "Ракушечный Яр – эталонный памятник раннего неолита Восточной Европы и его окружение: от истоков до угасания раннеэнеолитических традиций". Задействование материалов из коллекции ЗИН было выполнено в рамках госзадания ЗИН РАН №122031100282-2.

ЛИТЕРАТУРА

- Экономов А. В., Кульпин А. А. 2011. Оценка качества и емкости среды обитания кабана (*Sus scrofa* L., 1758). Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле», (4), С. 90-101.
- Миноранский В.А., Добровольский О.П. 2013. Прошлое и настоящее охотничьих млекопитающих Нижнего Дона. Ростов н/Д: Foundation, 218 с.
- Maring R., Riede F. 2019. Possible Wild Boar Management during the Ertebølle Period. A Carbon and Nitrogen Isotope Analysis of Mesolithic Wild Boar from Fannerup F, Denmark //Environmental Archaeology v. 24. Pp. 15-27
- Brusgaard NØ, Dee MW, Dreshaj M, Erven J, van den Hurk Y, Raemaekers D, et al. 2022. Hunting before herding: A zooarchaeological and stable isotopic study of suids (*Sus* sp.) at Hardinxveld-Giessendam, the Netherlands (5450–4250 cal BC). PLoS ONE 17(2): e0262557. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262557>

А. В. Епимахов, П. С. Анкушева, Н. С. Батанина

Д. В. Киселева, Е. В. Куприянова

“СВОИ И ЧУЖИЕ” ОБИТАТЕЛИ В АРХЕОЛОГИЧЕСКОМ МИКРОРАЙОНЕ СТЕПНОЕ (БРОНЗОВЫЙ ВЕК ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ)

Ключевые слова: эпоха бронзы, изотопы стронция, погребальные памятники, диагностирование мобильности.

Изучение мобильности по археобиологическим данным имеет солидный по численности подбор материалов, однако, детализация заключений по-прежнему редко опирается на выверенные методы сопоставления с фоном, не говоря уже о сравнении разных культурных традиций по этому показателю. В данном случае мы имеем возможность реализовать оба варианта исследования благодаря компактному расположению разнокультурных погребальных комплексов в одном микрорайоне (Куприянова, Зданович, 2015; Куприянова, 2016; Степное, 2023) и наличию карты фоновых значений (Епимахов и др., 2023).

Микрорайон у с. Степное (Пластовский район Челябинской области) включает многочисленные памятники бронзового века, среди которых в фокусе данной работы будут могильники Степное-1 и Степное VII, а также укрепленное поселение Степное, культурный слой которого содержал не только кости животных, но и человеческие захоронения. Хронология комплексов базируется на большой серии радиоуглеродных дат (Епимахов и др., 2021) и в целом укладывается в первые века II тыс. до н.э.

Выборка включает 46 измерений изотопного состава $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в эмали зубов людей (n=18) и животных (n=28), выполненных в ЦКП “Геоаналитик” Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург). Среди животных преобладают домашние виды (МРС, КРС и лошадь), дикие представлены единичными находками зубов косули и лося. С точки зрения культурной атрибуции, материалы делятся на синташтинские (n=37) и петровские (n=8), одно погребение имеет сейминско-турбинские черты обрядности. В качестве

методов первичного обобщения результатов и оценки гетерогенности была использована диаграмма размаха в приложении к разным группировкам исходных данных и другие показатели описательной статистики.

Объединенная выборка по людям отчетливо иллюстрирует неоднородность серии за счет наиболее низких значений, полученных при измерении костей двух индивидов. Эти показатели связаны с погребениями вне курганов: первое (синташтинское) обнаружено непосредственно на укрепленном поселении Степное, второе (имеющее сейминско-турбинские черты) в составе так называемого «зольника» за пределами его застройки. В обоих случаях мы имеем дело с экстраординарными комплексами.

Петровская серия более гомогенна в сравнении с синташтинской, о чем сигнализирует гораздо более низкое стандартное отклонение. Однако, и в этой серии следует упомянуть нестандартное парциальное захоронение, Sr-сигнал которого занимает промежуточную позицию между основной группой и упомянутыми девиантными погребениями. Различия между синташтинской и петровской выборками (за вычетом экстремальных значений) оцениваются нами как незначительные. Логично предположить, что происхождение основной по численности группы индивидов независимо от культурной принадлежности связано с микрорегионом.

Серия по животным относится только к синташтинской культуре. Ее вариативность обеспечена статистическими выбросами, полученными при анализе диких видов. Разделение выборки по видам домашних животных не выявляет достоверных различий. Следует думать, что они выпасались в одной и той же геоморфологической зоне. Свидетельств в пользу импорта животных нет. Эта часть заключений в свете относительно небольших по объему выборок требует дополнительной аргументации путем расширения числа анализов. Сравнение Sr-сигнала людей и животных не иллюстрирует серьезных статистических различий, хотя значения по животным незначительно выше.

Наличие карт интерполированных значений биодоступного стронция (*Chechushkov et al., 2023*) позволяет провести сравнение локального Sr-сигнала с археологическими образцами. В целом, территория Восточно-Уральской геологической мегазоны характеризуется довольно высокими для Зауралья значениями биодоступного стронция $0,7096 \pm 0,002$ (95 % ДИ) (*Епимахов и др., 2023. С. 1086*). Рассмотрим более детально локальные значения для окрестностей памятников в радиусе 10–15 км в долине р. Уй, рассчитанные по разным типам биодоступных образцов. В фоновую выборку вошли 25 локаций на интерполированных картах с условным центром в районе поселения Степное, включающие значения по воде, траве, почве, раковинам моллюсков, а также среднее по четырем типам для каждой локации.

Средние значения с доверительным интервалом в 95% составляют $0,709361 \pm 0,000162$ для воды, $0,709417 \pm 0,000066$ для травы, $0,708764 \pm 0,000109$ для почвы, $0,709590 \pm 0,000167$ для моллюсков; усредненное значение по четырем типам фоновых образцов $0,709283 \pm 0,0001$ (рис. 1). Различия средних значений не превышают критерий $n < 0,001$, ранее выделенный для Южного Зауралья и определяющий происхождение организмов из одной территории (*Епимахов и др., 2023. С. 1085*). Это говорит об относительной гомогенности показателей фоновых выборок и их пригодности для выявления организмов местного или не местного происхождения. Отметим также, что вариативность фоновых значений значительно ниже в сравнении с археобиологическими образцами.

В качестве границ фонового интервала мы определили нижнюю и верхнюю точки доверительных интервалов. Так, наименее радиогенное значение взято по почве (0,708655), а наиболее радиогенное – по моллюскам (0,709757). Мы осознаем, что этот интервал может быть несколько шире реального по данному микрорайону, тем более что мы используем относительно широкий радиус вокруг поселения – до 15 км. Однако, такое расширение границ мы считаем оправданным, т.к. оно позволяет выявить достоверные неместные археологические организмы.

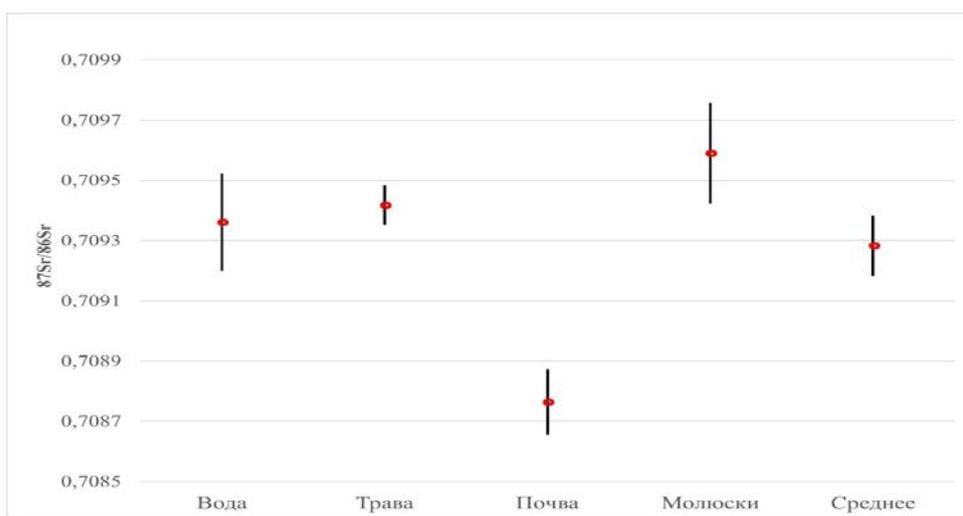


Рис. 1. Значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в различных типах фоновых образцов микрорайона у с. Степное (красной точкой обозначено среднее значение по каждой выборке, линией – 95% ДИ).

Согласно полученным результатам, в интервал фоновых значений попадает 41 из 46 археологических образцов. За его пределами находятся две группы организмов: первая – с пониженными значениями ($n=2$), вторая – с повышенными ($n=3$).

В первом случае речь идет о двух индивидах, погребенных на укрепленном поселении Степное, значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в эмали которых чрезвычайно близки (0,707584 и 0,707629 соответственно). Именно они попали в число статистических выбросов диаграммы размаха. Регион, где эти индивиды провели свое детство, мог быть общим и, по всей вероятности, лежит за пределами охваченной фоновыми картами биодоступного стронция территории Южного Зауралья, поскольку данные значения экстремально низки. Полученные результаты согласуются с археологическими данными: оба погребения имеют инокультурную керамику, хотя находятся в составе синташтинских комплексов. Необычны также выбор места упокоения – вне территории некрополя, в жилищном пространстве, и детали обряда, мало схожего с синташтинским. Формально в нижнюю границу фонового интервала укладывается упомянутое петровское погребение из могильника Степное VII, но иной выбор статистических процедур дал бы другой результат. Погребение также имеет девиантные черты.

Вторая группа организмов имеет более радиогенные значения стронция, нежели выделенные в рамках фонового интервала. Два из них получены по эмали зубов диких животных: косули (0,709936) и лося (0,712051), что также диагностировала диаграмма размаха археологической выборки. Наиболее вероятный ареал их обитания – зона ленточных боров, которые произрастают на гранитных массивах, обуславливающих повышенную радиогенность значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Еще одно значение этой группы (0,709845) получено в результате анализа эмали индивида синташтинской культуры мужского пола 45–55 лет, погребенного в могильнике Степное-1 (к.33, п.1, ск.1). Оно превышает фоновый интервал незначительно (на 0,0001) и может быть обусловлено как неместным происхождением этого человека, так и некоторой вариативностью его диеты относительно соплеменников – например, большей долей мяса диких животных в рационе.

Проведенный анализ подтвердил небольшие масштабы мобильности большинства людей и животных в рамках социально-экономической модели, ставшей основной в Южном Зауралье на рубеже III–II тыс. до н.э. Это вовсе не исключало индивидуальную мобильность, при этом интеграция индивидов в новый социум, судя по данным разных памятников, могла протекать по-разному. В нашем распоряжении есть примеры как полной адаптации таких индивидов принимающим коллективом, так и практики их маргинализации, которые ярко иллюстрируют материалы микрорайона Степное.

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект №20-18-00402П.

ЛИТЕРАТУРА

Епимахов А. В., Куприянова Е. В., Хоммель П., Хэнкс Б. К. 2021. От представлений о линейной эволюции к мозаике культурных традиций (бронзовый век Урала в свете больших серий радиоуглеродных дат) // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой

обитания: проблемы исторической реконструкции: материалы I
Междунар. междисциплинар. конф. / отв. ред. Е. В. Куприянова.
Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та. С. 7–29.

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. DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-6-1079-1094

Куприянова Е. В. 2016. Погребальные практики эпохи бронзы Южного
Зауралья: могильник Степное-1 (раскопки 2008, 2010-2011, 2014 гг.)
Челябинск: Энциклопедия. 118 с.

Куприянова Е. В., Зданович Д. Г. 2015. Древности лесостепного Зауралья:
могильник Степное VII. Челябинск: Энциклопедия. 194 с.

Степное: новые горизонты / под общ. ред. Е. В. Куприяновой. 2023.
Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та. 292 с.

Chechushkov I., Epimakhov A., Ankushev M., Ankusheva P., Kiseleva D. 2023.
Interpolated data on bioavailable strontium in the southern Trans-Urals.
Zenodo. doi:10.5281/zenodo.7370066

Д.В. Киселева, Е.С. Шагалов, Т.Г. Окунева, Н.Г. Солошенко,
А.Д. Рыбакова, Е.А. Панкрушина, А.Д. Рянская
В.С. Игошева, А.К. Фокина, В.П. Федорова

КАРТИРОВАНИЕ ИЗОТОПНЫХ ОТНОШЕНИЙ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
БИОДОСТУПНОГО СТРОНЦИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ
УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА, ПРИЧЕРНОМОРЬЯ И КАВКАЗА

Ключевые слова: палеоэкология, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, изоскейп, геохимическое картирование, биодоступный стронций.

Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ широко используются для отслеживания мобильности и/или географического происхождения биогенных образцов для решения новых вопросов в экологии и палеоэкологии, археологии, криминалистике, аутентификации пищевых продуктов (Bentley, 2006; Hobson et al., 2010). При этом $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в исследуемом образце должно сравниваться с изотопными отношениями стронция в его потенциальных источниках (фоновые или базовые линии, изоскейпы). Отметим, что отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в каждой конкретной пробе биодоступного стронция не является результатом процессов изотопного фракционирования, а отражает смешение изотопно-различных источников стронция (Bataille et al., 2020).

По мере взаимодействия горных пород с гидросферой, атмосферой и биосферой стронций из коренных пород переносится в другие поверхностные резервуары, такие как почвы и растения (Bataille et al., 2020). Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в образцах биодоступного стронция зависят от геологического возраста и литологии подстилающих горных пород, которые с различной степенью достоверности могут быть предсказаны и смоделированы (Bataille et al., 2020; Bataille, Bowen, 2012).

В рамках работ по построению изоскейпов для различных регионов Российской Федерации коллективом авторов в 2023 году проведены экспедиционные работы в центральных и западных районах Пермского края.

В северных районах Республики Башкортостан и Татарстана доотобраны пробы в долинах рек Белая и Кама до слияния с Волгой. Таким образом, р. Кама (основная водная артерия Пермского края) прослежена и опробована на всём протяжении от истоков около села Кулига, Республика Удмуртия, на западной границе Пермского края, до устья у пгт Александровское, Республика Татарстан. Также опробованы основные крупные притоки Камы: Буй, Чусовая, Сытва, Яйва, Вишера, Весляна, Черная и др. Длина маршрута, пройденного по Пермскому краю составила порядка 5500км, при доотборе порядка 700 км (от г. Уфа до пгт Александровское).

В Пермском крае посещены все 33 административных района: Бардымский, Берёзовский, Большесосновский, Верещагинский, Гайнинский, Горнозаводский, Еловский, Ильинский, Карагайский, Кишертский, Косинский, Кочёвский, Красновишерский, Кудымкарский, Куединский, Кунгурский, Нытвенский, Октябрьский, Ординский, Осинский, Оханский, Очёрский, Пермский, Сивинский, Соликамский, Суксунский, Уинский, Усольский, Частинский, Чердынский, Чернушинский, Юрлинский, Юсьвинский.

Также организована полевая экспедиция в Ставропольский край, Кабардино-Балкарскую и Карачаево-Черкесскую республики, отдельные районы республик Калмыкия и Дагестан, Башкортостан и Татарстан, Саратовской, Волгоградской, Астраханской.

На перечисленных территориях проводилось геохимическое картирование с отбором образцов, характеризующих биодоступный стронций (растительность, почва, горные породы, поверхностная и подземная вода, раковины моллюсков). По Пермскому краю опробовано более 120 точек; собрана представительная коллекция фоновых образцов биодоступного стронция (более 300 проб). По Ставропольскому краю и Кавказу опробовано более 250 точек, отобрано более 670 проб.

Пробоподготовка и изотопный анализ стронция методом мультиколлекторной ИСП-МС (Neptune Plus) проведен в ЦКП «Геоаналитик»

ИГГ УрО РАН (Екатеринбург) в соответствии с протоколами, приведенными в (Киселева и др., 2021).

С использованием программного обеспечения Surfer построены карты распределений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ на территориях исследованных регионов России. Для интерполяции первичной карты вариаций изотопов стронция использован метод кригинга (кригинг с неизвестным средним) с линейной вариограммой.

Работа поддержана РФФ, проект № 22-18-00593.

ЛИТЕРАТУРА

- 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 263:176-187. DOI: 10.25681/IARAS.0130-2620.263.176-187*
- Bataille C.P., Bowen, G.J., 2012. Mapping $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ variations in bedrock and water for large scale provenance studies // Chem. Geol. 304–305:39–52. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.01.028>.*
- Bataille C.P., Crowley B.E., Wooller M.J., Bowen G.J., 2020. Advances in global bioavailable strontium isoscapes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 555:109849. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109849>.*
- Bentley R.A., 2006. Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: a review // J. Archaeol. Method Theory 13:135–187. <https://doi.org/10.1007/s10816-006-9009-x>.*
- Hobson K.A., Barnett-Johnson R., Cerling T., 2010. Using isoscapes to track animal migration. In: Isoscapes: Understanding Movement, Pattern, and Process on Earth through Isotope Mapping. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 273–298. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3354-3_13.*

С.А. Нелюбов, А.С. Желудков, А.С. Гепалов

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И ХОЗЯЙСТВА НАСЕЛЕНИЯ
ЛЕСОСТЕПНОГО ПОДОНЬЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ФИЛАТОВСКОГО
КУРГАННОГО МОГИЛЬНИКА: ОТ ЭПОХИ БРОНЗЫ К
ПРЕДСКИФСКОМУ ВРЕМЕНИ

Ключевые слова: анализ стабильных изотопов азота и углерода, лесостепное Подонье, реконструкция пищевых моделей, эпоха бронзы, предскифское время.

Доклад посвящён результатам исследования рациона питания 19 индивидов, происходящих из Филатовского курганного могильника Добровского района Липецкой области. Первоочерёдной задачей исследования являлось получение широкого хронологического «среза» традиций хозяйства и питания населения региона, начиная со среднего бронзового века (воронежская археологическая культура (XXV–XX вв. до н. э. (Мимоход, 2019)) и заканчивая погребениями новочеркасского типа предскифского времени, датируемыми второй половиной VIII — первой половиной VII в. до н. э. (Медведев, 1999. С. 26). Для исследования нами был выбран метод анализа стабильных изотопов азота и углерода.

Изученные останки происходят из курганов № 1 и 2, исследованных И. А. Козмирчуком и В. А. Чивилевым соответственно. Памятник существовал на протяжении длительного периода: обнаружены погребения эпохи бронзы (воронежская, фатьяновская, доно-волжская абашевская (ранняя покровская) культуры, срубная КИО) и предскифского времени. Сохранность костей различна: от средней (не сильно фрагментированные останки, кость средней плотности) до очень хорошей (плотная, хорошо сохранившаяся костная ткань). Комплектность представлена в диапазоне от очень плохой (отдельные фрагменты костей разных отделов) до очень хорошей (полный скелет, представленный всеми отделами). Кроме того, были исследованы кости

четырёх баранов (напутственная пища) предскифского времени, что позволило частично реконструировать трофическую цепь. Материалы были предоставлены для исследования Липецким областным краеведческим музеем.

Отметим, что особенный интерес для нас представляла реконструкция особенностей питания пяти индивидов предскифского времени. Данные захоронения редки, относятся к переходному периоду, отчего особенно любопытно выявить особенности питания и хозяйства носителей данной культуры. Кроме того, такой значительный хронологический охват выборки позволял с некоторой вероятностью обнаружить и датировать первые в лесостепном Подонье следы регулярного употребления в пищу проса. Данный злак, как известно, маркируется С-4 изотопным сигналом углерода (более - 18‰).

Подготовка образцов коллагена проводилась в Лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН в несколько этапов с использованием приборной базы ЦКП ИА РАН. 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 показателей $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ был использован масс-спектрометр Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS.

Полученные нами данные из погребений среднего и позднего бронзового века указывают на потребление в пищу растительных пищевых ресурсов исключительно СЗ типа фотосинтеза. Белковые продукты занимали существенное место, но не полностью формировали диету населения. Сочетание единичных свидетельств появления проса в период поздней бронзы, выявленных археоботаническими методами (напр. Лебедева, 2005) и данных изотопного анализа позволяет судить о том, что если распространение проса в позднем бронзовом веке в лесостепном Подонье и началось, то не имело существенного значения для систем жизнеобеспечения. Нами не

прослежено серьёзных изменений пищевых традиций у погребённых эпохи бронзы: с точки зрения рациона питания эта группа достаточно гомогенна.

Показатели $\delta^{15}\text{N}$ для пяти индивидов предскифского времени, также можно считать достаточно высокими, однако в среднем ниже, чем у людей эпохи бронзы. Большая часть значений $\delta^{13}\text{C}$ расположена в зоне изменчивости, определяемой употреблением C_4 растений: такие данные получены для четырёх индивидов из пяти. Пищевые предпочтения погребённых характеризуются, вероятно, более низким влиянием мясомолочного компонента, по сравнению с эпохой бронзы. Рассмотрим также результаты анализа костной ткани четырёх домашних баранов. Низкая дельта азота свидетельствует о выпасе животных на просторных пастбищах. Известны опубликованные данные, демонстрирующие высокие величины дельта азота при содержании скота на ограниченной территории (Шишлина, 2007). Основу их рациона составляло, вероятно, местное разнотравье (C_3 фотосинтетики), так как отсутствуют показатели углерода выше -18‰ . Трофический шаг азота для млекопитающих в умеренных климатических условиях составляет порядка 3-6‰ на каждом уровне (Shoeninger, DeNiro, 1984). Разница среднего показателя $\delta^{15}\text{N}$ пяти погребённых предскифского времени, и того же показателя у травоядных животных составила практически полный трофический шаг. Это дает основание предполагать, что основу питания составляли продукты скотоводства. Примечательно, что маленькая выборка из пяти индивидов неоднородна в отношении употребления проса. Для большинства просяная пища – часть обыденного рациона. Для одного индивида мы не можем исключить эпизодическое употребление этого растения, но очевидно, что это не часть его привычного рациона (рис. 1).

Таким образом, в эпоху средней и поздней бронзы на материалах могильника Филатовка мы не наблюдаем следов употребления в пищу проса. Первое появление этого культурного злака, как основного растительного компонента в рационе питания населения лесостепного Подонья, относится к

VIII веку до н.э. Тем не менее, группа предскифского времени не является гомогенной с точки зрения пищевых предпочтений.

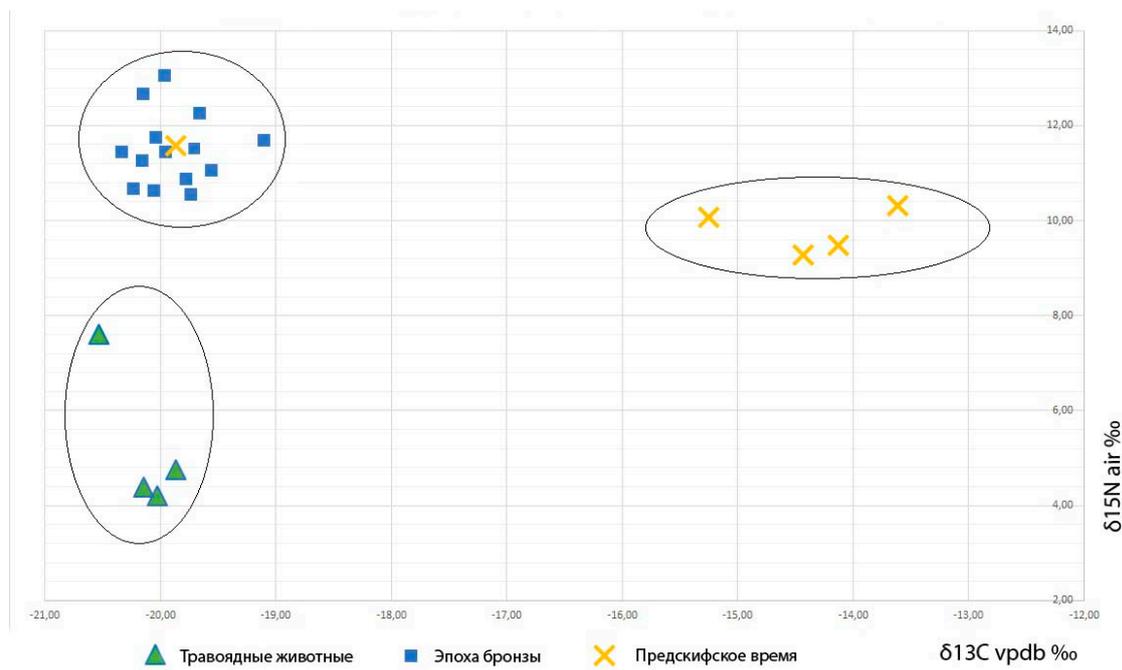


Рис. 1. Особенности питания погребенных из курганного могильника Филатовка.

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда Президентских грантов. Проект № 23-1-017907 «Хранители древностей».

ЛИТЕРАТУРА

- Козмирчук И.А.* Отчет о проведении спасательных работ при изучении кургана 1 у с. Филатовка Добровского района Липецкой области в 1990 г. // Архив ИА РАН. Ф-1. Р-1. № 16105
- Лебедева Е. Ю.* 2005. Археоботаника и изучение земледелия эпохи бронзы Восточной Европы // OPUS: междисциплинарные исследования в археологии. Сборник статей. М.: ИА РАН, Вып. 4. С 50-68.
- Чивилёв В.А.* Отчет об археологических исследованиях в 1999 г. // Архив ИА РАН. Р-1. №23623.
- Шишлина Н.И.* 2007. Северо-Западный Прикаспий в эпоху бронзы (V-III тысячелетия до н.э.) / Тр.ГИМ. Вып. 165. М.: 400 с.

Shoeninger M. J., DeNiro M. J. 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals // *Geochemica et Cosmochimica Acta*. 48: 625–639.

Медведев А.П. 1999. Ранний железный век лесостепного Подонья. М.: Наука.

Мимоход Р.А. 2019. Хронология воронежской культуры (по материалам погребальных памятников) // *КСИА*. Вып. 256. С. 121-135

Д.В. Папин, С.В. Святко, Я.В. Фролов

ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОДИЕТЫ СКИФСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНОГО АЛТАЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ИЗОТОПНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Ключевые слова: изотопный анализ, экономика, палеодиета, скифское время, Алтай.

Ведущим направлением хозяйства населения, оставившего памятники староалейской культуры скифского времени лесостепного Алтая, было скотоводство. Кости домашних животных преобладают в материалах поселений и в составе заупокойной пищи. В составе стада «староалейцев» главную роль играл крупный рогатый скот, значительно меньше было лошадей и только 10-15 % овец. Значительная роль крупнорогатого скота в скотоводческом хозяйстве свидетельствует о слабой подвижности групп скотоводов, имеющих подобный состав стада; данное сочетание видов животных в составе стада фиксируется с периода бронзы и в период раннего железа для зоны Верхнего Приобья.

Несмотря на то, что поселения староалейской культуры часто размещаются вблизи лесных массивов, малое число находок костей диких животных - косули, лося, лисы, бобра и др. – свидетельствуют о том, что охота у «староалейцев» имела вспомогательное значение.

Одним из условий расположения староалейских поселений было их размещение на берегу водного объекта. Большинство поселений встречаются на берегах р. Оби. Несмотря на это, данные археологии не позволяют говорить о значительном распространении рыбной ловли в хозяйстве населения скифского времени долины р. Оби в ее верхнем течении. Об имеющихся традициях рыболовства у «староалейцев» свидетельствует лишь находка гарпуна в могиле 30 некрополя Фирсово XIV (Фролов, 2008 рис. 147-1).

Вспомогательный характер в хозяйстве «староалейцев» носили собирательство и мотыжное земледелие. Археологических свидетельств распространения земледелия у «староалейцев» очень мало. Единственными артефактами, связанными с этой отраслью хозяйства, являются находки зернотерок. Исследования крахмалов и фитолитов в зубном камне населения периода раннего железа Алтая, в том числе и у групп староалейцев, указывают на то, что в их рационе присутствовали и продукты собирательства – клубни кандыка и сараны, крапивы, а также культивируемые злаки – прежде всего просо (*Zanina, Tur, Svyatko, Soenov, Borodovskiy, 2021, p. 10-11*).

Грунтовый могильник Фирсово XIV находится в центральной части Фирсовского археологического микрорайона в южной части Верхнего Приобья лесостепного Алтая на правом берегу р. Оби (*Фролов, 2008 с. 394*). На сегодняшний день здесь раскопана самая большая серия из 112 погребений староалейской культуры, включающая захоронения 122 индивидов. Основной комплекс некрополя датируются в пределах VI-V вв. до н.э. В материалах этого памятника проявляются черты уже сложившихся традиций погребального обряда и вещевого комплекса староалейской культуры. Для анализа были отобраны образцы костей и зубов 28 индивидов из различных могил памятника Фирсово XIV староалейской культуры, а также 10 травоядных животных из могильников Фирсово XI и XIV.

Данное исследование включало в себя радиоуглеродное (^{14}C) датирование материалов, а также мульти-изотопный анализ. Относительно последнего, проводился анализ как основных диетарных изотопов – азота ($\delta^{13}\text{C}$) и углерода ($\delta^{15}\text{N}$), так и, впервые для этих регионов, анализ стабильных изотопов серы ($\delta^{34}\text{S}$), кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) и водорода (δD) с целью выявления мобильности населения, возможных мигрантов в данной группе, а также получения дополнительной информации по диете. Стратегия данного исследования была такова, что в первую очередь было проведено ^{14}C датирование материалов и анализ изотопов азота и углерода, и затем, исходя

из полученных результатов, были отобраны образцы на анализ изотопов серы, кислорода и водорода. Анализ проводился в двух лабораториях – в лаборатории 14CHRONO Centre for Climate, the Environment and Chronology (Королевский Университет Белфаста, Северная Ирландия; ^{14}C , $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$), и в лаборатории Iso-Analytical Ltd (Кру, Англия; $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD).

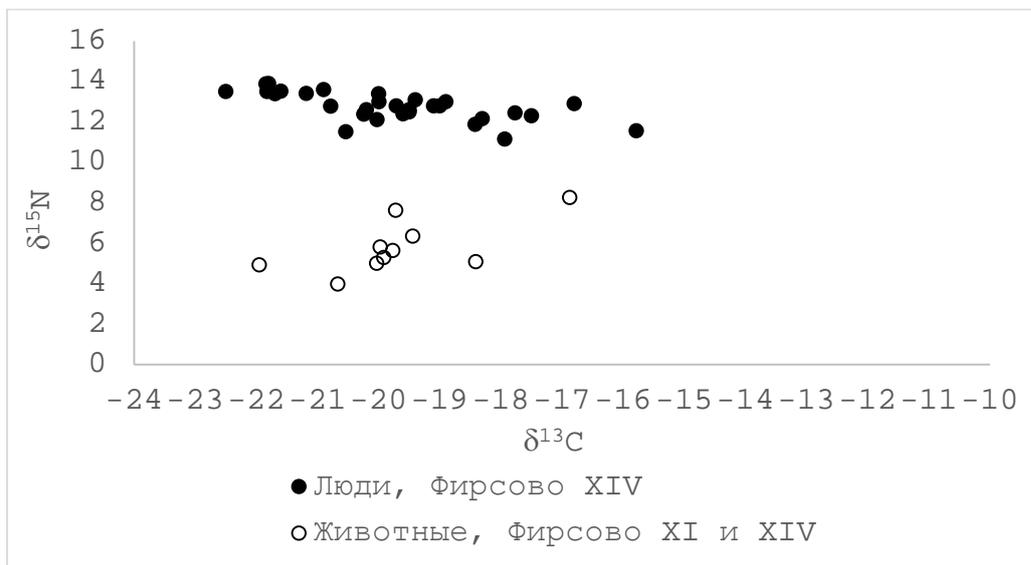


Рис. 1. Статистика C/N измерений.

Результаты ^{14}C датирования 28 людей и трех травоядных животных оказались достаточно неожиданными. В то время как калиброванные даты по образцам животных могильника Фирсово XIV датируются серединой IV в. до н.э. – I в. до н.э., могильника Фирсово XI – I в. до н.э., даты по образцам костей людей оказались лежащими в пределах XII-IX вв. до н.э., что показывает систематическое расхождение. На данный момент единственным объяснением такого удреждения видится влияние пресноводного резервуарного эффекта на индивидов из данного памятника. Результаты изотопного анализа азота и углерода подтверждают достаточно интенсивное потребление рыбы людьми из Фирсово XIV (Рис. 1). Средние показатели $\delta^{15}\text{N}$ у проанализированных людей равны $12.8 \pm 1.4\text{‰}$; соответствующие показатели у местных животных (могильники Фирсово XI и XIV, 10 образцов) равны $5.8 \pm 2.6\text{‰}$.

Помимо повышенных значений $\delta^{15}\text{N}$, указывающих на потребление людьми рыбы, результаты изотопного анализа демонстрируют большой разброс по показателям $\delta^{13}\text{C}$, говорящий о присутствии проса у некоторых индивидов, два образца выделяются самыми высокими значениями.

Таким образом, по изотопным данным мы видим разные типы питания у представителей староалейской общности Фирсово XIV, что в целом говорит о многоотраслевом хозяйстве данной группы, включавшем в себя в большой степени и скотоводство, и рыболовство, и земледелие(?).

Несмотря на предположительно интенсивное потребление рыбы людьми из Фирсово XIV по данным изотопов азота (а также удревненным ^{14}C датам), анализ стабильных изотопов серы не показал существенной разницы между значениями людей (среднее значение $4.5 \pm 1.5\text{‰}$) и травоядных животных (среднее значение $4.6 \pm 2.3\text{‰}$). По-видимому, анализ $\delta^{34}\text{S}$ (использующийся на археологических материалах для различения пресноводных и наземных ресурсов при наличии соответствующей изотопной разницы между этими системами) является неэффективным для памятников Приобья.

На данный момент не до конца понятны результаты изотопного анализа водорода у людей и животных из Фирсово XIV. В целом, на показатели δD влияют два основных фактора: питьевая вода и диета. Т.е. данный анализ демонстрирует эффект трофического уровня с увеличением показателей от травоядных к всеядным и людям с разницей в 10-30‰, а также географические различия. Обычно прослеживается положительная корреляция между изотопными показателями азота и водорода, однако, в отличие от $\delta^{15}\text{N}$, изотопные показатели водорода не подвержены влиянию таких факторов, как засуха или унаваживание. По данным δD для материалов из Фирсово XIV видна трофическая разница между животными и людьми, у людей прослеживается положительная корреляция с показателями $\delta^{15}\text{N}$, однако у

животных наблюдается отрицательная зависимость между значениями δD и $\delta^{15}N$, причина которой пока не ясна.

Изотопный анализ кислорода был сделан только для 14 людей (11 женщин и 3 мужчин) из могильника Фирсово XIV. Данные показывают разброс в значениях $\delta^{18}O$ (от -12.7 до -9.2‰), но в то же время отсутствие индивидов с резко отличающимися показателями (явных мигрантов). В целом показатели у женщин несколько выше, чем у мужчин, однако на данный момент имеющаяся выборка по мужчинам слишком ограничена для построения выводов по возможной разнице в географии происхождения разных индивидов. Самое высокое значение $\delta^{18}O$ принадлежит одной женщине, у которой также отмечается самый высокий показатель $\delta^{13}C$ (-15.8‰). Возможно, это указывает на то, что в Фирсово XIV наиболее выраженные «просоеды» были мигрантами, что ставит под вопрос интенсивность возделывания этой культуры в Приобье.

Зафиксированные в результате изотопного анализа азота и углерода данные, подкрепленные, в том числе и результатами радиоуглеродного датирования, выявившего резервуарный эффект для людей староалейского комплекса могильника Фирсово XI, свидетельствуют о потреблении рыбы населением этой культуры. Эти материалы, несмотря на наличие лишь единичных археологических находок, связанных с рыболовством староалейской культуры, позволяют говорить о существенном месте этого направления в составе отраслей хозяйства этой культуры. Данные этнографии, свидетельствуют полном отсутствии или зачатках рыболовства у кочевого и полукочевого населения степной и юга лесостепной зоны Западной-Сибири. Проявления рыболовства в староалейском хозяйстве свидетельствуют о трансформации системы жизнеобеспечения скотоводов юга Верхней Оби в период раннего железа, связанном с адаптацией хозяйства к природным условиям долины р. Оби – не позволяющим развиваться и стабильно существовать скотоводству, основанному на круглогодичном способе

содержания скота на подножном корму. Подобные процессы зафиксированы и для северной зоны Обь-Иртышского междуречья начиная с пояса северной лесостепи и подтайги для всего периода железа. Данные тенденции фиксируются и на данных свидетельствующих о употреблении растительной пищи.

Полученные сведения о употреблении проса в группе, оставившей староалейский могильник Фирсово XIV, с одной стороны, подтверждают полученные ранее сведения о том, что земледельческий продукт являлся частью рациона населения Алтая. Но с другой позволяют ставить вопрос о неоднородной степени употребления растительной пищи разными группами населения Верхнего Приобья. Несмотря на то, что имеющиеся результаты изотопного анализа по показателям $\delta^{13}C$ основаны на малой выборке, они достаточно показательны – так в одном парном погребении, зафиксирована разная степень потребления проса погребенных в этом захоронении мужчины и женщины. Это может свидетельствовать о том, что женщина употреблявшая чаще растительный продукт была инкорпоранткой в среде населения оставившего староалейский могильник Фирсово XIV. Другое захоронение могильника где зафиксировано повышенный уровень употребления проса тоже является женским. Настолько разные данные уровне потребления растительной пище у этих женщин могут говорить о том, что они могут быть включены в общество «староалейцев», оставивших могильник Фирсово XIV в результате брачных связей с группой населения, где употребление проса было более частой практикой. Причем, необязательно у этой группы была развито земледелие. Разнообразие диеты скотоводов и включение в нее значительного количества растительных компонентов, может говорить и о большей эффективности хозяйства таких групп населения получавших растительный продукт в результате интенсификации обмена.

В целом, полученные данные подтверждают и укрепляют представления о том, что несмотря на редкие археологические свидетельства о рыболовстве

и земледелии у населения раннего железного века юга Верхнего Приобья, данные отрасли были включены в систему жизнеобеспечения населения скифского времени этого региона.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФ проект № 20-18-00179 «Миграции и процессы этнокультурного взаимодействия как факторы формирования полиэтничных социумов на территории Большого Алтая в древности и средневековье: междисциплинарный анализ археологических и антропологических материалов».

ЛИТЕРАТУРА

Фролов Я.В., 2008. Погребальный обряд населения Барнаульского Приобья в VI в. до н.э. – II в н.э. (по данным грунтовых могильников). Барнаул: Азбука. 79 с.

Zanina O.G., Tur S.S., Svyatko S.V., Soenov V.I., Borodovskiy A.P. 2021. Plant food in the diet of the Early Iron Age Altai pastoralists: evidence from dental calculus and grinding stone //Journal of Archaeological Science Vol 35, s. 1-14. DOI:10.1016/j.jasrep. 102740.

ЕЛИ ЛИ САРМАТЫ РЫБУ?

Ключевые слова: Нижнее Поволжье, сарматский период, диета, изотопный анализ, археопаразитология

При рассмотрении вопросов, связанных с понятием «образ жизни» степных кочевников раннего железного века, неотъемлемым аспектом является тема рациона питания. Основным источником для реконструкции специфики диеты кочевников Нижнего Поволжья являются археологические данные. Впервые в научный оборот вводятся данные стабильных изотопов азота и углерода коллагена костной ткани индивидов из курганных могильников II в. до н.э. – IV в. н.э. с территории Нижнего Поволжья, а так же археопаразитологические данные со смывов крестцов. Сведения, полученные, в результате исследования позволят дополнить и расширить наши представления об особенностях питания древних кочевников.

В рамках исследования отобраны пробы от взрослых индивидов разного пола, происходящие из погребений разных хронологических отрезков (ранний, средний, поздний сарматский период). В выборку включены индивиды с прижизненной искусственной деформацией черепа.

Получены результаты изотопного анализа коллагена костной ткани для 26 индивидов. Диапазон значений $\delta^{13}\text{C}$ от -18,52‰ до -15,54‰ (2,98‰), среднее -17,22‰. Значения $\delta^{15}\text{N}$ варьируют от 10‰ до 14,65‰ (4,65‰), в среднем составляют 12,4‰. На данный момент, в отсутствии данных по фауне, мы можем только констатировать, что в каждодневном рационе важное место занимал белок наземного происхождения (мясо, мясо-молочные кушанья?), а растительная основа базировалась на просе (растения C4 типа фотосинтеза). Немаловажный фактор при интерпретации данных – учёт аридизации климата. На данный момент не выявлено значительных различий в изотопных сигналах между мужчинами и женщинами, хронологически разных групп погребенных.

Индивиды с деформацией черепа не отличаются от таковых без модификации головы.

Археопаразитологическое исследование образцов из смылов остатков крестцов показало наличие яиц кишечных паразитов у нескольких индивидов из двух археологических памятников. В образцах грунта полученных при обработке крестцов двух человек из могильника Ковалевка I и у одного погребенного в могильнике Перегрузное I, были обнаружены яйца лентецов рода *Dibothriocephalus*. Согласно проведенной дифференциальной диагностике, обнаруженные при микроскопировании яйца, с большой долей вероятности могут быть отнесены к виду *Dibothriocephalus latum* (широкий лентец). Человек заражается данным биогельминтом при употреблении в пищу сырой или недостаточно термически обработанной рыбы. Хотя письменные источники не содержат упоминаний рыболовства у сарматов и питания рыбой, наличие в образцах яиц данного паразита может свидетельствовать о том, что сарматы периодически могли употреблять в пищу термически необработанную рыбу, по крайней мере, в качестве дополнения к основному мясному рациону (Slepchenko et al., 2019).

Таким образом, полученные результаты позволяют расширить наши представления об особенностях образа жизни и питания степных кочевников Поволжья.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 21-18-00263 «Археопаразитологические спектры древнего и средневекового населения Северного Причерноморья и юга Русской равнины: новый подход в биоархеологических реконструкциях».

ЛИТЕРАТУРА

Slepchenko S., Pererva E. Ivanov S., Klepikov V.M. 2019. Archaeoparasitological analysis of soil samples from Sarmatian Burial Ground Kovalevka I, 2nd–1st centuries BCE, Russia // Journal of Archaeological Science: Reports. 26. 101874.

Н.Г. Солошенко, Н.И. Шишлина, Л.В. Леонова, Д.В. Киселева
ВАРИАЦИИ ИЗОТОПОВ СТРОНЦИЯ В ХЛОПКОВОМ ТЕКСТИЛЕ
ЭПОХИ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ: ПРОБОПОДГОТОВКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ

Ключевые слова: средневековый текстиль, методики изотопного анализа стронция, изоскейпы.

Прикладное использование естественнонаучных методов для исследования археологических находок уточняет исторический контекст и, кроме того, способствует воссозданию несохранившейся информации. В частности, определение изотопного состава текстиля позволяет реконструировать “биографию” самого предмета и его перемещение в географическом пространстве – от места производства до места потребления и захоронения.

Определение изотопного отношения стронция $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в археологическом текстиле является сложной аналитической задачей. Наличие загрязнений от микрочастиц, которые могут «налипать» на неоднородную поверхность волокон во время нахождения фрагмента в культурном слое погребения или другого памятника, может привести к изменению изотопного состава стронция в самом текстиле. Это связано с тем, что минеральные частицы, содержащиеся в грунте, могут содержать как высокие концентрации стронция при его различных изотопных отношениях (например, пониженные $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в плагиоклазах, повышенные – в карбонатах), так и низкие содержания стронция (пониженные $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в оливинах, повышенные – в слюдах, глинах) (Frei et al., 2009). Кроме очистки от загрязнений, трудность представляет и сам масс-спектрометрический анализ стронция, поскольку его содержания в небольших фрагментах текстиля составляют единицы ppm, что приводит к необходимости его хроматографического выделения и концентрирования.

Целью работы являлась апробация методики изотопного анализа стронция в археологическом хлопковом текстиле эпохи средневековья для последующего определения вероятного ареала происхождения сырья.

Для проведения сравнительного анализа использовали изотопные данные по фрагментам текстиля и литературным данным по фоновым образцам биодоступного стронция для республики Калмыкия (коллекция Государственного исторического музея, г. Москва).

Методика анализа. Все химические операции выполняли в чистых помещениях (класса чистоты ИСО 6 и 7) с принудительной подачей фильтрованного атмосферного воздуха HEPA-фильтрами и использованием PTFE, PFA и полипропиленовой посуды, специально очищенных реагентов. Используемая вода и кислоты дважды очищались в аппаратах очистки реагентов при температуре ниже температуры кипения в аппаратах Savillex DST-100 и Berghof.

Предварительная очистка текстиля проведена согласно протоколу (Киселева и др., 2023). Для очистки от силикатных частиц пыли исследованные образцы массой 20-40 мг выдерживали в 20 % HF в течение 1 часа в полипропиленовых пробирках в ультразвуковой ванне при комнатной температуре. После этого оставшийся промывной раствор «откачивали» автодозатором, а текстиль дважды промывали 1 мл деионизованной воды. Объединенные промывные воды переносили в полипропиленовую пробирку и анализировали как отдельную пробу для сравнения с изотопным составом стронция текстиля.

После этого очищенные образцы просушивали на плитке при температуре 120 °С открытым способом до полного высыхания. Далее образцы заново взвешивали и растворяли в смеси 1:1 30 % HNO₃ и 30 % H₂O₂ и далее проводили хроматографическое выделение стронция с использованием ионообменной смолы Sr по протоколу, адаптированному из (Horwitz et al., 1992).

Холостой опыт всей аналитической процедуры на одну пробу (кислотное разложение и колоночная хроматография) составил 0.3 нг для Sr и 1.5 нг для Rb. Содержание стронция в образцах текстиля значительно больше, так что значение холостого опыта пренебрежимо мало, и нет необходимости введения поправки на холостой.

Измерение изотопного состава Sr в образцах выполняли на мультиколлекторном масс-спектрометре двойной фокусировки с термической ионизацией Triton Plus в статическом режиме. Фракцию Sr растворяли в 2 мкл 3% HNO₃ и наносили с добавлением оксида тантала на предварительно дегазированную ренийевую ленту. Для Sr регистрировали сигналы 9 блоков по 10 циклов.

Для оценки качества анализов и точности измерительной системы обрабатывали результаты измерения изотопных отношений стронция в международном стандартном образце изотопного состава стронция SRM 987 (карбонат стронция) с коррекцией на изотопное масс-фракционирование по отношению $^{88}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 8.3752$ по экспоненциальному закону. По 70 независимым повторным измерениям за длительный период среднее значение отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в SRM 987 составило 0.710256 ± 0.000014 (2SD).

Изотопный анализ текстиля: интерпретация. Для исследования было отобрано пять образцов хлопковых волокон из текстильных изделий, происходящих из средневековых погребений северо-западного Прикаспия, регион Кумо-Манычской впадины и Южных Ергеней (могильники Манджикины I и II; Восточный Маныч, курганная группа I), Сальских степей (могильник Песчаный IV, Балка Большая Элиста (Леонова и др., 2021)) XIII-XIV вв. В качестве сопоставительного материала привлечен фрагмент хлопковой ткани из средневекового захоронения Восточного Приаралья, Казахстан, а как локальные фоновые образцы, характеризующие биодоступный стронций, использовались опубликованные данные по Калмыкии и Сальским степям (Шишлина и др., 2023). Из могильника

Манджикины II, курган 17, погребение 1 также проанализирован фрагмент древесины (футляр бронзового наперстка с хлопковой тканью).

Вариации отношений изотопов стронция $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ во фрагменте хлопковой ткани из Манджикин I, курган 14, погребение 11 (чехол для бронзового зеркала) оказались самые радиогенные (0.71007), из Восточного Маныча I, курган 21, погребение 1 (0.70847) и погребения в Балке Большая Элиста (р. Сал) (0.70835) – самые низкие. Промежуточное положение занимают данные по хлопковым нитям из Песчаного IV, курган 20, погребение 3 (0.70887), и Манджикин II, курган 17, погребение 1 (0.70911), совпадающие с данными по древесине из этого же погребения (0.70915).

Сравнительный анализ с вариациями отношений изотопов стронция в биодоступных элементах региональных экосистем Кумо-Манычской впадины и Южных Ергеней ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7088-0.7094$) и Сальских степей ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7085-0.7092$) (Шишлина и др., 2023) позволяет обсудить вероятные регионы, откуда могло происходить хлопковое сырье и даже сами ткани.

Очевидно, что можно говорить о трех производственных центрах, различающихся по изоскейпам биодоступного стронция. Однако при интерпретации следует учитывать и реальный исторический контекст. Все погребения расположены на юге Русской равнины в сухостепной и полупустынной зонах, где на протяжении тысячелетий основным занятием местного населения было подвижное скотоводство, а земледелие появляется только в конце XIX в., широко распространяясь со второй половины XX в. Хлопководство в этом регионе вообще не практиковалось. Условия для выращивания водозависимой культуры существовали в других географических условиях – в тропических, субтропических и умеренных широтах, для которых характерна теплая температура, отсутствие заморозков, количество годовых осадков в пределах 600-2000 мм. В X-XV вв. хлопок выращивали в Индии, Средней Азии, Аравии, Китае.

В раннем средневековье хлопковые ткани попадают в восточноевропейские степи как товар высокого статуса, а в эпоху монгольских

завоеваний и Золотой Орды (XIII-XIV вв.) появляются вместе с ее носителями (Леонова и др., 2021) – из хлопка сделаны аксессуары, из этой же ткани – детали костюма монгольских мужчин и женщин.

Сравнительный анализ с литературными данными позволяет высказать предположение, что хлопковая ткань из Манджикин I, к.14, п.1, для которой характерно самое радиогенное значение, могла быть сделана из китайского сырья. Для многих провинций Китая получен хотя и широкий диапазон фоновых образцов, но также отличающийся радиогенными значениями ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70194-0.75543$, среднее 0.71121 ± 0.00307 (Wang, Tang, 2020).

Ткани с низкими значениями вариаций изотопов стронция из Восточного Маныча I и Большой Элисты близки данным по позднесредневековому хлопку из Иноземцево (0.7083) (Леонова и др., 2021) и средневекового погребения Восточного Приаралья, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70832$. Возможно, все эти ткани происходят из одного центра. Очевидно, что это не китайский хлопок и связан с другим регионом, предположительно, Средней Азией или Индией. Хотя данные по образцам из Манджикин II и Песчаному IV как будто соотносятся с данными по местным элементам экосистем, считать хлопковые ткани местными все же нельзя. Изделие – деревянный наперсток и хлопковый чехольчик имеют одинаковые вариации изотопов стронция, вероятно, были сделаны в каком-то одном регионе из местных материалов, но его еще предстоит локализовать.

В будущем предстоит провести дополнительную сравнительную работу для уточнения двух других географических ареалов.

Заключение. Апробация методики изотопного анализа стронция к образцам хлопкового текстиля из средневековых погребений юга Русской равнины (Сальские степи, Кумо-Манычская впадина и Южные Ергени), сравнительный анализ с фоновыми данными по элементам экосистем нескольких регионов, анализ фрагментов ткани из Приаралья и Ставропольского края, а также природного и исторического контекста, позволил выделить три группы средневековых хлопковых тканей,

различающихся вариациями отношений изотопов стронция. Такие группы, скорее всего, отражают три разных географических ареала, где могло производиться хлопковое сырье и, возможно, сами ткани и изделия. Они попали в восточноевропейские степи как товар, или вместе с участниками западных монгольских походов. Природно-ландшафтные условия, где найдены ткани, и исторический контекст, несмотря на соответствие изотопных данных в ткани с местными изоскейпами, не позволяют считать ткани из Манджикин II и Песчаного IV местными. Они тоже были сделаны за пределами места находки, в другой природной и экономической среде, где было развито не просто земледелие, а хлопководство, требующее особых условий.

Пока можно предположить, что самая радиогенная группа, скорее всего, сделана из сырья китайского происхождения. Вторая, возможно, из среднеазиатского или индийского хлопка. Ареал третьей группы только предстоит установить.

Работа поддержана РФФ, проект № 22-18-00593.

ЛИТЕРАТУРА

- 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 263:176-187. DOI: 10.25681/IARAS.0130-2620.263.176-187.*
- Киселева Д.В., Червяковская М.В., Окунева Т.Г., Солошенко Н. Г., Карпова С.В., Шагалов Е.С., 2023. Способ очистки археологического шерстяного и растительного текстиля, а также современной шерсти животных для изучения изотопного состава стронция методом масс-спектрометрии. Патент на изобретение № 2795768 С1. 11.05.2023.*

- Леонова Н., Шишлина Н., Лобода А., Солошенко Н., 2021. Монголы на Дону: воссоздание утерянного исторического контекста естественно-научными методами // Российские нанотехнологии 16(5):651-658.*
- Ресурсы аридных регионов юга России и человек в эпоху бронзы, раннего железного века и средневековья, 2023. Отв.ред. Н.И.Шишлина, А.А. Казарницкий. Санкт-Петербург, Москва. 224 с.*
- Frei K.M., Frei R., Mannering U., Gleba M., Nosch M.L., Lyngstrøm H., 2009. Provenance of ancient textiles – a pilot study evaluating the strontium isotope system in wool // Archaeometry 51(2):252-276.*
- Horwitz P., Chiarizia R. Dietz M., Diamond H., Nelson. D., 1993. Separation and preconcentration of actinides from acidic media by extraction chromatography // Analytica Chimica Acta 281(2):361–372.*
- Wang X., Tang Z., 2020. The first large-scale bioavailable Sr isotope map of China and its implication for provenance studies // Earth-Science Reviews 210:103353.*

ОГЛАВЛЕНИЕ	Стр.
Путешествие руна, ткани или людей в костюмах (sr-изотопный анализ алакульского текстиля бронзового века южного Зауралья). П.С. Анкушева, Д.В. Киселева, Е.В. Куприянова, И.К. Новиков, И.В. Чечушков, А.В. Епимахов	7
Апробация метода изотопного анализа кислорода зубной эмали для реконструкции сезонности рождения овец и коз. К.А. Бабина, С.В. Шнайдер, А.В. Юмина, Е.В. Пархомчук	12
Результаты изотопного и липидного анализов содержимого сосудов с постобжиговой обработкой жиром (по данным эксперимента). А.Н. Бабенко, О.А. Лопатина, М.В. Шашков	18
Особенности пробоподготовки образцов бронзовых артефактов из памятников Северо-Западного Крыма для определения источников медного сырья методом pb-pb сигнатур. И.М. Васильева, М.А. Кулькова, Ю.В. Кожуховская	24
Алакульский могильник: вариативность диеты или мобильность (по результатам изотопного анализа). Е.О. Васючков, А.В. Епимахов, Д.В. Киселева, И.К. Новиков	32
Вариации изотопного состава углерода, азота и стронция в костной ткани и эмали зубов людей и лошадей из могильника скифской эпохи Новозаведенное III на Ставрополье (предварительные данные). М.В. Добровольская, А.Р. Канторович, В.Е. Маслов, Н.Н. Спасская, Н.Я. Березина, В.И. Данилевская	37
Изотопный состав азота и углерода коллагена костей и зубов <i>sus scrofa</i> памятников неолита 6-3 тыс. до н.э. (Днепро-Двинское междуречье и Нижнее Подонье): реконструкция пищевых рационов и экосистем. Е.В. Долбунова, М.В. Добровольская, А. Н. Мазуркевич, В.И. Данилевская, Д.И. Коробушкин, М.В. Саблин, К.Ю. Ильцевич	46
“Свои и чужие” обитатели в археологическом микрорайоне Степное (бронзовый век Южного Зауралья). А.В. Епимахов, П.С. Анкушева, Н.С. Батанина	54
Картирование изотопных отношений $87\text{SR}/86\text{SR}$ биодоступного стронция на территориях Уральского региона, Причерноморья и Кавказа. Д.В. Киселева, Е.С. Шагалов, Т.Г. Окунева, Н.Г. Солошенко, А.Д. Рыбакова, Е.А. Панкрушина, А.Д. Рянская, В.С. Игошева, А.К. Фокина, В.П. Федорова	60
Особенности питания и хозяйства населения лесостепного Подонья по материалам Филатовского курганного могильника: от эпохи бронзы к предскифскому времени. С.А. Нелюбов, А.С. Желудков, А.С. Гепалов	63
Особенности палеодиеты скифского населения лесостепного Алтая по материалам изотопного исследования. Д.В. Папин, С.В. Святко, Я.В. Фролов	68
Ели ли сарматы рыбу? Н.Г. Свиркина, Е.В. Перерва, Г.В. Алямкин, С.М. Слепченко	75
Вариации изотопов стронция в хлопковом текстиле эпохи средневековья: пробоподготовка и интерпретация результатов. Н.Г. Солошенко, Н.И. Шишлина, Л.В. Леонова, Д.В. Киселева	77
ОГЛАВЛЕНИЕ	84

Научное издание

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

Материалы VI заседания
16-17 апреля 2024 г

Ответственный редактор
д.и.н. М.В. Добровольская

Составители:

к.и.н. Н.Г. Свиркина, В.И. Данилевская
Компьютерная верстка В.И. Данилевская

**Институт археологии РАН
117292, г. Москва, ул. Дм. Ульянова, 19**

В рамках выполнения плановой темы ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ
ОБРАЗА ЖИЗНИ ДРЕВНИХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ СОЦИУМОВ № АААА-А19-
119011890114-2

Электронное издание
Подписано в печать 05.04.2024 г