

- Kulkova, M.A., Kashuba, M.T., Kozhukhovskaya, Y.V., Tikhomirov, V.A., Kulikov, A.M.: The first data of strontium isotopic composition of osteological material from Late Bronze to Early Iron Age Settlements in the Crimea Region. *Minerals* 14, 410 (2024) <https://doi.org/10.3390/min14040410>
- Ladegaard-Pedersen, P., Frei, R., Frank, A.B., Saracino, M., Zorzin, R., Martinelli, N., Kaul, F., Kristiansen K., Frei K.M.: Constraining a bioavailable strontium isotope baseline for the Lake Garda region, Northern Italy: a multi-proxy approach. *Journal of Archaeological Science: Reports* 41, 103339 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103339>
- Shishlina, N.I., Larionova, Y.O., Idrisov, I.A., Azarov, E.S.: Variations in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in contemporary snail samples obtained from the eastern Caucasus. *Arid Ecosystems* 6, 100–106 (2016) <https://doi.org/10.1134/S2079096116020116>
- Somerville, A.D.: Beasley M.M. Exploring human behavior through isotopic analyses: tools, scales, and questions. *Exploring Human Behavior Through Isotope Analysis. Applications in Archaeological Research*, 9–32. Cham: Springer Nature Switzerland AG (2023) https://doi.org/10.1007/978-3-031-32268-6_2
- Weinreb, M.M., Sharav, Y.: Tooth development in sheep. *American Journal of Veterinary Research* 25: 891–908 (1964)

Изотопия стронция как инструмент диахронного анализа животноводства бронзового века (микрорайон Коноплянка в Южном Зауралье)

Strontium isotopes as a tool for diachronic analysis of Bronze Age animal husbandry (Konoplyanka microdistrict in the Southern Urals)

А.В. Епимахов¹, П.С. Анкушева^{2,3}, Д.В. Киселева⁴, Л.Н. Корякова⁵, П.А. Косинцев⁶, Р. Краузе⁷, И.В. Молчанов⁵, С.Е.Пантелеева⁵, А.Ю. Рассадников⁵, Э. Столярчик⁷, С.В. Шарапова⁵, А. Штоббе⁷

A.V. Epimakhov, M.N. Ankushev, P.S. Ankusheva, D.V. Kiseleva, L.N. Koryakova, P.A. Kosintzev, R. Krause, I.V. Molchanov, S.E. Panteleeva, A.Yu. Rassadnikov, E. Stolarczyk, S.V. Sharapova, A.Stobbe

¹Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, epimakhovav@susu.ru

²ЮУ ФНИЦ МуГ УрО РАН, г. Миасс

³Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

⁴Институт геологии и геохимии им. ак. А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург

⁵Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург

⁶Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

⁷Университет им Гете, г. Франкфурт-на-Майне

Диагностирование форм скотоводства бронзового века напрямую связано с оценкой масштаба локальной мобильности животных. Анализ изотопов Sr позволяет решить эту задачу, в том числе, и для районов компактного расположения поселений разных археологических культур. Микрорайон Коноплянка, где представлены четыре периода, дает возможность для диахронного анализа. Двадцать шесть значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ позволили выявить разные варианты: от использования исключительно местных пастбищ до поступления животных из разных зон. Единство расположения памятников исключает влияние характеристик вмещающего ландшафта, следовательно, главным фактором были культурные традиции.

The diagnosis of Bronze Age animal husbandry practices is directly related to assessing the scale of animal mobility in a particular area. The analysis of strontium isotopes can help solve this problem, even for areas with compact settlements of various archaeological cultures. The Konoplyanka microdistrict provides an opportunity for diachronic analysis, as it contains four different periods. Using 26 samples of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, we were able to identify various options for this indicator, ranging from the use of exclusively local pastures to the introduction of animals from other areas. Since the unity of the sites location rules out the influence of environmental factors, cultural traditions appear to have been the main driver behind these practices.

Тезис о том, что ключевым звеном в системе жизнеобеспечения населения бронзового века Северной Евразии является комплексное животноводство, давно стал общепризнанным. Дискуссии же обычно связаны с обсуждением вклада иных отраслей (земледелия, охоты и рыболовства). Между тем, в вопросе о формах этого типа хозяйственной деятельности сохраняется неопределенность, в том числе, и в свете вполне вероятной вариативности, обусловленной вмещающим ландшафтом, включением в экономические системы более высокого ранга и разницей культурных стереотипов. Данная работа сосредоточена на последнем, т.к. мы анализируем группу памятников, расположенных на минимальном удалении друг от друга в пределах микрорайона в степном Зауралье. Поселения микрорайона Коноплянка иллюстрируют четыре культурных традиции: абашевская, синташтинская, срубно-алакульская и черкаскульская, для которых удалось выяснить их хронологическое соотношение. Основой заключений о животноводстве стали серии измерений соотношений изотопов Sr в образцах эмали и дентина зубов домашних животных с целью определения локального либо нелокального их происхождения.

Рассматриваемая группа памятников бронзового века расположена близ с. Коноплянка Карталинского района Челябинской области, по берегам р. Карагайлы-Аят (Акмулла) Тобольского бассейна, север степной зоны. Территория относится к Восточно-Уральской структурно-формационной зоне и приурочена к контакту терригенных пород, ордовикской рымникской свиты (на западе) и гранитоидам среднекаменноугольного Варшавского массива (на востоке). В 6 км к западу от поселений обнажаются гранитоиды раннекаменноугольного Неплюевского массива. В 7 км к юго-востоку наблюдаются выходы серпентинитов ордовикского Южно-Варшавского массива (Тевелев и др. 2018).

Группа включает укрепленное поселение Коноплянка (Шарапова и др. 2014; Sharapova 2021) и неукрепленные поселения Коноплянка 2-1 и 2-2 (Корякова и др. 2020; Пантелеева 2024). Первый памятник расположен на террасовом острове (правый берег реки). Неразрушающими методами установлена его структура: очерчена линия укрепления прямоугольной формы (125×69 м) в виде стены и рва по линии север-юг; два входа в виде разрыва ограждений в южной и северной частях; два ряда построек вдоль центральной улицы. Раскопом 96 м² исследован участок фортификации и фрагмент постройки, примыкающей к ней. Основная часть находок костей домашних животных сделана в нижнем заполнении рва, керамики – на дне постройки, включая колодец; стратиграфически они синхронны. Коллекция содержит немногочисленные культурно атрибутируемые фрагменты: в колодце найдена синташтинская керамика, в жилище – петровская, раннесрубная происходит из верхнего заполнения котлована. Скудность находок в колодце и исследованной части постройки, компактность залегания костей животных в виде скопления во рву, а также даты, полученные по семенам растений из промывов грунта со дна котлована, позволили предположить кратковременность функционирования и отнести объекты в пределах раскопанной части памятника к синташтинско-петровскому времени.

Поселения Коноплянка 2-1 и 2-2 расположены на левом берегу реки в 0.8 км к ЮВ от укрепленного поселения Коноплянка. Судя по результатам магнитосъемки, подтвержденной двумя раскопанными участками, каждый из памятников включает по два блока построек, организованных в самостоятельные линии. Расстояние между поселениями составляет около 50 м. Несмотря на пространственную близость, стационарные исследования показали, что речь идет о двух самостоятельных и разновременных (см. ниже) периодах освоения площадки, в связи с чем они атрибутированы как два разных поселения.

Поселение Коноплянка 2-1 включает 10 впадин, формирующих линию ССЗ-ЮЮВ. В процессе раскопок были получены материалы срубной (в ее срубно-алакульском варианте) и черкаскульской культур. Раскопом площадью 256 м² были исследованы две постройки, отнесенные к разным строительным фазам. Значительное смещение контуров построек указывает на хронологический разрыв между ними. Размеры срубно-алакульского строения составляли не менее 24×9.5 м, черкаскульского – 22×13 м. В границах срубно-алакульского котлована выявлены четыре колодца. Большинство анализируемых далее образцов удалось связать с одним из периодов существования поселения.

Поселение Коноплянка 2-2 представляет собой 8 слабовыраженных в рельефе впадин, расположенных в ряд по оси ССЗ-ВЮВ. Прямоугольная форма объектов была определена по результатам неразрушающих геофизических изысканий. Раскопом площадью 224 м² была полностью исследована постройка 1, небольшое пространство за ее пределами, а также часть примыкающей к ней постройки 2. Котлован постройки 1 размерами 11×8.5 м был слабо углублен в материк, расположение столбовых ямок указывает на каркасно-столбовой тип конструкции. В средней части постройки 1 было обнаружено 3 неглубоких ямы, в ее СВ углу – остатки небольшой каменной печи, сложенной из камней тальковой породы. В пределах раскопа обнаружены почти исключительно материалы абашевской культуры, что дает основания уверенно увязать с ней и анализируемые образцы.

Хронология поселений определена по итогам серийного радиоуглеродного датирования, итоги которого частично были опубликованы ранее (Sharapova 2021). Статистические процедуры описаны в одной из предшествующих работ (Епимахов и др. 2023), в связи с чем мы ограничимся простым перечислением действий: проверка на внутреннюю согласованность серий некалиброванных значений; калибровка; байесовское моделирование (одно- и двухфазная модель) с определением границ и длительности фаз; оценка статистической согласованности внутри фаз; выявление статистических выбросов. При сравнении результатов датирования памятников использованы медианы граничных интервалов.

Статистические выбросы, видимо, могут быть обусловлены территориальной близостью памятников Коноплянка 2-1 и 2-2, в результате чего в культурном слое отложились разновременные материалы. В целом даты выбросов имеют либо наиболее ранние значения, либо замыкают серию. Предложенный вариант хронологии иллюстрирует последовательное освоение микрорегиона носителями разных культурных традиций (табл.), предполагать частичную синхронизацию можно только для абашевского и синташтинского поселений.

Измерение соотношений Sr проведено в ЦКП «Геоаналитик» ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург). В общей сложности мы располагаем 26 результатами анализа соотношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ по костным остаткам от 20 особей (9 МРС, 8 КРС, 3 лошади), преимущественно использована зубная эмаль. Парные образцы дентина и эмали 5 особей изучены по материалам укрепленного поселения. Результаты индивидуальных значений

Таблица. Результаты моделирования радиоуглеродной хронологии поселений в микрорайоне Коноплянка

Памятник	Культура	Количество дат	Количество «выбросов»	Медианы моделированных границ (cal BC)	Длительность (медиана) (cal BC)
Коноплянка 2-2	Абашево	12*	2	1959 –1926	33
УП Коноплянка	Синташта. петровка	5**	0	1931 –1870	64
Коноплянка 2-1	Срубная-Алакуль	8*	1	1756 –1721	29
Коноплянка 2-1	Черкаскуль	3*	0	1635 –1556	34

Примечание. * – даты по коллагену из костей домашних животных; ** – даты по образцам семян растений из культурного слоя.

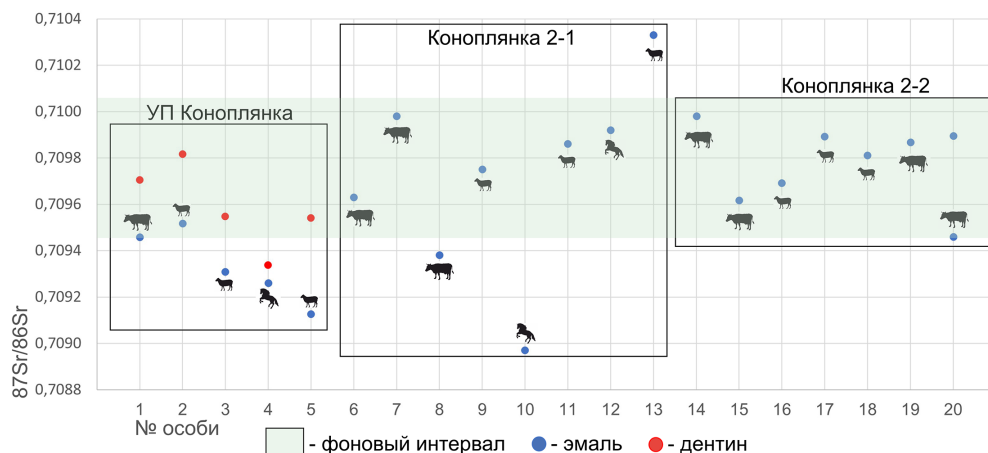


Рис. Значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в фоновых и археологических образцах микрорайона Коноплянка.

в каждой пробе приведены на рисунке. Интервал значений (0.70897–0.71033) соответствует результатам Южного Зауралья, но разница между крайними значениями превышает 0.001, что ранее было принято в качестве критерия локальности гомогенных серий (Епимахов и др. 2023).

Наличие карт интерполированных значений биодоступного Sr (Chechushkov et al., 2023) позволяет провести сравнение локального Sr-сигнала с археологическими образцами. Территория связана с Восточно-Уральской геологической мегазоной, которая характеризуется довольно высокими для Зауралья значениями биодоступного Sr 0.7096 ± 0.002 (95 % ДИ) (Епимахов и др. 2023, с. 1086). Микрорегиональный фон рассчитан по 25 интерполированным точкам в радиусе 10-15 км от памятника, включающим данные по образцам травы, воды, раковин моллюсков, почвы, а также усредненные значения. В качестве границ фонового интервала мы определили нижнюю (почва 0.70944) и верхнюю (моллюски 0.71005) точки 95 % доверительных интервалов средних значений фоновых выборок (Епимахов и др. 2024).

Небольшой объем серий для каждой из традиций обязывает к осторожности в формулировании выводов. Тем не менее, сравнение памятников между собой и с фоновыми значениями позволяет сделать некоторые наблюдения. Почти монолитной оказалась серия абашевского поселения Коноплянка 2-2, наиболее раннего в нашей выборке. Соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ этой группы имеет аналогичный фоновому сигнал, т.е. не фиксируется поступление животных из иных геологических зон, что несколько неожиданно для группы с миграционным происхождением. Возможно, изученные материалы – не самые ранние в рамках памятника, на что косвенно указывает статистический выброс при радиоуглеродном датировании. Хронологический близкий синташтинско-петровский период (укрепленное поселение Коноплянка) единообразия не демонстрирует. Хорошо фиксируется общий сдвиг в сторону менее радиогенных значений по сравнению как с абашевскими результатами, так и с фоновым интервалом. Последнее может сигнализировать о возможном выпасе в регионах с более низкими соотношениями биодоступного стронция, ближайшие из которых расположены в 70 км к востоку и юго-востоку от изучаемого микрорайона. Стоит отметить, что дентин в этой выборке дал сигнал близкий к фоновому сигнал, что может быть итогом воздействия диагенеза.

Наиболее неоднородной оказалась серия измерений поселения Коноплянка 2-1. Крайние значения – наименее и наиболее радиогенные – связаны с черкаскульским периодом. Именно они выходят за рамки локального сигнала. Увы, в нашем распоряжении всего пара контрастных измерений. Что касается животноводства срубно-алакульского периода, то по показателю локальной мобильности он близок абашевскому и укладывается в границы фоновых значений. Это может свидетельствовать о выпасе изученных особей в окрестностях памятника, либо субмеридиональных перемещениях животных в пределах Восточно-Уральской мегазоны.

Сигнал, аналогичный выявленным нелокальным значениям для животных микрорайона Коноплянка, может быть обнаружен в границах ранее созданной карты фоновых значений на удалении в десятки километров. История появления неместных животных в этой части региона могла быть обусловлена как обменными операциями, так и передвижениями индивидов и групп в пределах Южного Зауралья. Последнее уже нашло подтверждение в виде ряда кейсов, выполненных ранее (Epimakhov et al. 2024 и др.).

Итогом проделанной работы можно считать существенно различающуюся картину животноводства разных культурно-хронологических групп. Их расположение в едином пространстве микрорайона исключает влияние ландшафтного фактора, существенные климатические колебания для первой половины II тыс. до н.э. также не зафиксированы. Анализ изотопов стронция позволил выделить особи домашних животных, происхождение и выпас которых не связаны с рассматриваемым микрорайоном. Однако, это характерно только для некоторых из культур и периодов. В других примерах мы имеем гомогенные серии, достоверно связанные с окрестностями памятников. Иными словами, тезис о том, что формы животноводства были вариативны и зависели не только от особенностей экологической ниши, но и от культурных традиций, получил дополнительную аргументацию. Это обязывает к максимальной конкретизации выводов в данной тематике с привлечением независимых данных.

Финансирование и благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, проект № 20-18-00402П «Миграции человеческих коллективов и индивидуальная мобильность в рамках мультидисциплинарного анализа археологической информации (бронзовый век Южного Урала)» (рук. А.В. Епимахов). Авторы выражают признательность М.Н. Анкушеву (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс) за помощь в подготовке текста о геологической характеристике микрорайона Коноплянка, а также

И.В. Чечушкову (Университет Колорадо, Боулдер, США) – за плодотворное обсуждение вопросов статистической обработки результатов.

Литература

- Епимахов, А.В., Пантелеева, С.Е., Корякова, Л.Н., Краузе, Р., Столярчик, Э.: Хронологическое соотношение культурных традиций бронзового века в Южном Зауралье (срубно-алакульские и черкаскульские древности). *Археология евразийских степей* 3, 224–234 (2023) DOI: 10.24852/2587-6112.2023.3.224.234
- Епимахов, А.В., Чечушков, И.В., Киселева, Д.В., Анкушев, М.Н., Анкушева, П.С.: Картирование биодоступного $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Южном Зауралье. *Литосфера* 23(6), 1079–1094 (2023) DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-6-1079-1094
- Епимахов, А.В., Анкушева, П.С., Батанина, Н.С., Киселева, Д.В., Куприянова, Е.В. «Свои и чужие» обитатели в археологическом микрорайоне Степное (бронзовый век Южного Зауралья). *Бюллетень всероссийского семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика»*. Мат. VI засед. М.: ИА РАН, 54–59 (2024)
- Пантелеева, С.Е.: Поселение Коноплянка 2 – новый памятник черкаскульской культуры в степном Зауралье (результаты исследований на линии 1). *Вестник археологии, антропологии и этнографии* 1(64), 59–69 (2024) DOI 10.20874/2071-0437-2024-64-1-5
- Корякова, Л.Н., Краузе, Р., Пантелеева, С.Е., Столярчик, Э., Булакова, Е.А., Солдаткин, Н.В., Расадников, А.Ю., Молчанова, В.В., Анкушев, М.Н., Молчанов, И.В., Якимов, А.С., Федорова, Н.В., Носкевич, В.В.: Поселение Коноплянка 2 в Южном Зауралье: новые аспекты исследования. *Уральский исторический вестник* 4(69), 61–73 (2020) DOI 10.30759/1728-9718-2020-4(69)-61-73
- Тевелев, А.В., Кошелева, И.А., Бурштейн, Е.Ф. Тевелев, А.В., Попов, В.С., Кузнецов, И.Е., Коротаев, М.В., Георгиевский, Б.В., Осипова, Т.А., Правикова, Н.В., Серeda, В.В.: Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. 2. Сер. Южно-Уральская. Лист N-41-XXV (Карталы). Объяснительная записка. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 175 с. (2018)
- Шарапова, С.В., Краузе, Р., Молчанов, И.В., Штоббе, А., Солдаткин, Н.В.: Междисциплинарные исследования поселения Коноплянка: предварительные результаты. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология* 13(3): Археология и этнография, 101–109 (2014)
- Chechushkov, I., Epimakhov, A., Ankushev, M., Ankusheva, P., Kiseleva, D.: Interpolated data on bioavailable strontium in the southern Trans-Urals. *Zenodo* (2023) DOI:10.5281/zenodo.7370066
- Epimakhov, A.V., Ankushev, M.N., Ankusheva, P.S., Artemyev, D.A., Blinov, I.A., Vinogradov, N.B., Kiseleva, D.V., Kitov, E.P., Chechushkov, I.V.: Were metalworkers itinerant? Interdisciplinary analysis of a burial at the Krivoe Ozero Late Bronze Age cemetery (Southern Trans-Urals, Russia). *Archaeological and Anthropological Sciences* (2024) DOI: 10.1007/s12520-024-02006-4
- Sharapova, S.V.: The settlement of Konoplyanka. The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia): Culture, Environment and Economy / ed. by R. Krause, L.N. Koryakova. Bonn: Verlag Dr.Rudolf Habelt GmbH, 247–265 (2021)