

П. С. Анкушева, И. П. Алаева, С. А. Садыков, Ч. Я. Ын,
М. Н. Анкушев, Э. П. Зазовская, А. Ю. Рассадников

**«СТЕПНЫЕ КОРИДОРЫ» АЛАКУЛЬСКИХ СКОТОВОДОВ:
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗОТОПНЫХ И ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПОСЕЛЕНИИ ЧЕБАРКУЛЬ III***

doi: 10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38

УДК 903.4(470.55)“637”

ББК 63.442.6(235.55)

Статья посвящена определению предпочтительной экологической ниши населения алакульской культуры лесостепного Зауралья и рассмотрению проблемы андроновской колонизации в северном направлении. Объектом исследования выступает поселение Чебаркуль III, по материалам которого проведены радиоуглеродное датирование, палеоботанические и изотопные исследования. Алакульский период функционирования памятника относится к XVIII–XVII вв. до н. э. Видовой состав растений в культурном слое поселения аналогичен таковому в степных памятниках бронзового века Южного Зауралья и представлен преимущественно семенами растений луговой и рудеральной зон при минимальном количестве лесных и отсутствии одомашненных растений. Значения $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ в костях домашнего скота отражают пищевой рацион, состоящий из растений с типом фотосинтеза С3 при небольшой доле растений С4. Пониженные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в сравнении со степными памятниками позднего бронзового века Урало-Казахстанского региона могут указывать на большую увлажненность пастбищ поселения. Полученные данные указывают на сохранение характерной для степных алакульских памятников модели оседлого скотоводства с выпасом скота на окрестных территориях и возможной заготовкой кормов на зиму. Освоение алакульскими популяциями более северных территорий происходило в привычных для степного населения ландшафтных зонах: с наличием открытых пространств, широких лугов для выпаса животных и заготовки корма, а также лесных массивов. По этой причине был заселен и так называемый Чебаркульский степной коридор, захватывающий берег одноименного озера, на котором расположено исследуемое поселение.

Ключевые слова: *Алакульская культура, поздний бронзовый век, Южное Зауралье, скотоводство, изотопные исследования, палеоботаника, радиоуглеродное датирование*

Анкушева Полина Сергеевна — к.и.н., Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (г. Челябинск); м.н.с., Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс)
E-mail: polenke@yandex.ru

Алаева Ирина Павловна — к.и.н., Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск)
E-mail: alaevaira@mail.ru

Садыков Сергей Ахматович — к.г.-м.н., н.с., Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс)
E-mail: sadykov@mineralogy.ru

Ын Чхуен Ян — Ph.D., н.с., Университет Сунь Ятсена (Китай, г. Гуанчжоу)
E-mail: ncyncynycy@gmail.com

Анкушев Максим Николаевич — к.г.-м.н., Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (г. Челябинск); м.н.с., Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс)
E-mail: ankushev_maksim@mail.ru

Зазовская Эля Павловна — к.г.н., в.н.с., Институт географии РАН (г. Москва)
E-mail: zazovskaya@igras.ru

Рассадников Алексей Юрьевич — к.и.н., н.с., Институт истории и археологии УрО РАН (г. Екатеринбург)
E-mail: ralu87@mail.ru

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 20-18-00402 «Миграции человеческих коллективов и индивидуальная мобильность в рамках мультидисциплинарного анализа археологической информации (бронзовый век Южного Урала)» (рук. А. В. Епимахов), в ЮУрГУ (НИУ) (П. С. Анкушева, И. П. Алаева — археологическая документация и аналитика, С. А. Садыков, М. Н. Анкушев — экстракция коллагена и измерение изотопного состава,

Ч. Я. Ын — палеоботанический анализ, А. Ю. Рассадников — археозоологические определения, Э. П. Зазовская — радиоуглеродное датирование)

Введение

Одним из крупнейших образований в Северной Евразии в позднем бронзовом веке являлась алакульская культурно-историческая общность (1900–1500 гг. до н. э.), охватывавшая территорию от верховьев рек Урал и Миасс на западе до междуречья Ишима и Иртыша на востоке, от границы лесостепи и южнотаежной зоны Западной Сибири на севере до пограничья степей и полупустынь на юге Казахстана. Многие исследователи видят истоки алакульской культуры в синташтинских и петровских древностях степной полосы Урало-Казахстанского региона. Распространение алакульских популяций на север, восток, юг и юго-восток предполагало выбор адаптационных стратегий при освоении новых экологических ниш, что привело к формированию нескольких территориальных вариантов. При этом памятники урало-тобольского варианта локализованы не в предпочитаемой экологической нише — степной зоне, а севернее и восточнее, на территории лесостепной и притаежной Западно-Сибирской низменности.

Стратегии алакульской колонизации в северном направлении неоднократно обсуждались в трудах археологов.¹ Большинство признавало ведущую роль природных условий в определении векторов миграций и характера межкультурного взаимодействия. Отправной точкой для понимания палеоклиматической ситуации в северо-западном ареале алакульской культуры служит серия естественнонаучных изысканий, обобщенная в работах А. В. Епимахова и А. Д. Таирова. Относительная согласованность позиции насчет более аридных, чем современные, условий наблюдается в первой половине II тыс. до н. э. для Приишимья и Тоболо-Ишимского междуречья.² Миграции алакульских популяций здесь связываются со смещением природных зон к северу, что позволило скотоводам занять при-

вычную для них экологическую нишу.³ Степное Зауралье, напротив, не отличается единством реконструкций климатической ситуации. Так, изучение озерных и болотных отложений свидетельствует об аридных условиях на протяжении всего среднего суббореала, тогда как изучение погребенных под курганами почв показывает, что в период примерно 3600–3000 л. н. уровень увлажненности в степях Южного Урала был близок к современному.⁴ Представление о вмещающих ландшафтах бронзового века этого региона расширилось за счет микрорегиональных исследований на укрепленных поселениях Аркаим, Каменный Амбар, Левобережное (Синташта II).⁵ Однако подобные работы на более северных памятниках бронзового века современной Челябинской области до сих пор отсутствуют.

Наша работа направлена на реконструкцию предпочтительной экологической ниши алакульского населения лесостепного Зауралья. Как и в остальном алакульском ареале, ключевую роль в хозяйстве здесь играло скотоводство. Анализ костных остатков алакульских поселений свидетельствует о комплексной эксплуатации (получение мяса, молока и шерсти) жвачных домашних животных (крупного и мелкого рогатого скота — далее КРС и МРС) при меньшей доле лошади и единичных процентах диких особей.⁶ Объектом исследования

¹ См.: Косарев М. Ф. Западная Сибирь в древности. М., 1984; Koryakova L. N., Epimakhov A. V. The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages. Cambridge, 2007. P. 123–137, 144–161; Григорьев С. А. Пространственный анализ памятников эпохи бронзы Южного Зауралья // ВАУ. Екатеринбург; Сургут, 2008. Вып. 25. С. 175–193; Корочкова О. Н. Культурные интеграции позднего бронзового века: факторы, темпы, модели // Урал. ист. вестн. 2009. № 2 (23). С. 40–49.

² См.: Епимахов А. В., Таиров А. Д. К вопросу о переходе от бронзового к раннему железному веку в Урало-Иртышском междуречье (степь и лесостепь) // Российский археол. ежегод. СПб., 2013. Вып. 3. С. 214. Рис. 1.

³ См.: Zakh V. A., Ryabogina N. E., Chlachula J. Climate and environmental dynamics of the mid- to late Holocene settlement in the Tobol–Ishim forest-steppe region, West Siberia // Quaternary International. 2010. Vol. 220, iss. 1-2. P. 99, 100.

⁴ См.: Епимахов А. В., Таиров А. Д. Указ. соч. С. 219, 220.

⁵ См.: Аркаим — укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования / Приходько В. И. [и др.]. М., 2014; Rühl L., Herbig C., Stobbe A. Archaeobotanical analysis of plant use at Kamennyi Ambar, a Bronze Age fortified settlement of the Sintashta culture in the southern Trans-Urals steppe, Russia // Veget. Hist. Archaeobotany. 2015. Vol. 24, iss. 3. P. 413–426; Bronze Age human-landscape interactions in the southern Transural steppe, Russia — Evidence from high-resolution palaeobotanical studies / Stobbe A. [et al.] // The Holocene. 2016. Vol. 26, iss. 10. P. 1692–1710; Поселение Левобережное (Синташта II) по материалам комплексных исследований 2015–2017 гг. / Петров Ф. Н. [и др.] // Археологические памятники Оренбуржья. Оренбург, 2017. С. 113–139; Bronze Age diet and economy: New stable isotope data from the Central Eurasian steppes (2100–1700 BC) / Hanks B. K. [et al.] // Journal of Archaeological Science. 2018. Vol. 97. P. 14–25; Общественное устройство синташтинско-петровских коллективов позднего бронзового века и причины генезиса социальной элиты (на примере поселения Каменный Амбар в степном Зауралье) / Чечушков И. В. [и др.] // Stratum plus. Археология и культурная антропология. 2018. № 2. С. 159–161.

⁶ См.: Животноводство у населения Южного Зауралья в эпоху поздней бронзы / Косинцев П. А. [и др.] // Материалы IV Всерос. науч. конф. «Динамика современных экосистем в голоцене». М., 2016. С. 102–104; Рассадников А. Ю. Результаты археозоологических исследований на поселениях Большая Березовая-2, Малая Березовая-4 и Александрово-Невское-II в Южном Зауралье // Вестн. археол., антропол. и этногр. 2017. № 3 (38). С. 176–185.



Рис. 1. Карта расположения поселения Чебаркуль III и других памятников бронзового века Урало-Казахстанского региона, упоминаемых в тексте

выступает поселение Чебаркуль III, расположенное на одноименном озере Челябинской области. Выбор обусловлен локализацией памятника на стыке ландшафтных зон — лесостепной на южном берегу и горно-лесной на северном, предполагавшей варибельность экономических стратегий в этой местности. В задачи работы входят радиоуглеродное датирование алакульского этапа существования поселения, определение видового состава растительных остатков в культурном слое, анализ стабильных изотопов C, N в костном коллагене домашних животных, а также сравнительная характеристика полученных данных со степными памятниками бронзового века.

Материалы и методы

Поселение Чебаркуль III располагается на юго-западном берегу оз. Чебаркуль в месте впадения в него р. Кундуруши в Чебаркульском районе Челябинской области (рис. 1). Как и Чебаркульский район в целом, окружающая озеро территория отличается гетерогенностью природных зон. В 10 км к северо-западу от озера начинаются предгорья Ильменского хребта, где распространены сосново-лиственные леса, небольшие по площади участки заняты сосново-лиственными густотравными борами с примесью ели и пихты. Южный берег

расположен преимущественно в лесостепной равнинной зоне. На юго-восток простирается так называемый Чебаркульский степной коридор с характерными открытыми остепненными пространствами в долине р. Коелги. Климат континентальный, отличается холодной и продолжительной зимой с частыми метелями, сухим и жарким летом, преобладает северо-западное направление ветра. Средняя температура января -16°C (минимальная — -47°C), средняя температура июля $+17^{\circ}\text{C}$ (максимальная $+38^{\circ}\text{C}$), среднее годовое количество осадков 400–500 мм.

Площадка поселения исследована экспедицией ЮУрГГПУ под руководством И. П. Алаевой в 2011–2016 гг. раскопом общей площадью 1731 кв. м. Поселение отличается четкой стратиграфией, в нем выделяются два строительных горизонта: алакульской культуры и черкаскульско-межовского комплекса. Первый горизонт представлен наземными прямоугольными постройками ($16 \times 8-9$ м) каркасно-столбовой конструкции, в которых находились колодцы с пристроенными к ним очагами (рис. 2). Остатки этих построек перекрывает зольник (рыхлый, золистый грунт желтого цвета). На втором этапе, на площадках черкаскульско-межовского времени, желтый грунт зольника алакульской культуры был снят либо

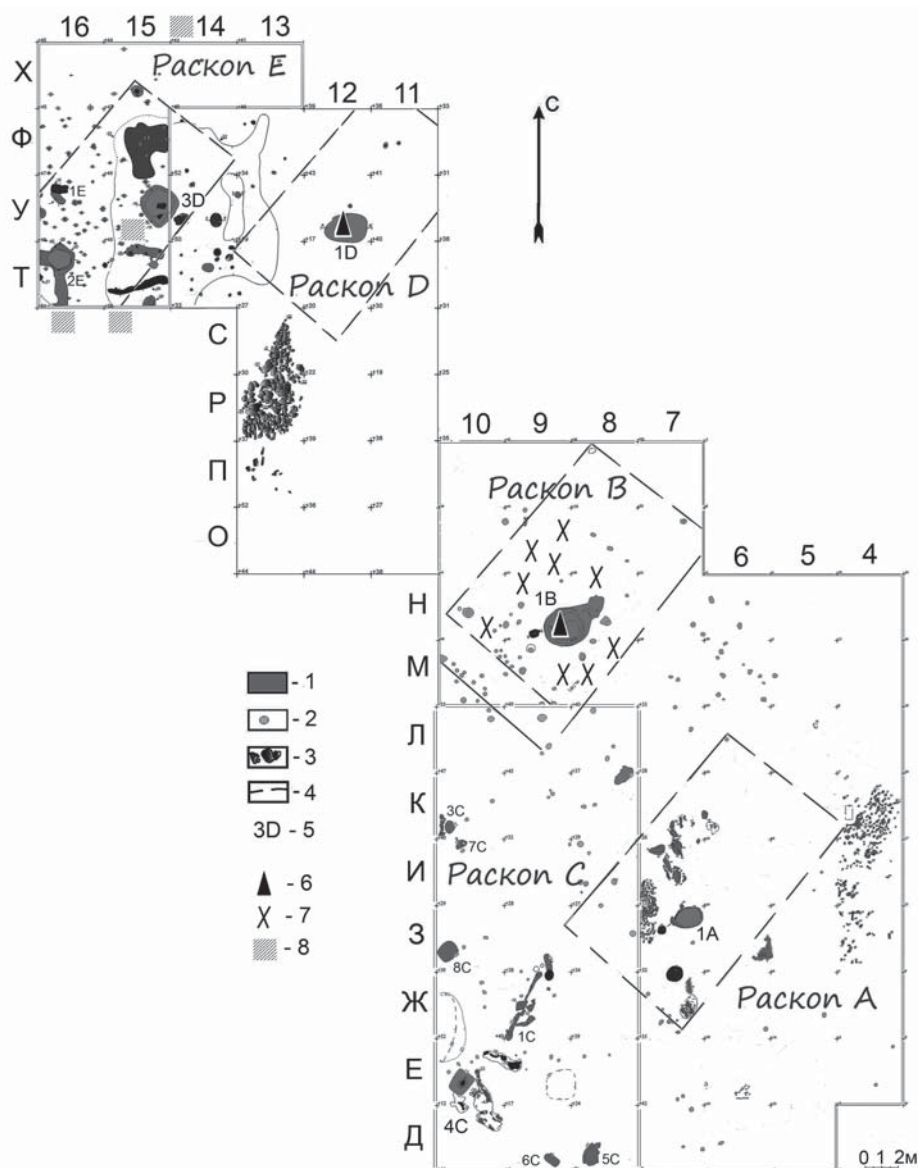


Рис. 2. Точки забора проб на плане поселения Чебаркуль III:

- 1 — углубленные объекты (колодцы, ямы); 2 — ямы от столбов; 3 — камни (выходы скальника);
 4 — примерные границы построек алакульской культуры; 5 — нумерация объектов;
 6 — пробы для ^{14}C (кости животных со дна колодцев); 7 — пробы для $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ (кости животных из зольника);
 8 — места сбора грунта для палеоботанического исследования

значительно нарушен в ходе возведения построек следующего этапа.⁷

Радиоуглеродное датирование двух фрагментов костей животных с применением ускорительной масс-спектрометрии было проведено в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН (Москва, Россия) и Центре прикладных изотопных исследований

⁷ См.: Алаева И. П. Культурно-хронологическая позиция черкаскульско-межовских комплексов Южного Зауралья (по материалам поселения Чебаркуль III) // Древний Тургай и Великая степь: часть и целое. Алматы, 2015. С. 474–484; Она же. Поселение бронзового века Чебаркуль-III // Краевед. сб. Чебаркул. р-на. Челябинск, 2017. Вып. 1. С. 19–25.

Университета Джорджии (Афины, США). Конвенционные ^{14}C даты откалиброваны с использованием программы OxCal4.4, калибровочная кривая IntCal20.⁸

Отношения стабильных изотопов азота и углерода в костях используются для реконструкции палеодиеты животных и человека, миграций и индивидуальной мобильности. Изотопный состав растений зависит от типа фотосинтеза, все наземные растения могут быть разделены на три основных типа: С3-,

⁸ См.: The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kB) / Reimer P. [et al.] // Radiocarbon. 2020. Vol. 62. № 4. P. 725–757.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОУГЛЕРОДНОГО ДАТИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ
ИЗ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ ПОСЕЛЕНИЯ ЧЕБАРКУЛЬ III

Лаб. индекс	Место отбора образца	Материал	¹⁴ C-возраст, л. н. (1σ)	Интервал калиброванного возраста, лет до н. э. вероятность (cal BC)		C/N _{atm}	δ ¹⁵ N, ‰	δ ¹³ C, ‰
				(1σ)	(2σ)			
IGAN-7440	337ч/1, раскоп D, объект 1D (колодец), гл. -200	коллаген	3380±20	1687 (68,3 %) 1626	1741 (17,9 %) 1711 1698 (77,5 %) 1616	3,12	4,77	-21,23
IGAN-7441	337ч/2, раскоп B, объект 1B (колодец), гл. -227	коллаген	3380±20	1687 (68,3 %) 1626	1741 (17,9 %) 1711 1698 (77,5 %) 1616	3,10	5,85	-19,47

C₄- и САМ-растения. Большинство деревьев, кустарников и трав умеренной зоны относятся к группе C₃-растений (используют цикл Кальвина при фотосинтезе). Значительно меньшая группа C₄-растений растет в пустынных и полупустынных районах (использует цикл Хетча–Слека при фотосинтезе). Из культивируемых растений типичными представителями C₄-группы являются кукуруза, просо, сорго, сахарный тростник. Доля C₄-растений в составе растительных сообществ возрастает с уменьшением географической широты и абсолютной высоты местности. САМ — экзотический и до сих пор малоизученный с точки зрения изотопного фракционирования тип, к нему относятся кактусы и суккуленты. Среднее значение δ¹³C для C₃-растений от -21 до -35 ‰, для C₄-растений δ¹³C = -12–15 ‰, для САМ-растений колеблется в пределах от -10 до -28 ‰.

Значения δ¹⁵N указывают на трофический уровень индивида и количество потребляемого животного белка. Среднее значение δ¹⁵N для тканей азотфиксирующих растений обычно колеблется в пределах от -7 до +7 ‰, значение для морского фитопланктона — в среднем +7 ‰ (от +1 до +16 ‰). Величина δ¹⁵N в тканях животных увеличивается в среднем на 2–5 ‰ с каждым трофическим уровнем. На изотопный состав азота также влияют климатические факторы (аридность/гумидность), принадлежность к морским или наземным экосистемам, периоды грудного вскармливания, голода и стресса, фактор удобрений и унаваживания. Для реконструкции диеты животных чаще всего измеряют изотопный состав коллагена.⁹

⁹ См. обзор метода: Ambrose S. H. Isotopic Analysis of Palaeodiets: Methodological and Interpretive Considerations //

Костные остатки для изотопного анализа были отобраны из слоя зольника и со дна колодцев, содержащих только алакульскую керамику. Выборка составила 17 проб, из них 12 принадлежали КРС, 2 — МРС, 2 — свинье или дикому кабану и 1 — лошади (определения А. Ю. Рассадникова). Образцы коллагена были выделены модифицированным методом, рекомендуемым для подготовки радиоуглеродных образцов.¹⁰ Изотопный состав определен в Институте минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на масс-спектрометре DeltaPlus Advantage производства фирмы Thermo Finnigan, сопряженном интерфейсом ConFlo III с элементным анализатором EA Flash1112 (аналитик С. А. Садьков). Результаты оформлены в виде количественных данных 0,00 ‰, VPDB — для углерода и 0,00 ‰ — для азота.

Атомное отношение C/N*14/12 в коллагене всех проб составило от 2,9 до 3,5. Выход коллагена от исходной массы костных образцов составил от 1 до 3,2 %. Содержание углерода в коллагене выборки колеблется от 32,5 до 42,5 %, содержание азота — от 11,3 до 16 %. Таким образом, все образцы выборки пригодны для корректных интерпретаций изотопного состава.¹¹

Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analysis in Anthropology. Langhorne, 1993. P. 59–130; Schwarz H. P., Schoeninger M. J. Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen as Tracers for Paleo-Diet Reconstruction // Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Berlin; Heidelberg, 2011. Vol. 1. P. 725–742; Изотопный анализ как метод таксономической идентификации археозоологического материала / Горлова Е. Н. [и др.] // Археол., этногр. и антропол. Евразии. 2015. Т. 43, № 1. С. 110–121; и др.

¹⁰ См.: Longin K. New method of collagen extraction for radiocarbon dating // Nature. 1971. Vol. 230, iss. 5291, P. 241, 242; Изотопный анализ как метод таксономической идентификации... С. 114.

¹¹ См.: Святко С. В. Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археол., этногр. и антропол. Евразии. 2016. Т. 44, № 2. С. 49.

Таблица 2

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СЕМЯН РАСТЕНИЙ В
КУЛЬТУРНОМ СЛОЕ ПОСЕЛЕНИЯ ЧЕБАРКУЛЬ III

Экологическая зона	Род/вид	Кол-во	Встречаемость,* %
Береговая зона	<i>Carex</i> sp.	3	13
Луговая зона	<i>Vicia Cracca</i> L.	3	4
	<i>Vicia</i> spp.	29	25
	<i>Medicago/Trifolium</i> spp.	13	29
	Fabaceae	2	8
	Fabaceae (всего)	47	42
Рудеральная зона	<i>Atriplex</i> spp.	11	13
	<i>Chenopodium album</i> L.	47	39
	<i>C. hybridum</i> L.	1	4
	<i>C. rubrum</i> L.	7	17
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	7	4
	<i>Polygonum</i> sp.	1	4
Степная зона	<i>Potentilla/Fragaria</i> sp.	5	8
	<i>Stipa</i> sp.	1	4
	Poaceae	6	8
Лесная зона	<i>Pinus sylvestris</i> L.	1	4
Прочее	Caryophyllaceae	1	4
	Неясно	15	21
	Всего	153	67

* Кол-во образцов с семенами / все образцы × 100)

Образцы почвы для палеоботанических исследований были отобраны по метрическим горизонтам по 10 см внутри жилой постройки и за ее пределами. Всего было проанализировано 250 литров почвы из 24 проб, объем проб составлял от 2 до 28 литров. Флотация осуществлялась в р. Кундуруше. Сортировка и идентификация палеоботанических остатков проводились в лабораторных условиях при помощи бинокля с 5–70-кратным увеличением (аналитик Ын Чхуен Ян).

Результаты исследований

Хронология поселения

Кости животных, залежавшие совместно с алакульской керамикой, продемонстрировали

идентичные датировки: 3380 ± 20 BP (1 σ) (см. табл. 1). Это говорит о функционировании алакульских построек в период XVIII–XVII вв. до н. э. Результаты не противоречат стратиграфии поселения, а также общекультурным хронологическим рамкам позднего бронзового века Южного Зауралья.¹²

Палеоботаника

Было проанализировано 14,7 г древесного угля. В собранных образцах преобладают виды *Betula pendula* (береза повислая) и *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная). Среднее содержание древесного угля в слое поселения — 0,059 г/л почвы. По результатам флотации обнаружено 153 обожженных целых и фрагментированных семян, более 90 % из них идентифицированы (табл. 2). Выявлено более 10 различных растений (в родах и видах) из 8 семейств растений. Содержание семян в слое поселения составляет 0,8 г/л почвы. Наиболее распространенными являются бобовые *Fabaceae*: горошек *Vicia*, люцерна *Medicago*, клевер *Trifolium*, — затем маревые *Chenopodiaceae*: лебеда *Atriplex* и марь *Chenopodium*. Более 75 % семян принадлежали к семействам *Fabaceae* (47 семян) и *Chenopodiaceae* (66 семян). Необходимо учитывать, что семена маревых с твердым покрытием более устойчивы к разложению, чем семена осоки и бобовых, в связи с чем большое количество *Chenopodiaceae* представляется закономерным. Однако при реконструкции палеоботанической ситуации более вероятно преобладание *Fabaceae*.

Доля распределения семян по различным экологическим зонам следующая: 48 % происходит из рудеральной зоны, 31 % происходит из луговой зоны, 8 % из степной зоны, 1 % из прибрежной зоны и 1 % из лесной зоны. Высокая встречаемость семян луговых растений, которые имеют существенное кормовое значение, связана с хозяйственной деятельностью древнего поселка. Они могли попасть в культурный слой с прилегающих к жилищам территорий, или из кормовых запасов скота, располагавшихся в этих жилищах. Преобладание рудеральных растений, прежде всего маревых, связано с активным антропогенным воздействием.

Стабильные изотопы

Значения $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ и атомное отношение C/N представлены в табл. 3. Значения $\delta^{13}\text{C}$ во

¹² См.: Епимахов А. В. К вопросу о радиоуглеродной аргументации ранней датировки алакульских древностей // Вестн. археол., антропол. и этногр. 2016. № 3 (34). С. 60–67; и др.

Таблица 3

СОСТАВ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И АЗОТА В КОСТНЫХ ОСТАТКАХ
ИЗ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ АЛАКУЛЬСКОГО ПЕРИОДА ПОСЕЛЕНИЯ ЧЕБАРКУЛЬ III

№ п/п	Шифр	Место-нахождение	Вид	Кость	Примерный возраст (по: Silver, 1969)	C : N (atomic)	$\delta^{15}\text{N} \text{ ‰, air}$	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰, PDB}$
1	2Д-2	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	первая фаланга	взрослая особь	3,23	6,94	-19,44
2	6	8М, гл. -15/-30	КРС — <i>Bos taurus</i>	нижняя челюсть	неизвестно	3,35	6,20	-18,74
3	10-2	8М, гл. -15/-30	КРС — <i>Bos taurus</i>	плечевая, фрагмент диафиза	неизвестно	3,24	6,35	-18,98
4	12	8М, гл. -15/-30	КРС — <i>Bos taurus</i>	пясть, фрагмент диафиза	до 2-3 лет	3,20	6,24	-19,76
5	14	8М, гл. -15/-30	КРС — <i>Bos taurus</i>	второй шейный позвонок	не старше 5 лет	3,23	6,45	-19,05
6	14-2	8М, гл. -15/-30	КРС — <i>Bos taurus</i>	второй шейный позвонок	не старше 5 лет	2,97	6,47	-19,00
7	15	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	плюсна, фрагмент проксимальной части	предположительно старше 2-3 лет	3,32	7,15	-19,14
8	15-2	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	плюсна, фрагмент проксимальной части	предположительно старше 2-3 лет	3,30	7,04	-18,60
9	16	9О, гл. -20	Свинья — <i>Sus scrofa f. domestica</i>	плечевая, дистальная часть	1-1,5 года	3,31	6,49	-20,73
10	16-2	9О, гл. -20	Свинья — <i>Sus scrofa f. domestica</i>	плечевая, дистальная часть	1-1,5 года	3,18	6,04	-20,54
11	17-2	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	лопатка, проксимальная часть	взрослая особь	2,93	7,54	-18,99
12	20	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	ребро, фрагмент диафиза	предположительно взрослая особь	3,32	6,19	-19,56
13	23	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	вторая фаланга	старше 1,5 лет	3,30	5,84	-19,66
14	243	9О, гл. -20	КРС — <i>Bos taurus</i>	Д4	не старше 24-30 месяцев	3,32	7,34	-19,42
15	27-2	10М, гл. +10/0	Мелкое копытное — <i>Caprines</i>	трубчатая кость, фрагмент диафиза	неизвестно	3,26	6,52	-20,84
16	337ч/1	Объект 1Д	Лошадь — <i>Equus Caballus</i>	берцовая кость	неизвестно	3,12	4,77	-21,23
17	337ч/2	Объект 1В	МРС — <i>Ovis et Capra</i>	ребро	неизвестно	3,10	5,85	-19,47

всех образцах (кости КРС, МРС, лошадь, свинья, $n=17$) лежат в интервале от -21,23 до -18,6 ‰, среднее составляет -19,6 ‰ ($\pm 0,78 \text{ ‰}$); значения $\delta^{13}\text{C}$ лежат в интервале от 4,77 до 7,54 ‰, среднее составляет 6,44 ‰ ($\pm 0,66 \text{ ‰}$).

Результаты изотопного анализа только для травоядных домашних животных (без учета свиньи) имеют среднее значение $\delta^{13}\text{C}$, равное -19,46 ‰ ($\pm 0,73 \text{ ‰}$), и $\delta^{15}\text{N}$, равное 6,46 ‰ ($\pm 0,7 \text{ ‰}$), и колеблются от -21,23 до -18,6 ‰ для $\delta^{13}\text{C}$ и от 4,77 до 7,54 ‰ для $\delta^{15}\text{N}$ ($n=15$).

Результаты, полученные по коллагену из костей свиньи (принадлежность к домашнему или дикому виду неизвестна), имеют среднее значение $\delta^{13}\text{C}$, равное -20,64 ‰ ($\pm 0,13 \text{ ‰}$) и $\delta^{15}\text{N}$, равное 6,27 ‰ ($\pm 0,32 \text{ ‰}$), и колеблются от -20,73 до -20,54 ‰ для $\delta^{13}\text{C}$ и от 6,04 до 6,49 ‰ для $\delta^{15}\text{N}$.

Полученные результаты выявляют диету травоядных животных, состоящую из растенный преимущественно С3-типа фотосинтеза и в меньшей степени С4-типа. Внутривидо-

вое различие изотопных отношений в выборке КРС не превышает 1,16 ‰ $\delta^{13}\text{C}$ и 1,7 ‰ $\delta^{15}\text{N}$, что говорит об относительной гомогенности составляющих диеты животных, связанной с одними и теми же пастбищами. На межвидовом уровне стоит отметить близость значений у жвачных животных (КРС и МРС), что может указывать на выпас на одних пастбищах. Данные по лошади отражают более низкие значения по азоту и углероду, что говорит об отличной от жвачных животных модели потребления, ранее отмеченной по результатам изотопных исследований материалов могильников Бестамак и Лисаковский.¹³ Значения углерода в костях свиньи ниже, чем у жвачных животных, что указывает на некоторое отличие ее системы питания, но при этом значение азота указывает на сходное с травоядными животными положение в пищевой цепи.

Обсуждение результатов

Полученные данные характеризуют вмещающий ландшафт поселения Чебаркуль III и аспекты животноводства его населения, а также позволяют сравнить их со степными памятниками позднего бронзового века Урало-Казахстанского региона.

Все обнаруженные в культурном слое семена относятся к видам растений, распространенным вокруг поселения и сегодня. Ни один из видов не являлся одомашненным растением в данном регионе. Подавляющее большинство относится к растениям с С3-типом фотосинтеза, которые являлись основными составляющими диеты сельскохозяйственных животных у населения поселка. Высокая доля семян растений из пойменной зоны, найденных в пределах каркасно-столбовых конструкций, указывает на возможное хранение кормовых запасов (сена) в зимний период в пределах жилищ.

Макроостатки растений представлены теми же видами, что и на поселениях бронзового века степной зоны Челябинской области. В частности, на поселении Левобережное доля луговых и степных растений несколько выше, чем на Чебаркуле III (44 и 31 % и 15 и 8 % соответственно).¹⁴ Однако материалы укрепленного поселения Каменный Амбар показали, что это соотношение может существенно

варьироваться в зависимости от места отбора проб на поселении.¹⁵ Количество семян лесной растительности на поселении Чебаркуль III минимально (сосна 1 %), однако в широком использовании лесных угодий не позволяют сомневаться находки березового и соснового древесного угля. Очевидно, смешанные лесные массивы, растущие в окрестностях памятника и в настоящее время, удовлетворяли потребности алакульского населения в древесине.

Таким образом, палеоботанические исследования указывают на то, что жители поселения Чебаркуль III освоили преимущественно такую же экологическую нишу, что и их степные соплеменники. Эти данные не противоречат ближайшим палеоклиматическим реконструкциям на основе донных озерных отложений восточного склона северной части Южного Урала. Середина суббореала отличается аридизацией и обмелением озер, тогда как трансгрессия водоемов началась значительно позже, на рубеже суббореала и субатлантика.¹⁶

Для сравнительной характеристики изотопного состава $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ в костном коллагене (рис. 3) нами использованы опубликованные материалы могильников Южного Зауралья и Северного Казахстана: могильника Каменный Амбар-5 (n=27),¹⁷ могильника Большекараганского (n=4),¹⁸ могильника Бестамак (n=3),¹⁹ могильника Лисаковский (n=5),²⁰ — полученные по костям КРС, МРС, лошади и свиньи. Дополнительно мы привлекли изотопные значения по серии памятников андроновской КИО в Центральном Казахстане: могильника Тегисжол (n=3), поселения Темиркаш (n=39), могильника Ащису (n=4), могильника Ташик (n=18) и могильника Нураталды (n=1).²¹

¹⁵ См.: Rühl L., Herbig C., Stobbe A. Op. cit. P. 421. Fig. 7; Общественное устройство синташтинско-петровских коллективов...

¹⁶ См.: Дерягин В. В. Озерные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия: дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 1999. С. 62, 63.

¹⁷ См.: Bronze Age diet and economy... P. 9.

¹⁸ См.: Privat K. Preliminary report of palaeodietary analysis of human and faunal remains from Bolshekaragansky kurgan 25 // Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Челябинск, 2002. С. 166–172.

¹⁹ См.: Subsistence and social change in central Eurasia: stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition / Ventresca Miller A. R. [et al.] // Journal of Archaeological Science. 2014. Vol. 42. P. 534.

²⁰ См.: Ventresca Miller A. R. Social organization and interaction in Bronze Age Eurasia: A Bioarchaeological and Statistical Approach to the Study of Communities: Doc. Diss. Pittsburgh, 2013. P. 349.

²¹ См.: How 'Pastoral' is Pastoralism? Dietary Diversity in Bronze Age Communities in the Central Kazakhstan Steppes / Lightfoot E. [et al.] // Archaeometry. 2015. Vol. 57, iss. S1. App. 2.

¹³ См.: Pasture usage by ancient pastoralists in the northern Kazakh steppe informed by carbon and nitrogen isoscapes of contemporary floral biomes / Ventresca Miller A. R. [et al.] // Archaeological and Anthropological Sciences. 2019. Vol. 11, iss. 5. P. 2151–2166.

¹⁴ См.: Поселение Левобережное (Синташта II) по материалам...

По данным изотопного анализа, рацион питания домашних животных на поселении Чебаркуль III также не имеет существенных различий с более южными памятниками алакульского ареала. Вероятно, здесь функционировала модель оседлого скотоводства, реконструируемая для степных алакульских поселений Челябинской области, предполагавшая выпас скота в окрестностях 5–15 км от поселка, стойловое содержание в зимний период с заготовкой кормов.²² Дальнейшая обработка остеологической коллекции поселения Чебаркуль III позволит проверить эту гипотезу.

Сравнительные графики значений $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ демонстрируют ряд тенденций. Во-первых, необходимо отметить их зависимость от видовой принадлежности (рис. 3, А–Б). Значения $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ в костях КРС и МРС близки, разброс медианных значений не превышает 1‰, что говорит о сходной кормовой базе. В то же время отмечается более широкий интервал значений МРС в сравнении с КРС как по азоту, так и по углероду. Лошади (в том числе единственный экземпляр с поселения Чебаркуль III) в целом имеют более низкие значения по обоим показателям, что говорит об отличной от жвачных животных модели потребления.²³ Значения $\delta^{15}\text{N}$ в костном коллагене свиньи лежат в тех же интервалах, что и у травоядных домашних животных, $\delta^{13}\text{C}$ — значительно ниже, что закономерно говорит об иной кормовой базе свиньи — практически полном отсутствии растений С4 в рационе либо самой свиньи, либо консументов 1-го порядка, ею потребляемых. В целом видовые изотопные вариации поселения Чебаркуль III наблюдаются и в обобщенной выборке по бронзовому веку Южного Зауралья и Северного Казахстана.

Во-вторых, рассмотрим специфику изотопных значений в диахронном отношении (рис. 3, В–Г), разделив памятники на две группы: синташтинско-петровскую (ок. 2100–1900 гг. до н. э.) и андроновскую (ок. 1900–1500 гг. до н. э.). К первой группе относятся могильники Каменный Амбар-5, Большекараганский и Бестамак, ко второй — все остальные памятники, в том числе поселение Чебаркуль III. Средние значения и медианы $\delta^{13}\text{C}$ в костях травоядных животных из двух групп близки между собой, что говорит о схожей доле растений С3 и С4 в рационе животных в

различные периоды бронзового века. Средние значения $\delta^{15}\text{N}$ в костях андроновских животных выше, чем в предыдущий период. Это может быть связано с большей долей молодых особей в андроновской выборке, факторами голода. Однако наиболее вероятное объяснение кроется не в диахронной, а в пространственной специфике памятников, на чем мы остановимся ниже. Необходимо также отметить, что диапазоны значений синташтинской выборки как по азоту, так и по углероду более широки. Большинство образцов этой выборки происходят из могильника Каменный Амбар-5. Высокая вариативность значений этого памятника может быть следствием более широких пастбищных угодий, выпаса скота в различных экологических нишах с большим разнообразием растительности, а также присутствия в стаде неместных животных.²⁴

Наконец, остановимся на территориальной специфике, отразившейся в изотопных значениях. На рис. 3, Д–З значения памятников выстроены в порядке от северных к южным. Поселение Чебаркуль III самое северное — находится на стыке горно-лесной и лесостепной зоны Южного Зауралья. Затем следует группа могильников зауральских степей: Каменный Амбар-5, Большекараганский, Лисаковский и Бестамак, — расположенных на одной широте. Наконец, на юго-восточном фланге локализована группа андроновских памятников Карагандинской области, природная зона которых включает степи, полупустыни и предгорья Сары-Арки. Для поселения Чебаркуль III наблюдаются пониженные значения $\delta^{15}\text{N}$ в сравнении с остальными памятниками (рис. 3, Е, З). Как правило, менее обогащенными значениями $\delta^{15}\text{N}$ характеризуются природные системы с более низкими температурами, большей влажностью и более низким рН почв.²⁵ Более того, пространственный анализ демонстрирует тренд повышения значений $\delta^{15}\text{N}$ от лесостепи Южного Зауралья к мелкосопочникам и полупустыням Центрального Казахстана. Вероятно, это иллюстрирует возрастающие температурные характеристики климата и засушливость по направлению с севера на юг. Диаграмма значений $\delta^{13}\text{C}$ (рис. 3, Д, Ж) демонстрирует большую вариативность показателей, но с осторожностью можно говорить об аналогичном

²⁴ Ibid. P. 2163.

²⁵ См.: Hedges R. E. M., Stevens R. E., Richards M. P. Bone as a stable isotope archive for local climatic information // *Quaternary Science Reviews*. 2004. Vol. 23, № 7-8. P. 961.

²² См.: *Bronze Age human-landscape interactions...*; Рассадников А. Ю. Указ. соч.

²³ См.: *Subsistence and social change in central Eurasia...*

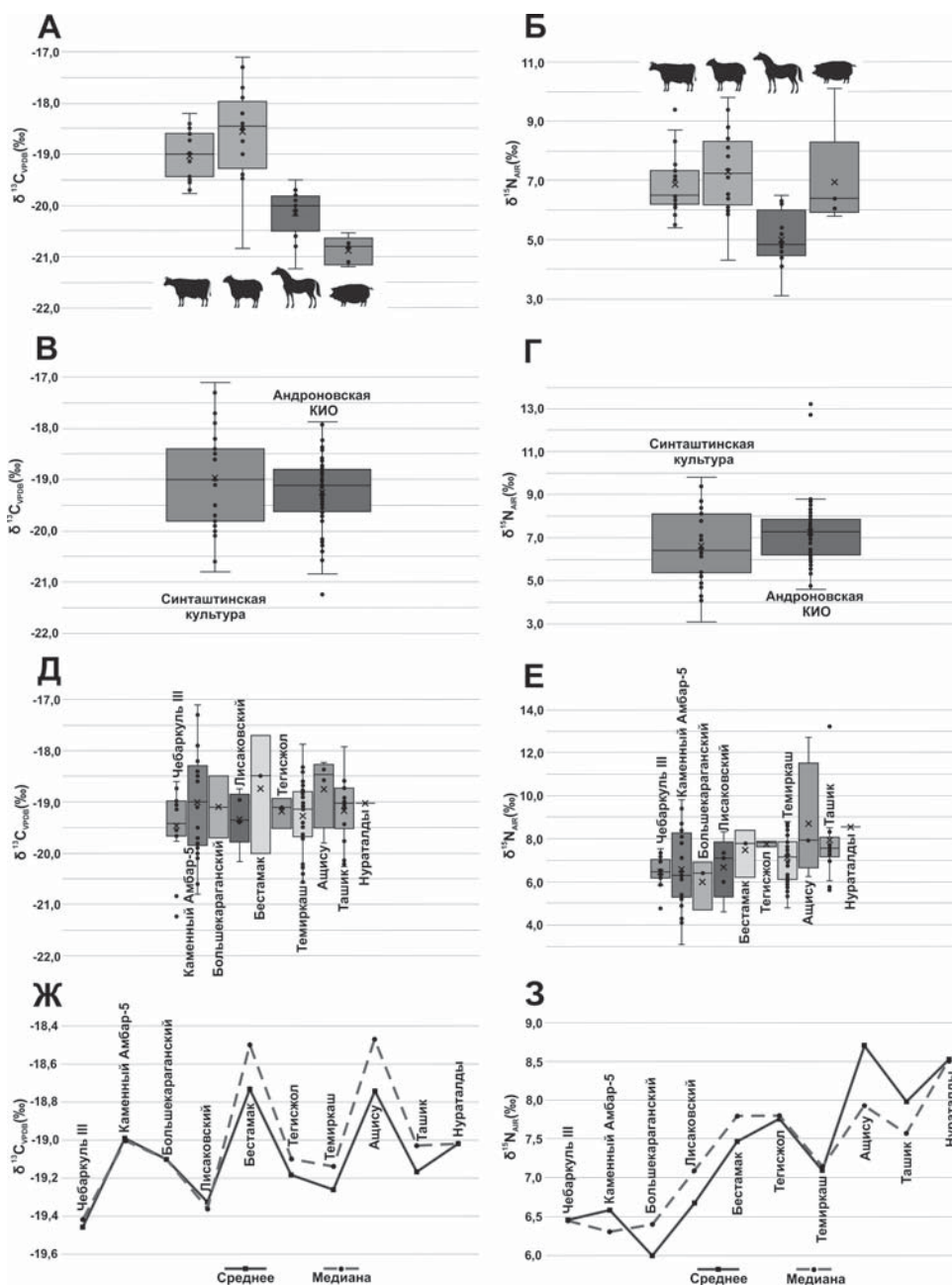


Рис. 3. Диаграммы значений изотопных соотношений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ в коллагене костей домашних животных бронзового века:

А — межвидовое разнообразие значений $\delta^{13}C$; Б — межвидовое разнообразие значений $\delta^{15}N$; В — $\delta^{13}C$;

Г — диахронное разнообразие значений $\delta^{15}N$; Д — значения $\delta^{13}C$ на памятниках бронзового века;

Е — значения $\delta^{15}N$ на памятниках бронзового века; Ж — средние и медианные значения $\delta^{13}C$ на памятниках бронзового века; З — средние и медианные значения $\delta^{15}N$ на памятниках бронзового века

тренде и по углероду, который может быть объясним усилением континентальности климата к юго-востоку, характерном, в частности, для Южного Зауралья.²⁶ Обогащение $\delta^{13}C$ костного коллагена на 1–2 ‰ по направлению с северо-запада на юго-восток также отмечено на территории Европы в эпоху голоцена.²⁷

²⁶ См.: Левит А. И. Южный Урал: география, экология, природопользование. Челябинск, 2001. С. 39–43.

²⁷ См.: Van Klinken G. J., Van Der Plicht H., Hedges R. E. M. Bone C-13/C-12 ratios reflect (Palaeo-)climatic variations // Geophysical Research Letters. 1994. Vol. 21, № 6. P. 445–448.

Обобщая вышесказанное, можно предполагать выпас скота на окрестных пастбищах поселения Чебаркуль III. По результатам изотопного анализа реконструируется несколько большая их увлажненность по сравнению со степными памятниками эпохи бронзы. Это может быть связано как с естественным снижением аридности и температуры по направлению с юга на север, так и с приуроченностью поселения к озерной системе, в отличие

от остальных памятников, расположенных по берегам степных рек. В то же время растительные остатки в культурном слое поселения указывают на то, что, продвигаясь на север, алакульские популяции придерживались достаточно консервативных взглядов при выборе занимаемой экологической ниши. В ней должны были присутствовать открытые степные пространства, широкие луга для выпаса скота и заготовки корма, а также лесные массивы, широко использовавшиеся в домостроительстве, в качестве топлива и, возможно, в металлопроизводстве. Вероятно, так называемый Чебаркульский степной коридор, захватывающий в том числе южный берег одноименного озера, в первой половине II тыс. до н. э. соответствовал всем этим условиям. Ландшафтная ситуация в районе поселения была либо близка к современной, либо несколько более остепненной.

В целом мы склоняемся к гипотезе коллег, которые связывают освоение андроновскими скотоводами сопредельных территорий Тоболо-Ишимья со смещением природных зон к северу в середине суббореального периода.²⁸ Разумеется, экстраполяция данных выводов на Южное Зауралье с его неоднородностью ландшафтных зон может быть только косвенной. Мы также не учитываем возможного влияния сезонных миграций на изотопный состав в костном коллагене, проблема которых для позднего бронзового века не имеет однозначного разрешения к настоящему дню. Для подтверждения гипотезы о продвижении алакульских сообществ исключительно по «степным коридорам» Урало-Казахстана требуются как расширение сети микрорегиональных экологических исследований отдельных памятников, так и согласование их результатов в рамках более глобальных палеоклиматических концепций.

Polina S. Ankusheva

Candidate of Historical Sciences, South Ural State University (National Research University) (Russia, Chelyabinsk); South Ural Federal Scientific Center of Mineralogy and Geocology, Ural Branch of the RAS (Russia, Miass)
E-mail: polenke@yandex.ru

Irina P. Alaeva

Candidate of Historical Sciences, South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Russia, Chelyabinsk)
E-mail: alaevaira@mail.ru

Sergey A. Sadykov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, South Ural Federal Scientific Center of Mineralogy and Geocology, Ural Branch of the RAS (Russia, Miass)
E-mail: sadykov@mineralogy.ru

Yan Chuen Ng

Ph. D., Sun Yat-Sen University (China, Guangzhou)
E-mail: ncyncyncy@gmail.com

Maksim S. Ankushev

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, South Ural State University (National Research University) (Russia, Chelyabinsk); South Ural Federal Scientific Center of Mineralogy and Geocology, Ural Branch of the RAS (Russia, Miass)
E-mail: ankushev_maksim@mail.ru

Elysa P. Zazovskaya

Candidate of Geographic Sciences, Institute of Geography of the RAS (Russia, Moscow)
E-mail: zazovskaya@igras.ru

Alexey Yu. Rassadnikov

Candidate of Historical Sciences, Institute of History and Archaeology, Ural Branch of the RAS (Russia, Ekaterinburg)
E-mail: ralu87@mail.ru

²⁸ См.: Zakh V. A., Ryabogina N. E., Chlachula J. Op. cit.

“STEPPE CORRIDORS” OF ALAKUL PASTORALISTS: ISOTOPE
AND PALEOBOTANICAL STUDIES AT THE CHEBARKUL III SETTLEMENT

The paper is devoted to the determination of the preferred ecological niche of the Alakul population of the forest-steppe Trans-Urals and considers the problem of Andronovo colonization in the northern direction. Radiocarbon dating, paleobotanical and isotopic studies were carried out based on the Chebarkul III settlement materials. The Alakul period of the settlement dates back to the 18th–17th centuries BC. The species composition of plants from the settlement’s cultural layer is similar to the Bronze Age steppe settlements of the Southern Trans-Urals and mainly represented by plant seeds of the meadow and ruderal zones with a minimum amount of forest and the absence of domesticated plants. The $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ values in the livestock bones reflect the diet consisting of C₃ photosynthesis type plants with a small proportion of C₄ plants. The decreased values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in comparison with the Late Bronze Age steppe sites in the Ural-Kazakhstan region may indicate a high moisture content of the settlement’s pastures. The data obtained indicate the preservation of the settled cattle-breeding model, which is typical for the steppe Alakul sites, with cattle grazing in the surrounding territories and the possible preparation of fodder for the winter. The development of northern territories by the Alakul populations took place in the landscape zones habitual for the steppe population: with the presence of open spaces, wide meadows for grazing animals, and preparing forage, as well as forests. For this reason, the so-called Chebarkul steppe corridor was also populated, capturing the shore of the lake of the same name, on which the settlement under study is located.

Keywords: *Alakul culture, Late Bronze Age, Southern Trans-Urals, cattle breeding, isotope studies, paleobotany, radiocarbon dating*

REFERENCES

- Alaeva I. P. [Cultural and chronological position of the Cherkaskul-Mezhov complexes of the Southern Trans-Urals (based on the materials of the Chebarkul III settlement)]. *Drevniy Turgay i Velikaya step': chast' i tseloye* [Ancient Turgai and the Great Steppe: a part and the whole]. Kostanay; Almaty: Institut arkheologii im. A. Kh. Margulana Publ., 2015, pp. 474–484. (in Russ.).
- Alaeva I. P. [The Bronze Age Chebarkul-III settlement]. *Krayevedcheskiy sbornik Chebarkul'skogo rayona* [Local history collection of the Chebarkul region]. Chelyabinsk: OOO “Abris-print” Publ., 2017, iss. I, pp. 19–25. (in Russ.).
- Ambrose S. H. Isotopic Analysis of Palaeodiets: Methodological and Interpretive Considerations. *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analysis in Anthropology*. Langhorne: Gordon & Breach, 1993, pp. 59–130. (in English).
- Chechushkov I. V., Yakimov A. S., Bachura O. P., Ng Yan Ch., Goncharova E. N. [Social organization of the Sintashta-Petrovka groups of the Late Bronze Age and a cause for origin of social elites (based on materials of the settlement of Kamenny Ambar)]. *Stratum plus. Arkheologiya i kul'turnaya antropologiya* [Stratum Plus. Archaeology and Cultural Anthropology], 2018, no. 2, pp. 149–166. (in Russ.).
- Deryagin V. V. *Ozernyye geosistemy vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala i ikh izmeneniye v zone tekhnogennogo vozdeystviya: kand. diss.* [Lacustrine geosystems on the eastern slope of the Southern Urals and their changes in the zone of technogenic impact: Diss. Cand.]. Perm, 1999. (in Russ.).
- Epimakhov A. V. [Revisiting radiocarbon argumentation of early dating of Alakul’ antiquities]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography], 2016, no. 3 (34), pp. 60–67. DOI: 10.20874/2071-0437-2016-34-3-060-067 (in Russ.).
- Epimakhov A. V., Tairov A. D. [Towards the transition from the Bronze Age to the Iron Age in the Ural-Irtysh region (steppe and forest-steppe)]. *Rossiyskiy arkheologicheskiy yezhegodnik* [Russian Archaeological Yearbook]. Saint Petersburg: “University Publishing Consortium” Publ., 2013, iss. 3, pp. 212–232. (in Russ.).
- Gorlova E. N., Krylovich O. A., Tiunov A. V. et al. [Stable-isotope analysis as a method of taxonomical identification of archaeozoological material]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* [Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia], 2015, vol. 43, no. 1, pp. 110–121. DOI: 10.17746 / 1563-0102.2015.43.1.110–121 (in Russ.).
- Grigoriev S. A. [Spatial analysis of the Bronze Age sites of the Southern Trans-Urals]. *Voprosy arkheologii Urala* [Questions of Archaeology of the Urals]. Ekaterinburg; Surgut: Magellan Publ., 2008, iss. 25, pp. 175–193. (in Russ.).
- Hanks B. K., Ventresca Miller A., Judd M. et al. Bronze Age diet and economy: New stable isotope data from the Central Eurasian steppes (2100–1700 BC). *Journal of Archaeological Science*, 2018, vol. 97, pp. 14–25. DOI: 10.1016/j.jas.2018.06.006 (in English).
- Hedges R. E. M., Stevens R. E., Richards M. P. Bone as a stable isotope archive for local climatic information. *Quaternary Science Reviews*, 2004, vol. 23, no. 7-8, pp. 959–965. DOI: 10.1016/j.quascirev.2003.06.022 (in English).
- Korochkova O. N. [Cultural integrations of the Late Bronze Age: factors, rates, models]. *Ural'skiy istoricheskiy vestnik* [Ural Historical Journal], 2009, no. 2 (23), pp. 40–49. (in Russ.).

- Koryakova L. N., Epimakhov A. V. *The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. DOI: 10.1017/CBO9780511618451 (in English).
- Kosarev M. F. *Zapadnaya Sibir' v drevnosti* [Western Siberia in ancient times]. Moscow: Nauka Publ., 1984. (in Russ.).
- Kosintsev P. A., Bachura O. P., Rassadnikov A. Yu., Kisagulov A. V. [Livestock of the population of the Southern Trans-Urals in the Late Bronze Age]. *Materialy IV Vseross. nauch. konf. "Dinamika sovremennykh ekosistem v golotsene"* [Materials of the 4th All-Russian Sci. Conf. "Dynamics of modern ecosystems in the Holocene"]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2016, pp. 102–104. (in Russ.).
- Levit A. I. *Yuzhnyy Ural: geografiya, ekologiya, prirodopol'zovaniye* [Southern Urals: geography, ecology, nature management]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoye kn. izd-vo Publ., 2001. (in Russ.).
- Lightfoot E., Motuzaitė-Matuzevičiute G., O'Connell T. C. et al. How 'Pastoral' is Pastoralism? Dietary Diversity in Bronze Age Communities in the Central Kazakhstan Steppes. *Archaeometry*, 2015, vol. 57, iss. S1, pp. 232–349. DOI: 10.1111/arc.12123 (in English).
- Longin K. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 1971, vol. 230, iss. 5291, pp. 241–242. DOI: 10.1038/230241a0 (in English).
- Petrov F. N., Batanina N. S., Malaya N. V. et al. [The Levoberezhnoe (Sintashta II) settlement based on the materials of the 2015–2017 complex research]. *Arkheologicheskiye pamyatniki Orenburzh'ya* [Archaeological sites of the Orenburg region]. Orenburg: OGPU Publ., 2017, pp. 113–139. (in Russ.).
- Prikhodko V. E., Ivanov I. V., Zdanovich D. G. et al. *Arkaim — ukreplennoye poseleniye epokhi bronzy stepnogo Zaural'ya: pochvenno-arkheologicheskiye issledovaniya* [Arkaim — a fortified settlement of the Bronze Age of the Trans-Urals steppe: soil-archaeological research]. Moscow: FGUP ID "Tipografiya" Rossel'khozakademii Publ., 2014. (in Russ.).
- Privat K. [Preliminary report of palaeodietary analysis of human and faunal remains from Bolshekaragansky kurgan 25]. *Arkaim: nekropol' (po materialam kurgana 25 Bol'shekaraganskogo mogil'nika)* [Arkaim: necropolis (based on materials from mound 25 of the Bolshekaragan burial ground)]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoye knizhnoye izdatel'stvo Publ., 2002, pp. 166–172. (in English).
- Rassadnikov A. Yu. [Results of archaeozoological studies in the settlements of Bol'shaya Berezovaya-2, Malaya Berezovaya-4 and Aleksandro-Nevskoye-II in the Southern Trans-Urals]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography], 2017, no. 3 (38), pp. 176–185. DOI: 10.20874/2071-0437-2017-38-3-176-185 (in Russ.).
- Reimer P., Austin W. E. N., Bard E. et al. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kB). *Radiocarbon*, 2020, vol. 62, no. 4, pp. 725–757. DOI: 10.1017/RDC.2020.41 (in English).
- Rühl L., Herbig C., Stobbe A. Archaeobotanical analysis of plant use at Kamennyi Ambar, a Bronze Age fortified settlement of the Sintashta culture in the southern Trans-Urals steppe, Russia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2015, vol. 24, iss. 3, pp. 413–426. DOI: 10.1007/s00334-014-0506-7 (in English).
- Schwarcz H. P., Schoeninger M. J. Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen as Tracers for Paleo-Diet Reconstruction. *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, vol. 1, pp. 725–742. DOI: 10.1007/978-3-642-10637-8 (in English).
- Stobbe A., Gumnior M., Rühl L., Schneider H. Bronze Age human–landscape interactions in the southern Transural steppe, Russia — Evidence from high-resolution palaeobotanical studies. *The Holocene*, 2016, vol. 26, iss. 10, pp. 1692–1710. DOI: 10.1177/0959683616641740 (in English).
- Svyatko S. V. [Stable isotope analysis: outline of methodology and a review of studies in Siberia and the Eurasian steppe]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* [Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia], 2016, vol. 44, no. 2, pp. 47–55. DOI: 10.17746/1563-0102.2016.44.2.047-055 (in Russ.).
- Van Klinken, G. J., Van der Plicht H., Hedges R. E. M. Bone C-13/C-12 ratios reflect (Palaeo-)climatic variations. *Geophysical Research Letters*, 1994, vol. 21, no. 6, pp. 445–448. DOI: 10.1029/94GL00177 (in English).
- Ventresca Miller A. R., Bragina T. M., Abil Y. A., Rulyova M. M., Makarewicz C. A. Pasture usage by ancient pastoralists in the northern Kazakh steppe informed by carbon and nitrogen isoscapes of contemporary floral biomes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2019, vol. 11, iss. 5, pp. 2151–2166. DOI: 10.1007/s12520-018-0660-4 (in English).
- Ventresca Miller A. *Social organization and interaction in Bronze Age Eurasia: A Bioarchaeological and Statistical Approach to the Study of Communities: Diss. Doc.* Pittsburgh, 2013. (in English).
- Ventresca Miller A., Usmanova E. R., Logvin V. N. et al. Subsistence and social change in central Eurasia: stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition. *Journal of Archaeological Science*, 2014, vol. 42, pp. 525–538. DOI: 10.1016/j.jas.2013.11.012 (in English).
- Zakh V. A., Ryabogina N. E., Chlachula J. Climate and environmental dynamics of the mid- to late Holocene settlement in the Tobol–Ishim forest-steppe region, West Siberia. *Quaternary International*, 2010, vol. 220, iss. 1-2, pp. 95–101. DOI: 10.1016/j.quaint.2009.09.010 (in English).