

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ
В ИЗУЧЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 902.01, 550.4

ПИТАНИЕ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ БРОНЗОВОГО ВЕКА
В МИКРОРАЙОНЕ СТЕПНОЕ
(ПО ДАННЫМ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ)

© 2023 г. А. В. Епимахов^{1,*}, Е. О. Васючков^{1,**}, Е. В. Куприянова²

¹Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),
Челябинск, Россия

²Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

*E-mail: epimakhovav@susu.ru

**E-mail: vasiuchkoveo@susu.ru

Поступила в редакцию 15.05.2023 г.

После доработки 13.06.2023 г.

Принята к публикации 07.08.2023 г.

Представлены результаты анализа соотношения стабильных изотопов азота и углерода в коллагене костей людей ($n = 16$) и домашних травоядных животных ($n = 17$), полученных при раскопках могильников в микрорайоне Степное (Южное Зауралье). Выборка включает в себя три культурных традиции бронзового века (синташтинскую, петровскую и алакульскую), датируемые началом II тыс. до н.э. Основой питания людей была продукция животноводства, что подтверждают данные палеозоологии, палинологии и других дисциплин. Описательная статистика иллюстрирует надежное разделение показателей людей и животных, а также разницу в составе изотопов при группировке по признаку принадлежности к археологической культуре. Исходя из гипотезы о синхронности синташтинской и петровской культур в данном микрорайоне, можно предположить раздельное ведение хозяйственной деятельности носителями этих традиций. Сравнение с сериями по другим памятникам бронзового века региона показало принципиальное сходство выводов в части реконструкции основной диеты при наличии локальной специфики разных экологических ниш.

DOI: 10.56304/S1992722323050059

ВВЕДЕНИЕ

Пищевое поведение коллективов людей детерминировано большой группой факторов: особенностями экологической ниши; технологическим уровнем в сфере производства, обработки и сохранения продуктов питания; социальными отношениями; культурными особенностями и пр. [1]. Таким образом, наряду с диагностированием адаптивных стратегий анализ особенностей диеты (как и всей системы подготовки, потребления и утилизации продуктов питания) способен ответить на большой спектр вопросов как о социальных аспектах функционирования коллектива, так и его культурных стереотипах. При этом возможности реконструкции этой витальной (в полном смысле слова) сферы жизнедеятельности сильно лимитированы. Одним из главных факторов является плохая сохранность органических материалов, доступных напрямую изучению. В этой связи предпринимаются усилия в исследовании “косвенных” свидетелей: специализированной посуды, пищевых пригаров [2, 3], элементного состава грунта внутри целых сосудов [4], состояния

здоровья [5] и пр. Информативность каждого из таких источников имеет существенные ограничения [6], и лишь синтез разнотипных данных способен сформировать непротиворечивую картину, валидность которой может быть верифицирована путем сравнения результатов.

Одним из наиболее доступных для массового применения (в том числе в свете многочисленности остеологических материалов поселений и могильников) является анализ стабильных изотопов азота и углерода. Опыты такого рода исследований постепенно накапливаются, в том числе, для рассматриваемого в рамках данной работы периода бронзового века в Южном Зауралье [7–9]. Однако до сей поры и реконструкция динамики пищевых пристрастий местного населения, и их диагностирование для групп, проживающих в разных экологических нишах, остаются недостижимым идеалом. Задача настоящего исследования заключается в выделении опорных памятников с надежной культурно-хронологической атрибуцией, располагающих сериями измерений. Этому критерию соответствует микрорайон у с. Степное (Пластов-

Таблица 1. Основные данные о количестве образцов, проанализированных для определения состава изотопов азота и углерода, в микрорайоне Степное

Могильник	Люди	Животные
Степное-1	4	14
Степное VII	12	3
Всего	16	17

ский район Челябинской области), где проведены масштабные раскопки разнотипных памятников [10–12], получены серии радиоуглеродных дат [13], выполнены палеоботанические и палеозоологические анализы [14]. Объекты бронзового века расположены на левом берегу р. Уй (Тобольский бассейн) в лесостепной зоне на южной окраине Санарского бора. Здесь представлены практически все культурные традиции позднего бронзового века (II тыс. до н.э.): синташтинская, петровская, алакульская, срубная, черкаскульская и межовская, правда, в разной степени обеспеченные материалами. Поселение Степное является наиболее северным в серии синташтинских фортификационных объектов.

Цель работы — тестирование возможностей реконструкции особенностей питания населения бронзового века в конкретном микрорайоне Южного Зауралья — предусматривает решение ряда задач: введение в оборот новых данных; статистический анализ данных по группам; сравнение с ранее полученными результатами анализа стабильных изотопов азота и углерода в изучаемом регионе.

МЕТОДЫ

При формировании выборки значений авторы данной статьи ориентировались на обеспечение максимальной надежности контекста. В этой связи основные материалы получены из погребений двух могильников: Степное-1 и Степное VII, расположенных в 1.5 км друг от друга. Вторым критерием отбора было использование костных тканей людей и животных, которые в данном случае принадлежат одной пищевой цепи. Основой системы жизнеобеспечения населения местного бронзового века единодушно признается продукция комплексного животноводства [15], присваивающие отрасли могут рассматриваться только как вспомогательные, выявить следы земледелия не удалось [16, 17]. Все перечисленное имеет прямую аргументацию не только для рассматриваемого периода в целом, но и для микрорайона в виде палеозоологических и палеоботанических заключений [14]. Наконец, в рамках полученной выборки сделана попытка изучить разные культурные традиции и разные виды домашнего скота. Образцы костей человека принадлежат почти исключительно взрослым индивидам синташтинской,

петровской и алакульской культур (определения А.А. Хохлова и К. Боннэр), выборка образцов костей животных включает в себя останки domesticированных особей мелкого рогатого скота, крупного рогатого скота и лошади (МРС — 8, КРС — 6, лошадь — 3) из комплексов синташтинской, петровской и алакульской культур (видовые определения Л.Л. Гайдученко).

Всего выборка включает в себя 33 образца, для которых был измерен изотопный состав коллагена, неравномерно распределенных между памятниками (табл. 1). Рассматриваемые памятники расположены в непосредственной близости друг от друга. Сходство радиоуглеродных дат [13] и территориальная близость располагают к обобщенному рассмотрению серии на первом этапе анализа.

Основная часть аналитической работы проведена в ЦКП “Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии” Института географии РАН ($n = 20$)¹. Для изучения изотопного состава коллагена в лаборатории использовали анализатор стабильных изотопов углерода и азота (IRMS) модели PrecisION, фирмы “Isoprime Ltd”, Великобритания 2017 г. выпуска. Погрешность измерения составляет не более 0.06‰ для $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$. Остальные данные были получены при радиоуглеродном датировании в лабораториях университетов Оксфорда ($n = 10$) и Аризоны ($n = 3$)².

При обобщении результатов методы описательной статистики использовали для характеристики выборки в целом, а также группировок по видам животных и археологическим культурам. Часть значений в статистике не использовали. Один из индивидов (Степное VII, комплекс 4, м.я. 31) имеет два измерения (IGAN-214i и AA-90947), заметно различающиеся между собой. Особенно существенной оказалась разница по $\delta^{15}\text{N}$ (минимальное среди человеческих останков во всей серии). Исключено экстремальное значение, полученное в ходе радиоуглеродного датирования. Еще в одном анализе кости КРС (IGAN-203i) соотношение C/N составило 2.7, что находится за пределами эталонного коридора [18]. Впрочем, значения изотопов в последнем примере не имеют существенных отличий от всей серии. Тем не менее оба измерения были исключены из дальнейшего рассмотрения во избежание искажения выводов

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные о составе стабильных изотопов в костной ткани людей и животных сведены в табл. 2, 3.

¹ Индекс IGAN.

² Индексы OxA и AA.

Таблица 2. Контекст образцов для анализа погребальных памятников у с. Степное

Шифр	Памятник	Объект	Культура	Пол, возраст	Кость
Люди					
IGAN-199i	Степное-1	Кург. 6, м.я. 1	Синташта	Ж	Ребро
IGAN-200i	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	Н, 15 ± 3	Ф-т шейного позвонка
IGAN-201i	Степное-1	Кург. 7, м.я. 2	Синташта	Н, 11	Плюсневая кость
IGAN-202i	Степное-1	Кург. 5, м.я. 1	Петровка	М, 30–35	Ф-т грудного позвонка
IGAN-207i	Степное VII	Компл. 2, м.я. 5	Алакуль	М, 30–40	Фаланга
IGAN-208i	Степное VII	Компл. 2, м.я. 6	Алакуль	М, 30–35	Фаланга
IGAN-210i	Степное VII	Компл. 7, м.я. 73	Петровка	Н, 8	Ф-т черепа
IGAN-211i	Степное VII	Компл. 3, м.я. 11	Петровка	Ж, 17–25	Фаланга
IGAN-212i	Степное VII	Компл. 4, м.я. 18	Петровка	Ж? 15–17	Ф-т черепа
IGAN-213i	Степное VII	Компл. 4, м.я. 31, костяк А	Алакуль	Ж, 15	Фаланга
IGAN-214i	Степное VII	Компл. 4, м.я. 31, костяк Б	Алакуль	Ж?	Ребро
IGAN-215i	Степное VII	Компл. 7, м.я. 78	Петровка	М	Фаланга
IGAN-216i	Степное VII	Компл. 7, м.я. 78	Петровка	Ж, 12–18	Фаланга
AA-90948	Степное VII	Компл. 4, м.я. 17	Петровка	Ж	Фаланга
AA-90949	Степное VII	Компл. 4, м.я. 17	Петровка	Ж	Фаланга
AA-90947	Степное VII	Компл. 4, м.я. 31	Алакуль	Ж	Ребро
Животные					
IGAN-203i	Степное-1	Кург. 6, м.я. 1	Синташта	КРС	Копыто
IGAN-204i	Степное-1	Кург. 7, м.я. 3	Синташта	МРС	Пяточная кость
IGAN-205i	Степное-1	Кург. 8, жертвенник 1	Петровка	МРС	Фаланга
IGAN-206i	Степное-1	Кург. 8, м.я. 1	Петровка	Лошадь	Конечность
ОхА-34142	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	КРС	
ОхА-34143	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	КРС	
ОхА-34150	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	МРС	
ОхА-34144	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	МРС	
ОхА-34149	Степное-1	Кург. 7, м.я. 1	Синташта	МРС	
ОхА-34151	Степное-1	Кург. 7, м.я. 5	Синташта	МРС	Астрагал
ОхА-34145	Степное-1	Кург. 7, м.я. 5	Синташта	МРС	Астрагал
ОхА-34146	Степное-1	Кург. 7, м.я. 5	Синташта	КРС	Конечность
ОхА-34147	Степное-1	Кург. 8, м.я. 1	Петровка	Лошадь	Пястная кость
ОхА-34148	Степное-1	Кург. 8, м.я. 1	Петровка	Лошадь	Пястная кость
IGAN-217i	Степное VII	Компл. 7, я. 80. Жертвенник над ямой 80, ров	Петровка	МРС	Фаланга
IGAN-218i	Степное VII	Компл. 7, я. 81, ров	Петровка	КРС	Плюсневая кость
IGAN-219i	Степное VII	Компл. 7, я. 86	Петровка	КРС	Астрагал

Примечание. Ж – женский пол, М – мужской пол, Н – пол не установлен, КРС – крупный рогатый скот, МРС – мелкий рогатый скот.

Контекст образцов костей животных, происходящих из жертвенников могильника Степное VII, требует отдельного обоснования культурной ат-

рибуции. Ямы 80 и 81 расположены в южной части кольцевого рва комплекса 7. Вокруг них и над ними располагаются многочисленные углубле-

Таблица 3. Результаты анализа стабильных изотопов C/N костей человека и домашнего скота из могильников у с. Степное

Шифр	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (VPDB)	$\delta^{15}\text{N}$ (Air)
IGAN-199i	3.14	-19.26	13.10
IGAN-200i	3.03	-19.21	11.57
IGAN-201i	3.13	-19.11	11.31
IGAN-202i	3.15	-19.18	12.47
IGAN-207i	3.16	-19.27	12.13
IGAN-208i	3.18	-19.43	12.62
IGAN-210i	3.11	-19.72	12.96
IGAN-211i	3.18	-19.35	12.41
IGAN-212i	3.16	-19.82	11.40
IGAN-213i	3.16	-19.17	11.47
IGAN-214i	3.15	-19.61	11.74
IGAN-215i	3.18	-19.42	11.66
IGAN-216i	3.19	-19.22	11.57
AA-90948	3.20	-19.50	10.20
AA-90949	3.20	-19.50	10.80
<i>AA-90947</i>	<i>3.20</i>	<i>-19.80</i>	<i>9.90</i>
<i>IGAN-203i</i>	<i>2.70</i>	<i>-20.17</i>	<i>5.50</i>
IGAN-204i	3.14	-19.76	4.42
IGAN-205i	3.26	-20.09	4.76
IGAN-206i	3.18	-20.85	4.69
OxA-34142	3.18	-20.75	3.56
OxA-34143	3.21	-20.27	4.44
OxA-34150	3.18	-19.58	4.87
OxA-34144	3.17	-20.44	4.08
OxA-34149	3.19	-19.82	4.10
OxA-34151	3.20	-19.55	5.81
OxA-34145	3.23	-20.05	4.13
OxA-34146	3.22	-20.44	5.01
OxA-34147	3.22	-20.83	3.02
OxA-34148	3.20	-21.01	3.05
IGAN-217i	3.21	-20.05	4.98
IGAN-218i	3.28	-20.46	5.58
IGAN-219i	3.47	-20.34	7.03

Примечание. Курсивом выделены значения, исключенные из статистического анализа в связи с отклонением в соотношении C/N.

ния и скопления, содержащие жертвенники и набросы костей. Один образец кости животного (IGAN-217i) происходит из верхних слоев ямы 80, содержавшей младенческое погребение петровской культуры, второй (IGAN-218i) — из соседней ямы 81, содержавшей жертвенник из частей КРС. Яма 86 (IGAN-219i), расположенная в северной части кольцевого рва между ямами 76 и 77, содер-

жала жертвенный комплекс из дистальных отделов конечностей КРС и фрагмент керамики петровской культуры.

Совокупность полученных данных по костной ткани людей, происходящих из двух могильников, показывает, что разброс значений коллагена по углероду составляет ($\delta^{13}\text{C}$) от 19.82 до -19.11‰. Для изотопов азота ($\delta^{15}\text{N}$) значения очерчивают промежуток 10.20 и 13.10‰. При обобщении результатов анализов, полученных по коллагену из костной ткани домашнего скота, выявлено, что они образуют кластер с граничными значениями -1.01...-19.55‰ по $\delta^{13}\text{C}$ и 3.02-7.03‰ по $\delta^{15}\text{N}$. Показатели $\delta^{15}\text{N}$ по людям и животным существенно различаются в медианах: 11.66 ± 0.79 и 4.56 ± 1.01 соответственно. Изотопы углерода не демонстрируют столь больших различий (-19.35 ± 0.21 и -20.31 ± 0.45), но в случае с животными фиксируется более высокая вариативность.

Детализация заключений предполагает обращение к вариантам группировки по археологическим культурам в пределах имеющейся выборки (табл. 4).

Возможности сравнения по признаку принадлежности к археологической культуре в некоторых случаях сильно лимитированы мизерностью серий. Так, синташтинская выборка по костям людей представлена всего тремя измерениями. Обращает на себя внимание относительно высокая вариативность $\delta^{15}\text{N}$ для животных петровской культуры (Степное VII). Значения $\delta^{15}\text{N}$ для травоядных животных в анализируемой выборке в целом укладываются в диапазон 3.02-5.81‰, за исключением образца костей рогатого скота (IGAN-219i), имеющего значение выше 7‰. Впрочем, этот анализ не слишком выбивается из общей серии за счет сходства с остальными по углероду.

ОБСУЖДЕНИЕ

Значения изотопов азота и углерода расположены в относительно небольшом интервале и не имеют резко “выпадающих” показателей, которые могли бы расцениваться как значительные различия в диете индивидов. Обобщение данных по людям и травоядным животным иллюстрирует достоверное разделение на две группы в соответствии с трофическим уровнем консументов. Небольшой сдвиг в значениях углерода в костях животных и человека можно объяснить незначительным увеличением количества этого изотопа на каждом этапе пищевой цепи [19, 20].

Величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для людей располагаются очень компактно, что может свидетельствовать о единообразной диете индивидов, а также низкой мобильности коллективов и их домашнего скота (последнее нуждается в дополнительной верификации посредством изучения анализов со-

Таблица 4. Описательная статистика по выборке C/N измерений в микрорайоне Степное. Группировка по археологическим культурам

	Люди						Животные			
	синташта (3)		петровка (8)		алакуль (4)		синташта (9)		петровка (7)	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Max	-19.11	13.10	-19.18	12.96	-19.17	12.62	-19.55	5.81	-20.05	7.03
Min	-19.26	11.31	-19.82	10.20	-19.61	11.47	-20.75	3.56	-21.01	3.02
Mean	-19.20	11.99	-19.46	11.68	-19.37	11.99	-20.07	4.49	-20.52	4.73
mediana	-19.21	11.57	-19.46	11.61	-19.35	11.93	-20.05	4.42	-20.46	4.76
SD	0.08	0.97	0.22	0.91	0.19	0.50	0.43	0.66	0.38	1.40

отношения изотопов стронция). Можно отметить большую роль продуктов животного происхождения в рационе обсуждаемых коллективов. Среди продуктов питания явно присутствовала и растительная пища, скорее всего речь идет о дикорастущих растениях типа C_3 .

При детальном анализе стабильных изотопов азота и углерода в костях домашнего скота обращает на себя внимание большая вариативность значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в сравнении с людьми. В теории в качестве объяснительных гипотез вариации значений азота следует рассматривать и недиетарные факторы, например климатические эффекты. Известно, что значения $\delta^{15}\text{N}$ повышаются на всех трофических уровнях при засухе [19, 21, 22]. Отметим, что в данном случае медианные показатели $\delta^{13}\text{C}$ разнятся в зависимости от видовой принадлежности животного: для лошадей — -20.85 ± 0.09 , КРС — -20.44 ± 0.18 , МРС — -19.94 ± 0.29 (рис. 1). Самые низкие значения характерны для лошадей при небольшом стандартном отклонении, хотя это может быть следствием малого размера выборки — речь идет всего о трех особях. Более высокие значения характерны для КРС, при этом стандартное отклонение тоже возрастает. Самые высокие показатели характеризуют МРС, но их вариативность самая высокая в выборке. Плотность размещения и малую вариативность значений для лошадей можно объяснить их биологическими особенностями. Они являются нежвачными животными в отличие от КРС и МРС, что и обеспечивает самые низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$. Кроме того, лошади поедают верхнюю часть растений, изотопный сигнал которых отличается от нижней, поедаемой жвачными видами животных [21, 22]. Отмечалось, что при возможности лошади будут питаться на влажных и умеренно влажных лугах в противовес жвачным травоядным, которых, судя по всему, пасли в непосредственной близости от поселков, где растения могли иметь более изменчивый изотопный состав [21–23]. Последнее объясняет более компактное расположение на графике показателей изотопов в

сравнении со жвачными животными, для которых характерна большая вариативность видов растений, употребляемых в пищу в условиях ограниченности осваиваемых ими пастбищ. Все перечисленное позволяет предполагать существование в бронзовом веке практики раздельного выпаса разных видов домашнего скота, при которой лошади паслись отдельно от КРС и МРС. Другой причиной может быть употребление жвачными животными в пищу разных видов растительности при повторном использовании пастбищ, где уже могли выпастись лошади. Практика заготовки кормов для парнокопытных и тебеневки лошадей в зимний период также могла влиять на различия в цифрах. Заготовка кормов предполагается с опорой на серии находок серповидных орудий [24] и следы пребывания животных в границах построек (колодцы для круглогодичного обеспечения большим объемом воды, химический и микробиологический состав грунта, следы остеофагии и пр.) [25–27].

При распределении по культурам группы значений $\delta^{13}\text{C}$ отражают определенные закономерности в соотношении значений стабильных изотопов в костной ткани людей и животных (рис. 2). В рамках данной выборки для синташтинских и петровских индивидов разница между медианными значениями составляет $\sim 0.25\text{‰}$ (-19.21‰ для представителей синташтинской культуры и -19.46‰ для петровской). Домашний скот этих культур демонстрирует похожую тенденцию при несколько большей разнице — 0.41‰ (-20.05‰ для скота из погребений синташтинской культуры и -20.46‰ — для петровской). Таким образом, значения $\delta^{13}\text{C}$ для синташтинской культуры в среднем получаются несколько выше, чем у петровской. При анализе изотопов $\delta^{15}\text{N}$ эта закономерность не прослеживается. Зафиксированная разница может отражать особенность выпаса и диеты домашнего скота и, как следствие, приводить к похожему небольшому сдвигу медианных значений для людей, употреблявших животный белок в пищу (рис. 3).

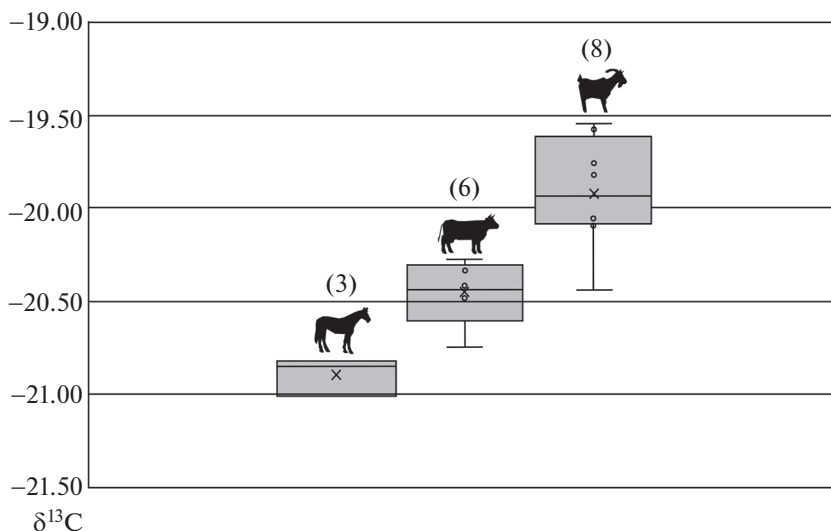


Рис. 1. Диаграмма размаха значений $\delta^{13}\text{C}$ для домашних травоядных животных микрорайона Степное. В скобках указано количество проведенных анализов.

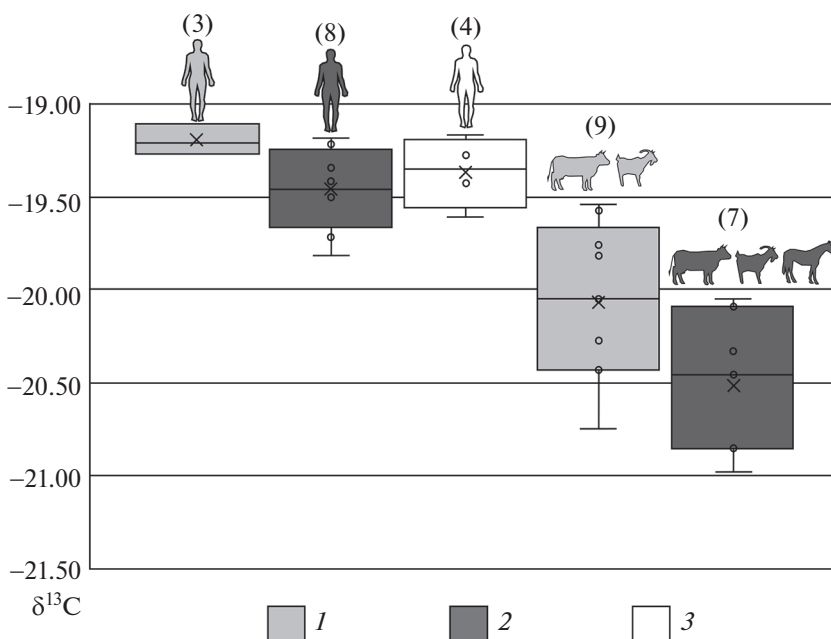


Рис. 2. Диаграмма размаха значений $\delta^{13}\text{C}$ в костях людей и скота микрорайона Степное, группировка по археологическим культурам (синташтинская – 1, петровская – 2, алакульская – 3). В скобках указано количество проведенных анализов для каждой из культурных групп.

Это наблюдение особенно интересно в свете выводов по результатам анализа радиоуглеродных дат, не исключающего синхронность синташтинских и петровских материалов для рассматриваемых памятников [13]. Вероятно, эта разница может маркировать определенную хозяйственную сепарацию двух культурных групп и расцениваться как дополнительный аргумент против

секвенции синташтинской, петровской и алакульской культур.

К сожалению, для алакульской культуры имеются данные только по человеческим останкам, чьи медианные значения показывают их промежуточное положение между синташтинской и петровской сериями. Отсутствие выборки анализов для домашнего скота алакульской культуры в

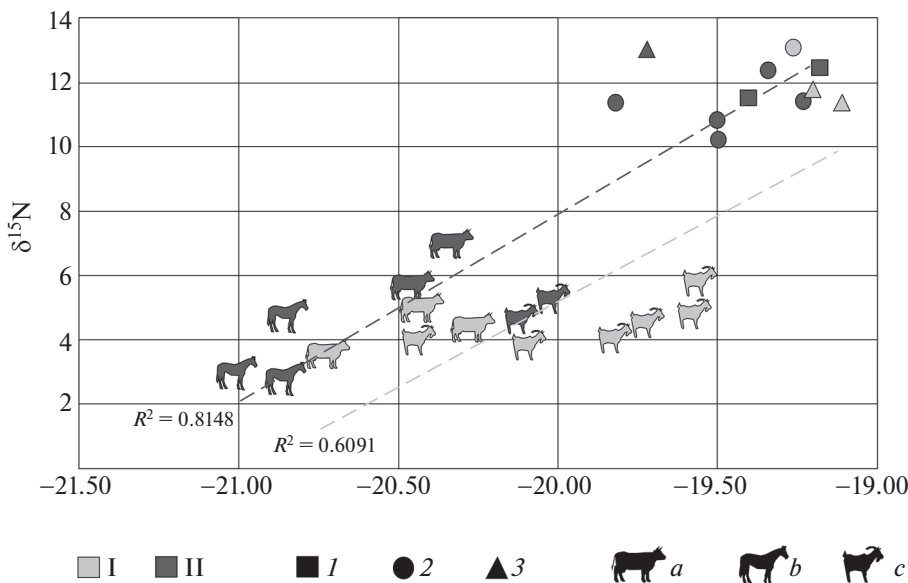


Рис. 3. Соотношение $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ людей и травоядных животных микрорайона Степное (синташтинская культура – I, петровская – II): 1 – мужчина, 2 – женщина, 3 – пол не определен). a – КРС; b – лошадь; c – МРС.

рассматриваемом микрорайоне, а также малый размер выборки людей не позволяют сделать однозначный вывод о ее соотношении с данными, полученными по синташтинской и петровской культурам. Немногочисленные стратиграфические наблюдения в микрорайоне Степное свидетельствуют в пользу более поздней позиции алакульских традиций относительно синташтинских и петровских. То есть на алакульском этапе на основе синтеза предшествующих традиций могло произойти слияние прежде разделенных хозяйственных ареалов.

Наиболее очевидным объектом сравнения является синташтинский могильник бронзового века Каменный Амбар-5, расположенный в 140 км к югу и имеющий большую серию измерений стабильных изотопов азота и углерода для людей и домашнего скота [8, 22, 28]. Он находится в долине р. Карагайлы-Аят (Тобольский бассейн) в Карталинском районе Челябинской области в степной зоне. Для сравнительного анализа использовали 75 образцов костей человека и 33 домашних травоядных животных (15 лошадей, 9 КРС и 9 МРС). Медианные значения $\delta^{15}\text{N}$ для людей и животных равны 13.1 ± 1.34 и 6.1 ± 1.82 соответственно. Значения $\delta^{13}\text{C}$ демонстрируют небольшой сдвиг (-18 ± 0.54 и -19.5 ± 1.15), маркирующий различие между скотом и людьми. Как и в случае с могильниками в районе Степного, вариативность значений $\delta^{13}\text{C}$ для домашнего скота выше.

В сравнении с могильниками у с. Степного можно в целом констатировать большую вариативность значений изотопов азота и углерода, однако это разнообразие может быть следствием го-

раздо большего размера выборки значений для фауны Каменного Амбара. Также для этого могильника нехарактерно столь же четкое разграничение результатов измерения $\delta^{15}\text{N}$ людей и домашних травоядных, как отмеченное по данным из могильников микрорайона Степное. В выборке присутствуют несколько образцов коллагена КРС и МРС ($n = 6$), имеющих несколько повышенный уровень изотопов азота относительно остального поголовья. Это могло быть продиктовано разными факторами или суммой нескольких из них: особенности изотопного состава поедаемых растений, малый возраст особей, более засушливый климат, засоленность почв, на которых осуществлялся выпас.

Показания $\delta^{13}\text{C}$ по видам животных могильника Каменный Амбар-5 (лошади – -20.1 ± 0.71 , КРС – -19 ± 0.54 , МРС – -18.2 ± 0.59) иллюстрируют схожую с могильниками у с. Степное последовательность: минимальные значения характерны для лошадей, выше располагается КРС, далее МРС. Вкупе с результатами анализов, известными по другим памятникам [9], это позволяет выявить усредненные паттерны распределения стабильных изотопов домашнего травоядного скота и диагностировать нетипичные показатели при наличии таковых.

Хорошо прослеживается тенденция увеличения значений $\delta^{13}\text{C}$ для людей и травоядных животных Каменного Амбара-5 в сравнении с могильниками у с. Степное. Статистически это отражают медианные значения для людей и скота. Для могильников у с. Степное они будут составлять -19.35 ± 0.21 для людей и -20.31 ± 0.45 для скота, в

то время как для Каменного Амбара-5 медианные показатели будут равны -18 ± 0.54 и -19.5 ± 1.15 . Смещение может быть обусловлено, в частности, большей долей растений C_4 в питании домашнего скота в степной зоне, что неизбежно сказалось и на людях, употреблявших в пищу продукты животноводства. Впрочем, ни одно из животных не попадает в группу значений, позволяющих говорить о диете, состоящей *только* из растений C_4 . Более реалистично предполагать для скота смешанную диету, поскольку в степи интересующего нас района произрастают цветущие недревесные растения типов C_3 и C_4 [8, 22]. Инсоляция и обеспеченность водой, согласно [22, 29], также могут быть факторами, способствующими обогащению растений углеродом (как правило речь идет о растениях C_3) и, как следствие, повышению значения $\delta^{13}C$ у скота, употребляющего их в пищу. Если различиями в инсоляции рассматриваемых локусов можно пренебречь, то обеспеченность водой в лесостепной зоне была выше, но в основном за счет наземной влаги. Отметим, что проведенный анализ не выявил коренных различий в системе питания обитателей степной и лесостепной зон.

Дополнительной иллюстрацией этого тезиса является серия анализов состава стабильных изотопов костей домашнего скота поселения позднего бронзового века Чебаркуль III [9]. Памятник расположен в 100 км к северо-западу от микрорайона Степное, в предгорьях Урала, но в зоне так называемого “степного коридора”, т.е. скорее всего занимает сходную с описанными могильниками экологическую нишу. Вероятно, именно поэтому значения по $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ (6.4 ± 0.72 ; -19.28 ± 0.64) поселения Чебаркуль III не демонстрируют заметных расхождений с травоядными домашними животными рассматриваемых могильников. Единственное исключение — образец коллагена лошади, имеющий минимальные значения $\delta^{13}C$ для всей выборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые данные по стабильным изотопам $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ для могильников у с. Степное демонстрируют, что в основе системы питания людей лежали продукты животноводства (мясо, молоко, кисломолочные продукты) при небольшой роли дикорастущей флоры. Наличие в диете значительной доли речной рыбы по данным анализа стабильных изотопов не прослеживается, хотя кости рыб нередко обнаруживаются в культурном слое [26], есть и примеры орудий для рыбной ловли [10]. Судя по небольшой доле костей диких животных в составе коллекций поселений [26, 27 и др.], охота играла вспомогательную роль в системе жизнеобеспечения. В изученной выборке нет индивидов, резко отличных по составу изотопов от

остальных, поэтому с некоторой долей осторожности (в силу малого объема измерений) можно констатировать, что социальная неоднородность не нашла отражения в диете.

Интерпретация полученных цифр в отношении животных позволила заключить, что основную роль в рационе домашних травоядных играли растения C_3 . Лошади имели более широкую зону выпаса в отличие от КРС и МРС. Последние могли пребывать в непосредственной близости от поселения, на что указывают следы содержания части скота в постройках [27]. Перспективы повышения точности выводов о системе питания коллективов в микрорайоне у с. Степное связаны с анализом материалов поселений.

Результаты анализа состава изотопов людей и скота синташтинской и петровской культур формируют два кластера значений, маркируя изотопный состав консументов и косвенно — продуцентов. Выявленные различия значений между культурами могут указывать на выпас скота в различающихся экологических нишах (за счет разницы изотопного состава поглощаемой флоры). При этом популяциям в рамках микрорайона были свойственны практически идентичная белковая диета и трудно различимые формы животноводческого хозяйства. С учетом предполагаемой по данным радиоуглеродного датирования единовременности существования этих культурных групп различия в составе стабильных изотопов могут свидетельствовать об определенной степени хозяйственной сепарации коллективов с разными культурными традициями в пределах рассматриваемого микрорайона.

Вторая группа выводов базируется на сравнительном анализе памятников микрорайона с другими примерами аналогичных исследований. В целом можно констатировать, что имеются некоторые локальные различия между синхронными степными и лесостепными сериями, хотя речь идет об одной и той же хозяйственной модели с резким преобладанием комплексного животноводства. По-видимому, расхождения в значениях обусловлены не столько климатическими факторами (степень увлажненности), сколько локальными (засоленность почв или доля растений C_4 в рационе травоядных). Дальнейшее развитие направления видим в существенном расширении серий, пригодных не только для анализа синхронных памятников, но и для диагностирования динамики, а также в привлечении иных источников информации в решении вопросов реконструкции системы производства и потребления продуктов питания.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант № 20-18-00402-П).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Twiss K.* // *J. Archaeol. Res.* 2012. V. 20. P. 357. <https://doi.org/10.1007/s10814-012-9058-5>
2. *Kunikita D., Shevkomud I., Yoshida K. et al.* // *Radio-carbon.* 2013. V. 55. P. 1334. <https://doi.org/10.1017/S0033822200048244>
3. *Lucquin A., Gibbs K., Uchiyama J. et al.* // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2016. V. 113. P. 3991. <https://doi.org/10.1073/pnas.1522908113>
4. *Демкин В.А., Демкина Т.С., Удальцов С.Н.* // *Вестник археологии, антропологии и этнографии.* 2014. № 2 (25). С. 148.
5. *Каранетян М.К., Шаранова С.В.* // *Нижеволжский археологический вестник.* 2022. Т. 21. № 2. С. 100. <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2022.2.6>
6. *Miller M.J., Whelton H.L., Swift J.A. et al.* // *Sci. Rep.* 2020. V. 10. P. 13704. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70109-8>
7. *Ventresca Miller A., Hanks B.K., Judd M. et al.* // *Am. J. Phys. Anthropol.* 2017. V. 162. № 3. P. 409. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23126>
8. *Hanks B.K., Ventresca Miller A., Judd M. et al.* // *J. Archaeol. Sci.* 2018. V. 97. P. 14. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.06.006>
9. *Анкушева П.С., Алаева И.П., Садыков С.А. и др.* // *Уральский исторический вестник.* 2021. № 3 (72). С. 26. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3\(72\)-26-38](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38)
10. *Куприянова Е.В., Зданович Д.Г.* *Древности лесостепного Зауралья: могильник Степное VII.* Челябинск: Энциклопедия, 2015. 200 с.
11. *Куприянова Е.В.* *Погребальные практики эпохи бронзы Южного Зауралья: могильник Степное-1 (раскопки 2008, 2010–2011, 2014 гг.).* Челябинск: Энциклопедия, 2016. 118 с.
12. *Куприянова Е.В., Стоколос В.С., Петров Н.Ф. и др.* *Могильник Степное 25: культурный синкретизм на границе степи.* Челябинск: ЧелГУ, 2020. 155 с.
13. *Епимахов А.В., Куприянова Е.В., Хоммель П. и др.* // *Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции* / Отв. ред. Куприянова Е.В. Челябинск: ЧелГУ, 2021. С. 7.
14. *Куприянова Е.В., Хэнкс Б.К., Гайдученко Л.Л. и др.* // *Степное: новые горизонты* / Гл. ред. Куприянова Е.В. Челябинск: ЧелГУ, 2023.
15. *Koryakova L., Epimakhov A.V.* *The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Age.* Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 384 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511618451>
16. *Епимахов А.В.* // *Вестник археологии, антропологии и этнографии.* 2010. № 2 (13). С. 36.
17. *Stobbe A., Schneider H., Voigt R. et al.* // *The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia). Culture, Environment and Economy* / Eds. Korjakova L.N., Krause R. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2021. P. 269.
18. *DeNiro M.J.* // *Nature.* 1985. V. 317. P. 806. <https://doi.org/10.1038/317806a0>
19. *Svyatko S.V.* // *Archaeol. Ethnol. Anthropol. Eurasia.* 2016. V. 44 (2). P. 47. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2016.44.2.047-055>
20. *Bocherens H., Drucker D.* // *Int. J. Osteoarchaeol.* 2003. V. 13. P. 46. <https://doi.org/10.1002/oa.662>
21. *Shishlina N., Sevastyanov V., Kuznetsova O.* // *J. Archaeol. Sci.* 2018. V. 21. P. 1247. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.02.013>
22. *Ventresca Miller A.R., Bragina T.M., Abil Y.A. et al.* // *Archaeol. Anthropol. Sci.* 2019. V. 11. P. 2151. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0660-4>
23. *Menard C., Duncan P., Fleurance G.* // *J. Appl. Ecol.* 2002. V. 39. P. 120. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00693.x>
24. *Епимахов А.В.* // *Российский археологический ежегодник.* 2021. Вып. 2. С. 253.
25. *Peters S., Thiemeyer H.* // *The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia). Culture, Environment and Economy* / Eds. Korjakova L.N., Krause R. *The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia). Culture, Environment and Economy.* Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2021. P. 305.
26. *Kosintsev P.A., Rassadnikov A.Ju., Bachura O.P.* *Bone remains from the Bronze Age fortified settlements of Kamennyi Ambar and Konoplyanka* / Eds. Korjakova L.N., Krause R. *The Bronze Age in the Karagaily-Ayat Region (Trans-Urals, Russia). Culture, Environment and Economy.* Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2021. P. 335.
27. *Рассадников А.Ю.* // *Известия лаборатории древних технологий.* 2020. Т. 16. № 3 (36). С. 46. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2020-3-46-64>
28. *Narasimhan V., Patterson N., Moorjani P. et al.* // *Science.* 2019. V. 365. eaat7487. <https://doi.org/10.1126/science.aat7487>
29. *Lajtha K., Getz J.* // *Oecologia.* 1993. V. 94. P. 95. <https://doi.org/10.1007/BF00317308>