



Влияние процедуры радиоуглеродного датирования на содержательные интерпретации (Неплюевский могильник бронзового века в Зауралье)

Андрей Владимирович Епимахов,^{1, #} Светлана Владимировна Шарапова,¹
Элиза Столярчик,² Астрид Штоббе,² Рюдигер Краузе²

¹ Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

² Университет им. Гёте, Франкфурт-на-Майне, Германия

E-mail: epimakhovav@susu.ru

Аннотация. В вопросе о расхождении результатов радиоуглеродного датирования по разным технологиям среди исследователей нет единства: от его полного отрицания до предположений об удревнении или омоложении и сужении интервалов ускорительных дат. Работа презентует результаты сравнительного анализа двух серий радиоуглеродных дат одного кургана. Первая (n=19) получена в рамках жидкостно-сцинтилляционной технологии (LSC), вторая (n=29) – методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS). Срубно-алакульский курган 1 могильника Неплюевский исследован в степной зоне Южного Зауралья. Материалом для датирования стал коллаген костей 31 человека. Соотношение азота и углерода в коллагене этих индивидов не указывает на влияние резервуарного эффекта. Диаграмма размаха некалиброванных значений не выявила статистических выбросов в пределах серий. Байесовское моделирование в рамках однофазной модели позволило диагностировать наличие/отсутствие статистических выбросов калиброванных интервалов, оценить хронологические границы и длительность функционирования кургана для каждой серии. Хронология кургана в рамках LSC-серии укладывается в XX – середину XVIII в. до н.э., для AMS-серии – это середина XIX – начало XVII в. до н.э. Максимальная длительность оценена в 167 лет и 34 года соответственно. Из 12 погребений, снабжённых разнотипными датировками, только четыре демонстрируют совпадение результатов калибровки. Таким образом, результаты использования разных технологий радиоуглеродного датирования значительно отличаются. Потенциальное объединение серий формирует нереалистичную картину истории функционирования погребального комплекса. Предпочтение в данном случае должно быть отдано AMS-датировкам, формирующим при моделировании узкий интервал. Основанием для такого вывода являются результаты анализа палеодНК: среди 32 индивидов выделено 3 поколения родственников, что указывает на краткость формирования некрополя.

Ключевые слова: Южное Зауралье, поздний бронзовый век, радиоуглеродное датирование, байесовское моделирование

Цитирование. Епимахов А.В., Шарапова С.В., Столярчик Э., Штоббе А., Краузе Р. Влияние процедуры радиоуглеродного датирования на содержательные интерпретации (Неплюевский могильник бронзового века в Зауралье) // Уфимский археологический вестник. 2024. Т. 24. № 4. С. 661–669. DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2024.24.4.043>

Благодарности. Авторы выражают благодарность своим коллегам – палеоантропологам и палеогенетикам – М.К. Карапетян, В.В. Куфтерину, Н.А. Лейбовой, Й. Бургеру и Й. Блошеру за деятельное обсуждение материалов раскопок на всех стадиях исследования.

UDC 902/904

Submitted: 20.02.2024

Accepted: 18.03.2024

Influence of radiocarbon dating procedure on contentive interpretations (Neplyuevsky Bronze Age cemetery in the Trans-Ural region)

Andrey V. Epimakhov,^{1, #} Svetlana V. Sharapova,¹ Eliza Stolarczyk,² Astrid Stobbe,² Rüdiger Krause²

¹ Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

² Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Germany

E-mail: epimakhovav@susu.ru

Abstract. When findings of radiocarbon dating differ from method to method, researchers deal with this issue in absolutely different ways. This study is a case that compares two dating series of one Late Bronze kurgan. This kurgan is one of the Srubnaya-Alakul antiquities in the South Transurals. Even though the researched material is the same (human bone collagen), the scope of findings is comparable (19 LSC dates and 29 AMS dates) and the same individuals (n = 14) were dated repeatedly, the differences are still significant. In addition, every series in particular does not show any signs of static emissions. Bayesian modelling of the monocultural kurgan chronology (single-phase model) allows to determine boundaries of the intervals and assess durations for each series. LSC series covers the period between 20th and the mid-18th century BC (up to 167 years long), while AMS series covers the period between the mid-19th and the early 17th century BC (up to 34 years long). Most cases showed statistically different dates for the same individuals studied with different technologies.

AMS version of the kurgan chronology conforms better to the previously determined parameters of the Alakul culture. The kurgan's short chronology is also confirmed by only three generations of kin determined through DNA tests. It means this part of the necropolis could not function too long. Before we reveal the reasons of systematic discrepancies in different date series, it is not practical to consolidate them as it would affect reliability of conclusions both in the general chronology of the archaeological culture and in recovering the 'history of life' for a particular site.

Keywords: Southern Trans-Urals, Late Bronze Age, radiocarbon dating, Bayesian modeling

Citation. Epimakhov, A.V., Sharapova, S.V., Stolarczyk, E., Stobbe, A., Krause, R. 2024, "Influence of radiocarbon dating procedure on contentive interpretations (Neplyuevsky Bronze Age cemetery in the Trans-Ural region)", *Ufa Archaeological Herald*, vol. 24, no. 4, pp. 661–669. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2024.24.4.043>

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the colleagues – paleoanthropologists and paleogeneticists M.K. Karapetyan, V.V. Kufterin, N.A. Leybova, J. Burger and J. Blöcher for engaged discussions of the excavation materials at all stages of the research.

Введение

Хронология бронзового века Урала по понятным причинам опирается почти исключительно на радиоуглеродное датирование. Обращение к европейским и китайским аналогиям [Черных, Кузьминых, 1989; Кузьмина, 1994; Григорьев, 2022; 2023 и др.] в конечном итоге также адресовано к естественно-научным методам, хотя и с важным дополнением в виде дендрохронологических шкал, в меньшей степени – другим источникам информации. В этой связи вопрос о достоверности результатов и возможностях синхронизации событий и процессов, разделенных значительными пространствами, был и остается актуальным. Принципы и история становления метода изложена многократно [ван дер Плихт, Шишлина, Зазовская, 2016; Кузьмин, 2017 и др.] и не нуждается в повторном освещении, однако, в его применении российскими (включая уральских) специалистами есть некоторая специфика, требующая пристального рассмотрения. В частности, речь идет о накопленной и продолжающей умножаться серии дат, полученных в рамках жидкостно-сцинтилляционной технологии (LSC), в то время как абсолютное большинство зарубежных лабораторий работает с ускорительной масс-спектрометрией (AMS). О соотношении результатов высказаны прямо противоположные суждения: отсутствие различий, удревнение либо омоложение AMS-дат [Кузьмин, 2017. С. 156–157; Григорьев, 2023. С. 84].

Для отдельных территорий сверка разнотипных серий уже выявила неустраняемые противоречия и привела к отказу от LSC-дат [Поляков, 2022], правда, это реализовано для культур в целом с примерами повторного датирования некоторых образцов. К тому же, часть дат была получена в период становления методики датирования со всеми вытекающими последствиями. В настоящей статье предлагается иной подход, мы намерены проанализировать серии, имеющиеся для одного кургана, который располагает дополнительными средствами верификации выводов вне пределов процедур измерения возраста.

В качестве объекта избран курган 1 могильника Неплюевский, при изучении которого получен большой спектр аналитических данных [Карапetyан, Шарапова, Якимов, 2019; Карапetyан, Лейбова, Шарапова, 2020; Evershed et al., 2022; Blöcher et al., 2023 и т.д.]. Цель работы – определение хронологической позиции памятника в рамках различных технологий радиоуглеродного датирования с оценкой достоверности результатов. Для ее реализации были выполнены оценка наличия статистических выбросов внутри серий, калибровка отдельных результатов, создание комбинированных дат для индивидов и закрытых комплексов (в рамках каждой из серий), суммирование вероятностей калиброванных значений, байесовское моделирование (однофазная модель с определением граничных интервалов и длительности), сопоставление результатов моделирования на уровне серий, сопоставление результатов для отдельных погребальных комплексов.

Сведения о памятнике

Могильник Неплюевский, материалы которого использованы в настоящей работе, к началу раскопок включал 38 насыпей, самой крупной из которых был курган 1 (диаметром 26–27 м и высотой около 0,6 м). Памятник располагается в пределах зауральской степной зоны, в 1,3 км южнее д. Неплюевка (Карталинский район Челябинской области), на правом берегу р. Яндырка (Тобольский бассейн). Его поверхность ранее распахивалась на глубину до каменных перекрытий ряда могил. Методики полевого и камерального исследований позволили установить состав погребенных и основные черты обрядности, а также дали основания рассматривать курган в качестве кладбища родственной группы [Карапetyан, Шарапова, Якимов, 2019; Карапetyан, Лейбова, Шарапова, 2020; Куфтерин, 2020], что, в свою очередь, допускало его относительно непродолжительное существование. Вероятно, пространство на первом этапе функционировало как грунтовый могильник, о чем, в частности, свидетельствует отсутствие наложений могильных ям даже в случае их локализации в непосредственной близости друг от друга.

Всего обнаружено 34 могильные ямы и 10 жертвенных (без учета уничтоженных норами), 4 кенотафа.¹ Ограждающих конструкций для кургана в целом не обнаружено. Надмогильные сооружения возведены из каменных плит (перекрытия), в ряде случаев прослежено дерево. Полевые наблюдения и аналитические данные указывают на то, что как минимум часть могил была полой в момент перекрытия плитами. Это обстоятель-

ство наряду с деятельностью норных животных и практикой намеренных нарушений целостности костяков в древности сильно повредило сохранности придонной части. Большинство могильных ям имело скромные размеры, рассчитанные на размещение тела и минимум инвентаря. Основным способом обращения с покойным была ингумация (кремация единична) с преобладанием индивидуальных захоронений (рис. 1). Наряду с этим об-

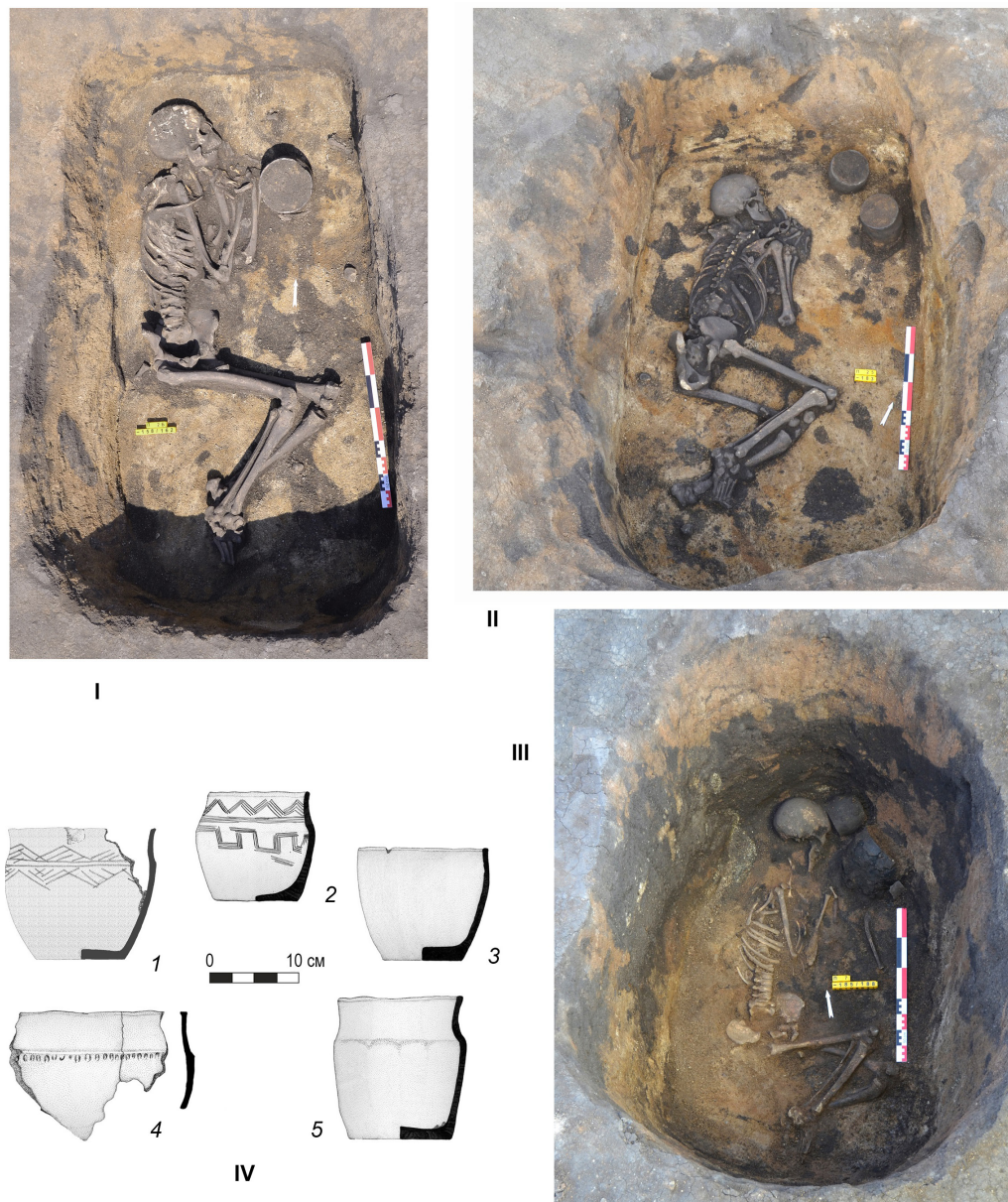


Рис. 1. Неплюевский могильник, курган 1. Захоронения индивидов с установленным родством по типу «родитель-потомок». I – погребение 2b (♂, 20–30 лет); II – погребение 25 (♀, 25–35 лет); III – погребение 7 (♂, 9,5–12,5 лет); IV – керамика (1 – погр. 2b; 2, 4 – погр. 7; 3, 5 – погр. 25) (фото С.В. Шараповой; рисунки керамики Е.А. Булаковой)

Fig. 1. Neplyuevsky cemetery, kurgan 1. Interments of the individuals with identified kinship of parent-offspring cluster. I – burial 2b (♂, 20–30 years old); II – burial 25 (♀, 25–35 years old); III – burial 7 (♂, 9,5–12,5 years old); IV – funeral ceramic ware (1 – burial 2b; 2, 4 – burial 7; 3, 5 – burial 25) (photos by S.V. Sharapova; drawings by E.A. Bulakova)

¹ В ходе раскопок отдельно фиксировались и погребения (прямоугольной формы захоронения) и ямы-жертвенники (диаметром до 1 м объекты с керамикой). Принадлежность к жертвенникам ранее устанавливалась по результатам определений валового фосфора в почвенном грунте заполнения, также часть этих ям была лишена характерной для могил прямоугольной формы из-за обрушения верхнего края под тяжестью каменного перекрытия, что выяснилось уже в процессе расчистки. Возможность соотносить их с погребениями появилась позднее, после сопоставления результатов камеральной обработки разных материалов [Карапетыан, Шарапова, Якимов, 2019. С. 31–32]. По этой причине в публикации сохранена полевая индексация объектов.

наружены пять двойных погребений. Положение покойных – скорченно на левом боку (за единственным исключением). Судя по сохранившимся *in situ* деталям, ориентировка покойных – головой в северный сектор.

В кургане 1 захоронены останки минимум 44 индивидов, из них 28 относятся к детскому и подростковому возрасту. Пол покойных установлен для 32 человек методами физической антропологии и палеогенетики. Зафиксировано преобладание индивидов женского пола (61%) вне зависимости от возраста. Инвентарь представлен керамической посудой и женскими личными украшениями (металлические браслеты, бусы и подвеска в полтора оборота с плакировкой золотой фольгой, пастовый бисер, створки раковин). Облик обрядности и инвентаря позволяет уверенно отнести комплекс к кругу срубно-алакульских древностей.

Результаты датирования и моделирования

В нашем распоряжении имеются две сопоставимые по размеру выборки, которые смело можно определить как наиболее массовые примеры датирования одного объекта. 48 радиоуглеродных измерений связаны с 28 погребальными комплексами и 32 индивидами. Из этого числа 29 дат приходится на ускорительные технологии и 19 на жидкостно-сцинтилляционные. В ряде случаев скелетные останки были продатированы дважды и даже трижды. Примеры неоднократного датирования имеются и для закрытых погребальных комплексов. Сведения о конкретных датировках и контексте приведены в таблице 1. Часть данных (AMS) опубликована в качестве онлайн-приложения к статье 2023 года [Blöcher et al., 2023], осталь-

Таблица 1. Моги́льник Неплюевский, курган 1. Результаты радиоуглеродного датирования
Table 1. Nepluyevsky burial ground, mound 1. Results of radiocarbon dating

№ погребения/ямы и индивида	Пол, возраст	Конвенционные даты (BP)			
		AMS-датировки		LSC-датировки	
п1-1	♂, 13-17	MAMS-54922	3488±18		
п1-2	♂, 7-11	MAMS-54923	3473±18	SPb-2880	3580±50
п2а-1	♂, 18-20	MAMS-54915	3452±21	SPb-2879	3560±40
п2а-2	♀, 20-25	MAMS-45119	3511±28	SPb-2881	3570±50
п2б-1	♂, 20-30	MAMS-45118	3496±27	SPb-2882	3564±40
п3-1	♀, 3-4			SPb-2883	3566±50
я3-1	♂, новорожд.	MAMS-54908	3439±21		
п4-1	♂, 18-20			SPb-2884	3518±50
п5-1	♀*, 18-22			SPb-2885	3542±55
п6-1	♂, 4-6	MAMS-54928	3463±19	SPb-2886	3600±55
-//-	-//-	MAMS-54910	3406±22		
п7-1	♂, 9,5-12,5	MAMS-54911	3424±23	SPb-2887	3494±50
п8-1	♀, 18-22	MAMS-54917	3434±21		
-//-	-//-	MAMS-48830	3459±20		
п8-2	♂, 17-19	MAMS-54909	3441±22	SPb-2888	3510±45
я9-1	♀, < 1,5	MAMS-54918	3463±18		
п9-2	♀*, 20-40			SPb-2954	3532±45
п10-2	♂, 4-8	MAMS-54924	3445±18		
п11-1	♀*?, >18 лет			SPb-2955	3488±50
п13-1	♂, 6-8	MAMS-45117	3456±27	SPb-2956	3485±45
я15-1	♀, 8-16 мес.	MAMS-54925	3446±18		
я15-2	♀, <6 мес.	MAMS-54926	3402±19		
п22-1	♂, 6-12 мес.	MAMS-54927	3469±19		
п24-1	♂, 13,5-16 мес.			SPb-2957	3443±55
п25-1	♀, 25-35	MAMS-54914	3431±21	SPb-2958	3495±55
п26-1	♀, 14-16	MAMS-45116	3432±27	SPb-2959	3436±55
п27-1	♀, <6 мес.	MAMS-54921	3453±19		
п28-1	♂, 35-45	MAMS-54916	3418±21	SPb-2960	3530±45
п28-2 (п29)	♀, 26-42	MAMS-46046	3472±23		
п30-1	♂, 18-22	MAMS-54913	3434±22	SPb-2961	3521±45
п31-1	♂, 3-5	MAMS-54919	3479±17		
-//-	-//-	MAMS-48831	3460±20		
п32-1	♂, > 50	MAMS-54912	3434±22	SPb-2962	3564±45
п32-2	♀, 25-35	MAMS-45114	3458±27		
п33-1	♀, 3-5	MAMS-54920	3433±19		

* Определение пола по морфологическим признакам, в остальных случаях – по ДНК

ные представлены впервые. Измерения возраста выполнены в Центре археометрии Курта Энгельхорна (Университет Мангейма, Германия) (шифр MAMS) и Лаборатории изотопных исследований ЦКП «Геоэкология» Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (шифр SPb). Для калибровки и моделирования использована программа OxCal 4.4.4 [Bronk Ramsey, 2017], калибровочная кривая IntCal20 для Северного полушария [Reimer et al., 2020].

Уже при первом взгляде очевидна существенная разница в величине среднеквадратического отклонения, однако следует отметить, что при калибровке индивидуальных значений этот фактор влияет не очень значительно по причине сложного характера калибровочной кривой с локальным плато в районе 3500 л.н. (BP). Более важным обстоятельством является расхождение граничных значений серий с очевидной тенденцией

к удревнению LSC-дат и их большому разбросу. Поскольку курган не демонстрирует заметных вариаций обряда и материальной культуры, мы исходим из его непрерывного функционирования в течение периода, параметры которого могут быть диагностированы разными средствами. На первом этапе проведена проверка наличия статистических выбросов некалиброванных значений путем построения диаграммы размаха («ящик с усами»). Эта процедура не выявила выбросов (рис. 2), но подтвердила достоверность различий серий, в том числе, по медианам и стандартному отклонению: 3530 и 45,17 (LSC) против 3452 и 25,38 (AMS).

В качестве фактора, искажающего реальный возраст датируемого объекта, часто фигурирует резервуарный эффект. Измерение соотношения изотопов азота и углерода было проведено в Лаборатории изотопных исследований ЦКП «Геоэкология» и дало следующие результаты (табл. 2).

Могильник Неплюевский, курган 1. Результаты анализа стабильных изотопов человеческих организмов

Table 2. Nepluyevsky burial ground, mound 1. Results of the analysis of stable isotopes of humans

№ погребения и индивида	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	error	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	Error	C/N
1-1	-19,13	0,05	10,82	0,05	1,75
1-2	-19,22	0,07	10,92	0,06	0,99
2a-1	-18,58	0,07	11,02	0,05	1,96
2b-1	-19,44	0,07	11,15	0,05	1,38
3-1	-19,65	0,07	10,63	0,06	2,43
4-1	-18,73	0,05	11,31	0,05	1,38
6-1	-18,83	0,05	11,24	0,05	1,28
6-1	-19,62	0,05	11,63	0,06	0,86
7-1	-19,46	0,06	10,54	0,05	3,35
8-1	-18,57	0,07	11,62	0,05	0,96
8-2	-19,03	0,05	11,22	0,06	2,47
10-1	-19,13	0,05	11,23	0,06	2,45
13-1	-19,18	0,05	10,91	0,05	1,88
15-2	-18,91	0,07	11,53	0,05	2,62
24-1	-19,49	0,06	11,15	0,06	1,49
28-1	-18,73	0,07	10,71	0,06	1,35
26-1	-18,71	0,07	11,18	0,05	0,68
30-1	-19,31	0,07	10,24	0,05	1,92
32-1	-18,16	0,06	11,32	0,05	3,24
33-1	-18,47	0,07	11,07	0,06	3,44

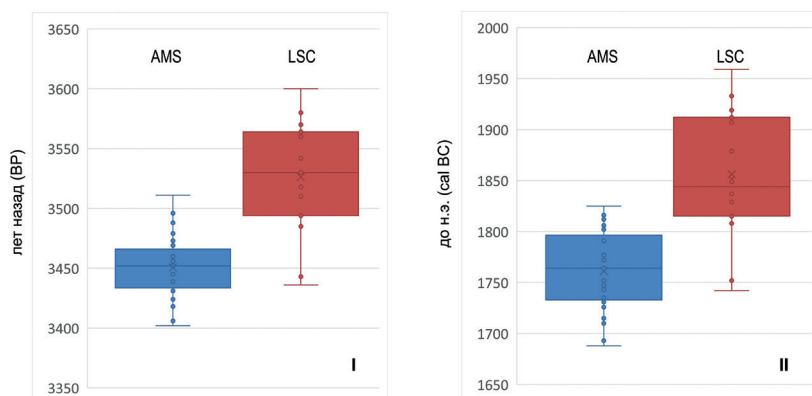


Рис. 2. Неплюевский могильник, курган 1. Результаты радиоуглеродного датирования, диаграммы размаха. I – некалиброванные значения (BP); II – медианы интервалов калиброванных значений (cal BC)

Fig. 2. Nepluyevsky cemetery, kurgan 1. Results of radiocarbon dating, range diagrams. I – uncalibrated dates (BP); II – medians of calibrated intervals (cal BC)

Их трактовка вызывает противоречивые чувства. С одной стороны, значения изотопов азота (по медиане -19,08) и углерода (по медиане 11,165) выглядят реалистично и в целом соответствуют параметрам местного населения бронзового века с преобладающей молочной и мясной диетой (см. напр.: [Hanks et al., 2018]). Увы, этого никак нельзя констатировать при анализе соотношения C/N в образце, для которых признаком отсутствия загрязнений признается интервал 2,9–3,5 [DeNiro, 1985], чему представленные цифры не соответствуют. В свою очередь, лаборатория Университета в Мангейме не диагностировала влияние резервуарного эффекта, так что этот фактор, видимо, можно не учитывать при обсуждении итоговых заключений.

Суммирование вероятностей с целью определения правильности распределения значений по временной шкале оказалось мало полезно, т.к. не формирует гауссиану, по сути, дублируя сложный профиль калибровочной кривой. Определение граничных интервалов проведено в рамках однофазной модели. Если в случае с LSC-серией модель не сигнализирует о критически низком уровне внутренней согласованности, то для ускорительных дат картина качественно отлична. В «красной» зоне, оказались самые ранние и самые поздние датировки (MAMS-45119, 3511±28; MAMS-54916, 3418±21; MAMS-54926, 3402±19). Поскольку все «выпадающие» значения имеют дублирующие даты для одних и тех же скелетов или закрытых могильных ям, следующим шагом стал расчет комбинированных дат (R_Combine) для всех таких случаев. Дальнейшие расчеты проведены для серии, объединяющей 25 датировок. В результате за единственным исключением модель не выявила статистических выбросов и успешно сформировала граничные интервалы (Boundary) и оценила длительность функционирования кургана (Span).

Сравнение моделей и комплексов

Результаты моделирования (табл. 3) отчасти сглаживают разницу между сериями за счет ширины граничных интервалов, хотя медианы границ очерчивают непересекающиеся интервалы функционирования кургана: 1888–1825 и 1753–1743 гг. до н.э. Длительность также оценивается по-разному за счет большей вариативности LSC-серии.

На первый взгляд, нет формальных поводов для предпочтения одной из версий, хотя LSC-серия, по сути, полностью или частично синхрони-

зируется с синташтинской и петровской культурами [Krause et al., 2019; Епимахов, 2020 и др.]. Правда, она старше интервала алакульской культуры Зауралья, ранее сформированного [Еримакхов, Zazovskaya, Alaeva, 2023] по итогам моделирования серии из 33 дат разных памятников (1802–1595 гг. до н.э.). Но надо учесть, что в последнем случае были объединены *только* AMS-даты. Естественно, что и в случае с Неплюевским могильником мы видим полное совпадение с алакульским интервалом именно AMS-серии. Срубно-алакульские серии данной территории пока находятся в стадии первичного накопления и не могут быть использованы в сравнительном анализе в силу единичности. В этой связи использованы датировки алакульских древностей, численно преобладающих в Зауралье.

Велик соблазн объединить имеющиеся выборки по кургану 1 и получить внутренне согласованный результат. Препятствием для столь тривиального решения является простой тест. Таблица 1 показывает, что в нашем распоряжении 12 закрытых комплексов с датами разных типов, большая часть пар образцов относится к одним индивидам. Увы, лишь в пяти примерах некалиброванные значения с учетом среднеквадратического отклонения имеют зоны наложения. При прямом формальном сопоставлении калиброванных интервалов (95,4% вероятности) для нескольких пар мы даже обнаружим наложения интервалов, которое не должно вводить в заблуждение, т.к. достигнуто в основном за счет упомянутого выше локального плато калибровочной кривой. В восьми случаях пары значений не проходят X-Test (рис. 3), следовательно, результаты объединения недостоверны. Этот вывод должен быть распространен на идею объединения выборок в целом.

Дополнительным, но предельно важным аргументом в выборе версии хронологии являются результаты палеогенетического анализа, позволившего установить ряд важнейших черт в сценарии формирования погребального комплекса. Наряду с обоснованием патрилокальности в его составе было диагностировано всего три поколения родственников [Blöcher et al., 2023], т.е. обсуждать большую длительность не приходится, особенно с учетом значительной доли детского контингента (28 детей и подростков из 44 человек [Карапетян, Шарапова, Якимов, 2019. С. 28]).

Таблица 3. Могильник Неплюевский, курган 1. Результаты байесовского моделирования калиброванных радиоуглеродных дат

Table 3. Neplyuevsky burial ground, mound 1. Results of Bayesian modeling of calibrated radiocarbon dates

	Начало, гг. до н.э. (cal BC)*	Конец, гг. до н.э. (cal BC)*	Длительность, лет*
LSC (19 дат)	1974–1781 (1888)	1890–1748 (1825)	0–167 (24)
AMS (20 дат)	1863–1703 (1753)	1860–1697 (1743)	0–34 (9)

* В скобках приведена медиана

Заключение

Проделанная работа позволяет подтвердить ряд общеизвестных положений и дополнить их новыми. Дублирование и увеличение серий повышает достоверность за счет возможности создания комбинированных дат, проверки выборки на статистические выбросы и пр. В нашем случае моделирование сильно сгладило проблему локального плато калибровочной кривой (для компактной AMS-серии), а также позволило оценить длительность формирования кургана. Заключение по сериям дат могут быть верифицированы статистическими процедурами.

Непосредственным результатом изучения кургана стало наблюдение, что AMS-даты нашей выборки достоверно моложе LSC-дат как на уровне анализа всего кургана, так и на уровне изучения отдельных индивидов. Повторное AMS-датирование одних и тех же образцов дало статистически согласованный результат. Объединение же разнотипных дат на уровне индивидов, могильных ям и кургана в целом формирует недостоверную картину хронологии объекта. В статистической оценке длительности AMS-серия более достоверна. Краткость подтверждена наличием только трех поколений генетических родственников. Полученный AMS-интервал (середина XVIII в. до н.э.) не противоречит ранее сформулированным представлениям об алакульской хронологии (конец XIX – начало XVI в. до н.э.).

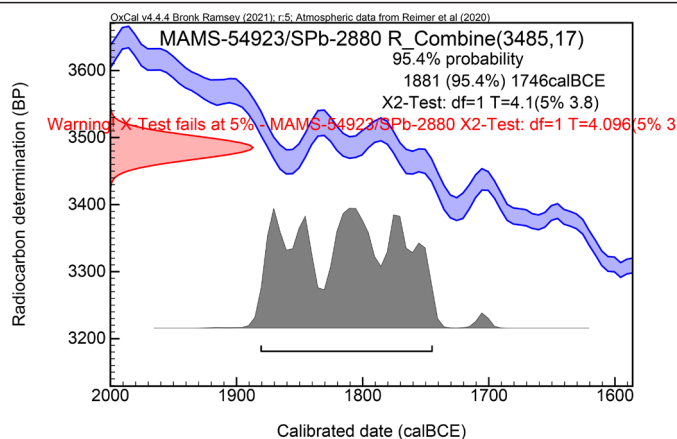


Рис. 3. Неплюевский могильник, курган 1, погребение 1, скелет 2. Комбинирование AMS и LSC дат (SPb-2880, 3580±50; MAMS-54923, 3473±18)

Fig. 3. Neplyuevsky cemetery, kurgan 1, burial 1, skeleton 2. Combination of AMS and LSC dates (SPb-2880, 3580±50; MAMS-54923, 3473±18)

Результаты не носят окончательного характера, поскольку не диагностированы причины выявленного расхождения результатов датирования в рамках разных технологий. Ясно, однако, что совместное использование разнотипных дат на данном этапе нецелесообразно, как и игнорирование процедуры анализа легких изотопов, позволяющее фиксировать наличие загрязнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ВандерПлихт Й., Шишлина Н.И., Зазовская Э.П. Радиоуглеродное датирование: хронология археологических культур и резервуарный эффект. М.: Палеограф, 2016. 100 с. (Труды ГИМ. Вып. 203)
- Григорьев С.А. Хронология сейминско-турбинских бронз на основании ближневосточных и китайских источников и датировки извержения Санторина // Археология Евразийских степей. 2022. № 6. С. 186–200. DOI: <https://doi.org/10.24852/2587-6112.2022.6.186.200>
- Григорьев С.А. Хронология центральноевропейских импульсов в лесном Поволжье: фатьяновская и абашевская культуры // Поволжская археология. 2023. № 3(45). С. 84–94. DOI: <https://doi.org/10.24852/pa2023.3.45.84.94>
- Епимахов А.В. Радиоуглеродные аргументы абашевского происхождения синташтинских традиций бронзового века // Уральский исторический вестник. 2020. № 4(69). С. 51–60. DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4\(69\)-51-60](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4(69)-51-60)
- Караетян М.К., Лейбова Н.А., Шарapова С.В. Антропологические материалы эпохи поздней бронзы из курганного могильника Неплюевский // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2020. № 3(50). С. 133–148. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-11>
- Караетян М.К. Шарapова С.В., Якимов А.С. Материалы к характеристике населения эпохи бронзы Южного Зауралья // Уральский исторический вестник. 2019. № 1(62). С. 28–37. DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1\(62\)-28-37](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1(62)-28-37)
- Кузьмин Я.В. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. Томск: ТомГУ, 2017. 396 с.
- Кузьмина Е.Е. Откуда пришли индоарии. Материальная культура племен андроновской общности и происхождение индоиранцев. М.: Восточная литература, 1994. 464 с.
- Куфтерин В.В. Дискретные признаки на черепах из кургана 1 Неплюевского могильника и некоторые проблемы внутригруппового анализа фенетических данных // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2020. № 1. С. 123–136. DOI: <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.1.123-136>
- Поляков А.В. Хронология и культурогенез памятников эпохи палеометалла Минусинских котловин. СПб.: ИИМК РАН, 2022. 364 с.
- Черных Е.Н., Кузьминых С.В. Древняя металлургия Северной Евразии (сейминско-турбинский феномен). М.: Наука, 1989. 320 с.
- Blöcher J., Brami M., Feinaue I.S. et al. Descent, marriage, and residence practices of a 3,800-year-old pastoral community in Central Eurasia // Proceedings

of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2023. Vol. 120(36). e2303574120. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2303574120>

Bronk Ramsey C. Methods for Summarizing Radiocarbon Datasets // *Radiocarbon*. 2017. Vol. 59(6). P. 1809–1833. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.108>

DeNiro M.J. Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction // *Nature*. 1985. Vol. 317. P. 806–809. DOI: <https://doi.org/10.1038/317806a0>

Epimakhov A., Zazovskaya E., Alaeva I. Migrations and Cultural Evolution in the Light of Radiocarbon Dating of Bronze Age Sites in the Southern Urals // *Radiocarbon*. 2023. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>

Evershed R.P., Davey Smith G., Roffet-Salque M. et al. Dairying, diseases and the evolution of lactase persistence in Europe // *Nature*. 2022. Vol. 608.

№ 7922. P. 336–345. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05010-7>

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. P. 14–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.06.006>

Krause R., Epimakhov A.V., Kupriyanova E.V. et al. The Petrovka Bronze Age Sites: Issues in Taxonomy and Chronology // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2019. № 1(47). P. 54–63. DOI: <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2019.47.1.054-063>

Reimer P., Austin W., Bard E. et al. The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 CAL kBP) // *Radiocarbon*. 2020. Vol. 62(4). P. 725–757. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>

REFERENCES

Van der Plicht, J., Shishlina, N.I., Zazovskaya, E.P. 2016, *Radiocarbon dating: chronology of archaeological cultures and the reservoir effect*. Paleograph, Moscow, 100 p. (Proceedings of the GIM. Iss. 203) (In Russ.)

Grigoriev, S.A. 2022, “Chronology of the Seima-Turbino Bronzes Based on Near Eastern and Chinese Sources and the Dating of the Santorini Eruption”, *Archaeology of the Eurasian Steppes*, no. 6, pp. 186–200. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.24852/2587-6112.2022.6.186.200>

Grigoriev, S.A. 2023, “Chronology of Central European Impulses in the Volga Forest Region: Fatyanovo and Abashevo Cultures”, *The Volga River Region Archaeology*, no. 3(45), pp. 84–94. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.24852/pa2023.3.45.84.94>

Epimakhov, A.V. 2020, “Radiocarbon Arguments for the Abashevo Origin of the Sintashta Traditions in the Bronze Age”, *Ural Historical Journal*, no. 4(69), pp. 51–60. (In Russ.) DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4\(69\)-51-60](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4(69)-51-60)

Karapetian, M.K., Leybova, N.A. Sharapova, S.V. 2020, “Late Bronze Age anthropological materials from the Nepljuevski kurgan cemetery”, *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, no. 3(50), pp. 133–148. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-11>

Karapetian, M.K., Sharapova, S.V., Yakimov, A.S. 2019, “New Data on Lifestyle of the Population during the Bronze Age in the Southern Trans-Urals”, *Ural Historical Journal*, no. 1(62), pp. 28–37. (In Russ.) DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1\(62\)-28-37](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1(62)-28-37)

Kuzmin, Ya.V. 2017, *Geoarchaeology: Natural Science Methods in Archaeological Research*. TomGU, Tomsk, 396 p. (In Russ.)

Kuzmina, E.E. *Where did the Indo-Aryans come from? Material culture of the tribes of the Andronovo community and the origin of the Indo-Iranians*. Vostochnaya literatura, Moscow, 1994. 464 p. (In Russ.)

Kufterin, V.V. 2020, “Non-metric traits in cranial sample from Neplyuevsky cemetery (kurgan 1) and some aspects of intra-group analysis of phenetic data”, *Moscow University Anthropology Bulletin, Anthropology*, no. 1, pp. 123–136. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.1.123-136>

Polyakov, A.V. 2022, *Chronology and Cultural Genesis of Monuments of the Paleometal Era of the Minusinsk Basins*. IIMK RAN, St. Petersburg, 364 p. (In Russ.)

Chernykh, E.N., Kuzminykh, S.V. *Ancient metallurgy of Northern Eurasia (Seima-Turbino phenomenon)*. Nauka, Moscow, 1989. 320 p. (In Russ.)

Blöcher, J., Brami, M., Feinauer, I.S. et al. 2023, “Descent, marriage, and residence practices of a 3,800-year-old pastoral community in Central Eurasia”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, no. 120(36), e2303574120. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2303574120>

Bronk Ramsey, C. 2017, “Methods for Summarizing Radiocarbon Datasets”, *Radiocarbon*, no. 59(6), pp. 1809–1833. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.108>

DeNiro, M.J. 1985, “Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction”, *Nature*, no. 317, pp. 806–809. DOI: <https://doi.org/10.1038/317806a0>

Epimakhov, A., Zazovskaya, E., Alaeva, I. 2023, “Migrations and Cultural Evolution in the Light of Radiocarbon Dating of Bronze Age Sites in the Southern Urals”, *Radiocarbon*, pp. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>

Evershed, R.P., Davey Smith, G., Roffet-Salque, M. et al. 2022, “Dairying, diseases and the evolution of lactase persistence in Europe”, *Nature*, no. 608(7922), pp. 336–345. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05010-7>

Hanks, B.K., Ventresca Miller, A., Judd, M. et al. 2018, “Bronze Age Diet and Economy: New Stable Isotope Data from the Central Eurasian Steppes

(2100–1700 BC)”, *Journal of Archaeological Science*, no. 97, pp. 14–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.06.006>

Krause, R., Epimakhov, A. V., Kupriyanova, E. V. et al. 2019, “The Petrovka Bronze Age Sites: Issues in Taxonomy and Chronology”, *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, no. 1 (47), pp. 54–63. DOI: <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2019.47.1.054-063>

Reimer, P., Austin, W., Bard, E. et al. 2020, “The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 CAL kBP)”, *Radiocarbon*, no. 62 (4), pp. 725–757. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>

Сведения об авторах

Андрей Владимирович Епимахов, доктор исторических наук, Институт истории и археологии Уральского отделения РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: epimakhovav@susu.ru, ORCID: 0000-0002-0141-1026

Светлана Владимировна Шарапова, кандидат исторических наук, Институт истории и археологии Уральского отделения РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9227-3767

Элиза Столярчик, магистр археологии, Университет им. Гёте, Германия, г. Франкфурт-на-Майне. E-mail: Stolarcz@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0001-7476-4810

Астрид Штоббе, профессор, доктор, Университет им. Гёте, Германия, г. Франкфурт-на-Майне. E-mail: Stobbe@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0003-0074-2648

Рюдигер Краузе, профессор, доктор, Университет им. Гёте, Германия, г. Франкфурт-на-Майне. E-mail: r.krause@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0002-3432-9715

Information About the Authors

Andrey V. Epimakhov, Doctor of Historical Sciences, Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: epimakhovav@susu.ru, ORCID: 0000-0002-0141-1026

Svetlana V. Sharapova, Ph.D., Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9227-3767

Eliza Stolarczyk, M.A., Goethe-Universität, Germany, Frankfurt am Main. E-mail: Stolarcz@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0001-7476-4810

Astrid Stobbe, apl. Prof. Dr., Goethe-Universität, Germany, Frankfurt am Main. E-mail: Stobbe@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0003-0074-2648

Rüdiger Krause, Prof. Dr., Goethe-Universität, Germany, Frankfurt am Main. E-mail: r.krause@em.uni-frankfurt.de, ORCID: 0000-0002-3432-9715