

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ МЕТОДОВ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

## THE USE OF NATURAL SCIENTIFIC METHODS IN ARCHAEOLOGICAL RESEARCH

---

Научная статья / Research Article

УДК 902.652

[https://doi.org/10.14258/tpai\(2024\)36\(4\).-12](https://doi.org/10.14258/tpai(2024)36(4).-12)

EDN: GCCIZR

### ПРОБЛЕМЫ РАДИОУГЛЕРОДНОГО ДАТИРОВАНИЯ ПАМЯТНИКОВ ФИНАЛЬНОЙ БРОНЗЫ БАРНАУЛЬСКОГО ПРИОБЬЯ

*Дмитрий Валентинович Папин<sup>1</sup>\*, Светлана Владимировна Святко<sup>2</sup>,  
Паула Джо Реймер<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия;

*papindv@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2010-9092*

<sup>2</sup>Queen's University Belfast 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology,  
Белфаст, Великобритания;

*s.svyatko@qub.ac.uk, https://orcid.org/0000-0002-8236-4726*

<sup>3</sup>Queen's University Belfast 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology,  
Белфаст, Великобритания;

*p.j.reimer@qub.ac.uk, https://orcid.org/0000-0001-9238-2146*

\*Автор, ответственный за переписку

**Резюме.** В статье рассматриваются результаты УМС радиоуглеродного датирования и изотопного анализа антропологических материалов финальной бронзы археологического комплекса Малый Гоньбинский Кордон (МГК) в Барнаульском Приобье. На памятнике выявлены разно-культурные погребения X–II вв. до н.э., всего более двадцати могил, из которых большая часть относится к «позднеирменским». В исследование были включены данные по могилам №13, 15, 16, 19 грунтового могильника Малый Гоньбинский Кордон-I/5 (МГК-I/5), а также из синхронного поселения Малый Гоньбинский Кордон-I/3 (МГК-I/3), откуда была изучена нижняя челюсть мелкого рогатого скота (МРС). Полученные результаты вошли в противоречие с традиционными археологическими представлениями о хронологии конца бронзового века Верхнего При-

объя и о структуре питания древнего населения рассматриваемого периода. Делается предварительный вывод о влиянии пресноводного резервуарного эффекта на радиоуглеродные даты, что было обусловлено особенностями диеты «позднеирменцев». Ставится вопрос о данном явлении в регионе как системном, проявлявшимся вследствие многоотраслевого характера экономики древнего населения.

**Ключевые слова:** Барнаульское Приобье, эпоха бронзы, ирменская культура, УМС радиоуглеродный анализ, палеодиета, изотопный анализ азота и углерода, могильник МГК-I/5

**Благодарности:** исследование выполнено при поддержке проекта Российского научного фонда №23-28-01787 «Подходы к проблемам адаптации населения Алтая в конце бронзового века».

**Для цитирования:** Папин Д.В., Святко С.В., Реймер П. Дж. Проблемы радиоуглеродного датирования памятников финальной бронзы Барнаульского Приобья // Теория и практика археологических исследований. 2024. Т. 36, №4. С. 194–207. [https://doi.org/10.14258/tpai\(2024\)36\(4\).-12](https://doi.org/10.14258/tpai(2024)36(4).-12)

## PROBLEMS OF RADIOCARBON DATING OF THE FINAL BRONZE AGE SITES IN THE BARNAUL OB REGION

Dmitry V. Papin<sup>1\*</sup>, Svetlana V. Svyatko<sup>2</sup>

Paula J. Reimer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Altai State University, Barnaul, Russia;

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia; [papindv@mail.ru](mailto:papindv@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2010-9092>

<sup>2</sup>Queen's University Belfast, 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology, Belfast, UK;

[s.svyatko@qub.ac.uk](mailto:s.svyatko@qub.ac.uk), <https://orcid.org/0000-0002-8236-4726>

<sup>3</sup>Queen's University Belfast, 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology, Belfast, UK;

[p.j.reimer@qub.ac.uk](mailto:p.j.reimer@qub.ac.uk), <https://orcid.org/0000-0001-9238-2146>

\*Corresponding author

**Abstract.** The article presents the results of AMS radiocarbon dating and stable isotope analysis of anthropological materials of the final Bronze Age from the Maly Gonbinsky Kordon-I/5 (MGK-I/5) burial ground in the Barnaul Ob region. The site contains burials of different cultures dating to the 10th–2nd centuries BC, more than 20 graves in total, the majority of which belong to the «late Irmens» period. The study includes individuals from graves No. 13, 15, 16, 19, as well as faunal sample (lower jaw of small cattle) from the synchronous settlement of Maly Gonbinsky Kordon-I/3 (MGK-I/3). The obtained results contradict the traditional archaeological understanding of the Late Bronze Age chronology of the Upper Ob region and the perception of the subsistence habits of the population. A preliminary conclusion has been made about the influence of the freshwater reservoir effect on the radiocarbon dates, determined by the diet of the «late Irmens». The question is raised about the systemic nature of this phenomenon in the region, related to the diversified economy of the ancient population.

**Keywords:** Barnaul Priobye, Bronze Age, Irmens Culture, AMS radiocarbon dating, palaeodiet, nitrogen and carbon stable isotope analysis, burial ground MGK-I/5

**Acknowledgments:** the study was carried out with the support of the Russian Science Foundation project No. 23-28-01787 «Approaches to the Problems of Adaptation of the Altai Population at the End of the Bronze Age».

**For citation:** Papin D.V., Svyatko S.V., Reimer P.J. Problems of Radiocarbon Dating of the Final Bronze Age Sites in the Barnaul Ob Region. *Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovanij = Theory and Practice of Archaeological Research.* 2024; 36(4):194–207. (In Russ.). [https://doi.org/10.14258/tpai\(2024\)36\(4\).-12](https://doi.org/10.14258/tpai(2024)36(4).-12)

## B<sup>ведение</sup>

Комплекс археологических памятников Малый Гоньбинский Кордон-І (МГК-І) располагается на крупном останце правой террасы р. Обь в Первомайском районе Алтайского края напротив села Гоньба — пригорода г. Барнаула. Всего в этом месте известно восемь археологических объектов: 1. Поселение-1 — III-II вв. до н.э. (поселение МГК-І/1). 2. Могильник-1 — VI в. до н.э. (могильник МГК-І/1). 3. Могильник-2 под поселением I (могилы одинцовской, староалейской и большереченской культур) (могильник МГК-І/2). 4. Могильник-4 (МГК-І/4). 5. Поселение-2 — V-III вв. до н.э. (поселение МГК-І/2). 6. Могильник-4 — VI-V вв. до н.э. (могильник МГК-І/4). 7. Поселение-3 — VIII вв. до н.э. (поселение МГК-І/3). 8. Могильник-5 — X-II вв. до н.э. (могильник МГК-І/5) (Кунгурев, Папин, 2001а).

МГК-І/5 располагается на северной оконечности останца, на высокой гриве (высота гривы от уровня поймы 12 м, от выделяющих ее лощин — 6 м), на расстоянии более 400 м от остальных объектов. На площади раскопа исследовано более 20 погребений, могилы №1–5 относятся к раннему железному веку, а остальные были отнесены к периоду поздней бронзы. Поселение МГК-І/3 находится в непосредственной близости к могильнику, и, по мнению авторов раскопок, связано с погребальной практикой, зафиксированной на могильнике-5 (Кунгурев, Папин, 2001а).

Погребальный обряд позднебронзового времени исследуемого могильника относительно устойчив. Захоронения производились в скорченном положении на правом боку, головой в юго-юго-западный сектор (исключением является могила №19), в могильной яме, сооруженной в почвенном горизонте или врезанной в материк до 0,3 м. Сосуды устанавливались перед лицом или за головой. В двух случаях зафиксирован ровик. Могилы образуют один ряд, вытянутый по линии СЗ-ЮВ, и не исключается возможность, что они были подкурганными, но их насыпь была снивелирована распашкой, либо обнесенными подковообразными ровиками. Керамическая серия из погребений представлена небольшими профилированными плоскодонными горшками, исключение составляет полусферическая чашка из могилы №12. В целом эта керамика характерна для погребальной посуды ирменской культуры, однако есть и определенные отличия: обедненность и снижение геометрических мотивов в декоре, это позволило авторам раскопок сделать предположение о том, что данный могильник фиксирует момент трансформации ирменских традиций в позднеирменские (Кунгурев, Папин, 2001а). В связи с тем, что вопросы хронологии культур региона в конце бронзового века и переходное время от бронзового к железному веку носят дискуссионный характер, актуальным представлялось продатировать данный могильник; ожидаемые результаты были в пределах X–VIII вв. до н.э.

### *Материалы и методы*

Для проведения исследования были взяты антропологические образцы из могил №13, 15, 16, 19. Критериями отбора являлись «ирменская» или «позднеирменская»

идентификация на основе анализа погребального обряда и инвентаря и сохранность костного материала. К сожалению, ввиду того что захоронения производились в верхнем почвенном горизонте, кости человека были сильно деструктурированы и разрушены. Справедливости ради отметим, что ранее уже предпринималась попытка провести радиоуглеродное датирование на двухканальной установке по бензольно-сцинтилляционному варианту в Институте геологии и минералогии СО РАН (исполнитель Л.А. Орлова). Из направленных десяти проб валидный результат (ввиду малого количества счетного вещества) показал только один образец (СО АН-6860), при этом результат сильно отличался от археологических датировок в сторону значительного удревнения.

Радиоуглеродный анализ образцов проводился методом ускорительной масс-спектрометрии (УМС) в 14ХРОНО Центре по Изучению Климата, Окружающей Среды и Хронологии Королевского университета Белфаста (Северная Ирландия). Экстракция костного коллагена была выполнена по методу ультрафильтрации согласно процедурам данной лаборатории ([http://14chrono.org/site/wp-content/uploads/2020/03/Lab\\_protocols.pdf](http://14chrono.org/site/wp-content/uploads/2020/03/Lab_protocols.pdf)). Для анализа образцы сухого коллагена были взвешены в предварительно очищенных оловянных капсулах и сожжены в кислороде с гелием в качестве газа-носителя в элементном анализаторе (Elementar Vario Isotope), а затем помещены в автоматизированную графитовую систему AGE3 для последующей графитизации. Далее образцы графита были спрессованы в алюминиевые мишени, перенесены в кассету и загружены в AMS MICADAS вместе с фоновыми образцами и стандартами. Соотношения  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  в образцах были измерены с помощью MICADAS. Полученные даты были откалиброваны с использованием программы Calib8.2 (<http://calib.org/calib/>) и калибровочной кривой IntCal20 (Reimer et al., 2020).

Анализ стабильных изотопов углерода и азота ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) проводился на установке Thermo Delta V Advantage IRMS с элементным анализатором Flash 112 (<http://14chrono.org/stable-isotopes/stable-isotopes-background/>) из образцов коллагена, подготовленных для  $^{14}\text{C}$  датирования.

Анализ стабильных изотопов углерода и азота в костях древних животных и человека является одним из наиболее информативных современных методов для получения данных об их диете. Для внутриматериковых популяций (т.е. при отсутствии морского компонента в диете) повышение уровней  $\delta^{13}\text{C}$  может быть вызвано потреблением т.н. растений  $\text{C}_4$  — кукурузы, сорго, проса. Для Евразийского степного региона наиболее вероятно потребление именно проса. Потребление других злаковых, таких как пшеница, овес, ячмень и т.п., остается «невидимым» при изотопном анализе.

Изотопные уровни азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) указывают на положение индивида в пищевой цепи, а также на потребление рыбы. На каждом последующем трофическом уровне  $\delta^{15}\text{N}$  повышаются приблизительно на 5%; самые высокие изотопные показатели азота обычно говорят о водном компоненте в диете (о потреблении водных животных).

В данном исследовании было проанализировано четыре образца костей взрослых людей и образец кости (нижняя челюсть) мелкого рогатого скота.

### **Результаты**

#### *Результаты радиоуглеродного датирования*

Результаты  $^{14}\text{C}$  датирования представлены в табл. 1 и рис. 1–6.

Таблица I

**Результаты  $^{14}\text{C}$  датирования и анализа  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  образцов костей людей из могильника МГК-I/5 и животного из поселения МГК-I/3**

Tab. I

**Results of  $^{14}\text{C}$  dating and  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  analysis of human bone samples from the MGK-I/5 burial ground and an animal from the MGK-I/3 settlement**

Лаб. шифр	Происхождение	AMS $^{14}\text{C}$ , BP	Cal BC (2 $\sigma$ )	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:Nat	% колл.
UBA-45844	МКГ-I/5, мог. №16	3315±49	1738–1463	-23.7	14.1	3.2	4.4
UBA-45845	МКГ-I/5, мог. №19	3476±49	1927–1638	-21.7	13.2	3.2	3.2
UBA-45846	МКГ-I/5, мог. №13	3243±47	1614–1426	-20.4	11.7	3.2	12.5
UBA-45847	МКГ-I/5, мог. №15	3115±47	1497–1262	-20.2	11.1	3.2	2.7
UBA-53476	МГК-I/3, овца/коза	2970±65	1210–988	-20.4	4.6	3.3	1.2

По индивидуальным образцам были получены следующие результаты.

**1. Могила №13 МГК-I/5 (UBA 45846, кость человека):**

радиоуглеродный возраст:  $3243 \pm 47$  BP;

калиброванные значения:

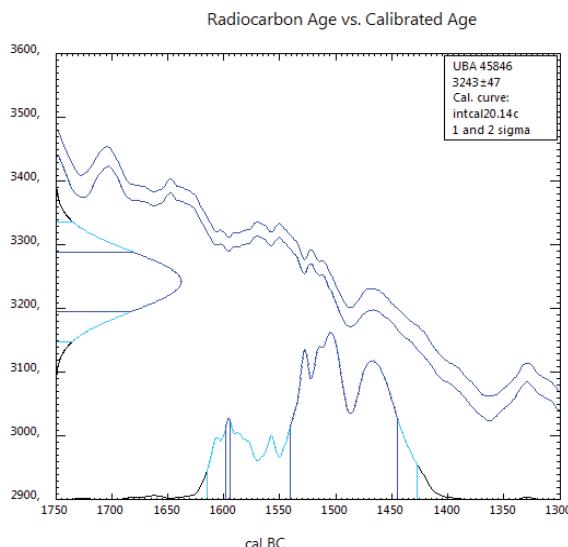
One Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1597: cal BC 1594] 0.02574

[cal BC 1540: cal BC 1444] 0.97426

Two Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1614: cal BC 1426] 1.



*Рис. 1.  $^{14}\text{C}$  дата кости человека из погребения №13 могильника МГК-I/5*

*Fig. 1.  $^{14}\text{C}$  date of human bone from burial No. 13 of the MGK-I/5 burial ground*

Данный результат не соответствует археологическим представлениям и датирует могилу №13 XVII–XV вв. до н.э. ( $2\sigma$ ).

**2. Могила №15 МГК-I/5 (UBA 45847, кость человека):**

радиоуглеродный возраст:  $3115 \pm 47$  BP;

калиброванные значения:

One Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1439: cal BC 1374] 0.577206

[cal BC 1351: cal BC 1301] 0.422794

Two Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1497: cal BC 1472] 0.052226

[cal BC 1463: cal BC 1262] 0.947774

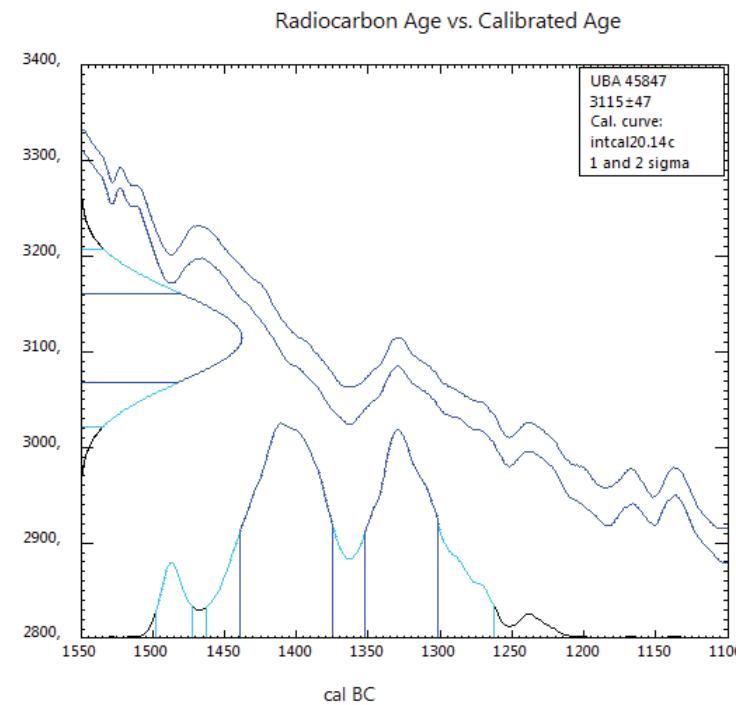


Рис. 2.  $^{14}\text{C}$  дата кости человека из погребения №15 могильника МГК-I/5

Fig. 2.  $^{14}\text{C}$  date of human bone from burial No. 15 of the MGK-I/5 burial ground

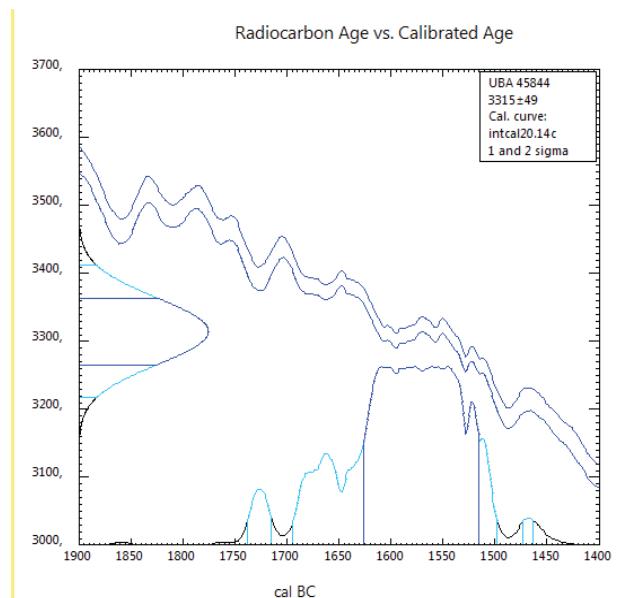
Данный результат не соответствует археологическим представлениям и датирует могилу №15 XV–XIII вв. до н.э. ( $2\sigma$ ).

**3. Могила №16 МГК-1/5 (UBA 45844, кость человека):**

радиоуглеродный возраст:  $3315 \pm 49$  BP;

калиброванные значения:

One Sigma Ranges: relative area  
 [cal BC 1626: cal BC 1515] 1,  
 Two Sigma Ranges: relative area  
 [cal BC 1738: cal BC 1714] 0.040487  
 [cal BC 1694: cal BC 1498] 0.949377  
 [cal BC 1473: cal BC 1463] 0.010136



*Рис. 3.  $^{14}\text{C}$  дата кости человека из погребения №16 могильника МГК-І/5  
 Fig. 3.  $^{14}\text{C}$  date of human bone from burial No. 16 of the MGK-I/5 burial ground*

Данный результат не соответствует археологическим представлениям и датирует могилу №16 XVII–XV вв. до н.э. ( $2\sigma$ ).

4. Могила №19 МГК-1/5 (UBA 45845, кость человека):  
 радиоуглеродный возраст:  $3476 \pm 49$  BP;  
 калиброванные значения:

One Sigma Ranges: relative area  
 [cal BC 1880: cal BC 1838] 0.311923  
 [cal BC 1828: cal BC 1742] 0.638862  
 [cal BC 1708: cal BC 1701] 0.049215  
 Two Sigma Ranges: relative area  
 [cal BC 1927: cal BC 1670] 0.981482  
 [cal BC 1654: cal BC 1638] 0.018518

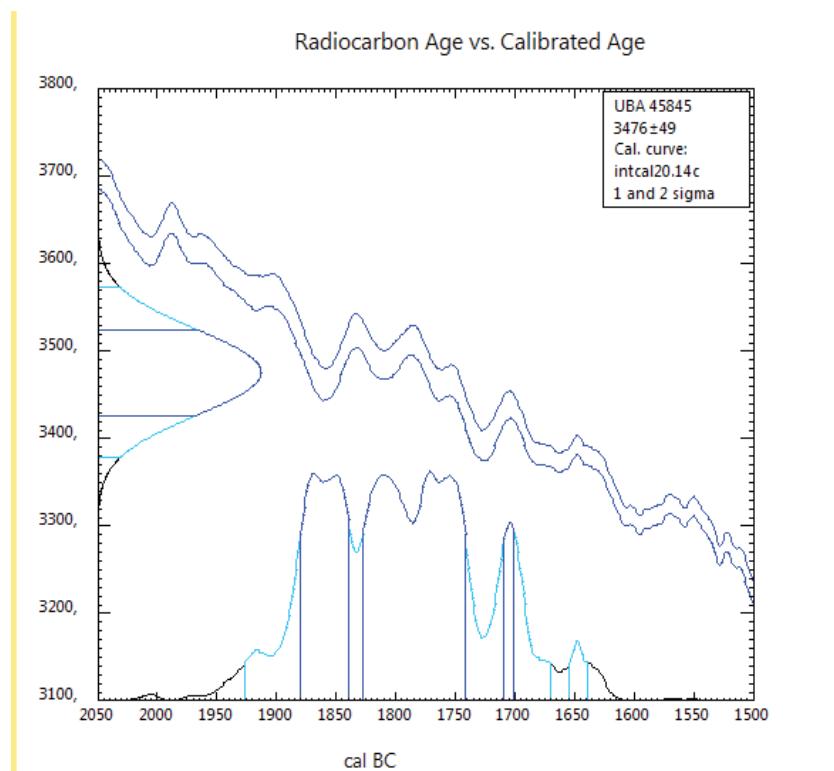


Рис. 4.  $^{14}\text{C}$  дата кости человека из погребения №19 могильника МГК-І/5  
 Fig. 4.  $^{14}\text{C}$  date of human bone from burial No. 19 of the MGK-I/5 burial ground

Данный результат не соответствует археологическим представлениям и датирует могилу №19 XX–XVII вв. до н.э. ( $2\sigma$ ), но необходимо отметить, что по погребальному обряду это захоронение отличалось от всего комплекса; могила находилась за пределами локализации позднебронзовых погребений и оба умерших были уложены скорчено на правом боку, головой на восток, что не характерно для ирменской традиции.

##### 5. Поселение МГК-1/3 (UBA 53476, кость MPC):

радиоуглеродный возраст:  $2896 \pm 32$  BP;

калиброванные значения:

One Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1122: cal BC 1040] 0.8047

[cal BC 1038: cal BC 1015] 0.1953

Two Sigma Ranges: relative area

[cal BC 1210: cal BC 1137] 0.187004

[cal BC 1136: cal BC 998] 0.803315

[cal BC 996: cal BC 988] 0.009682

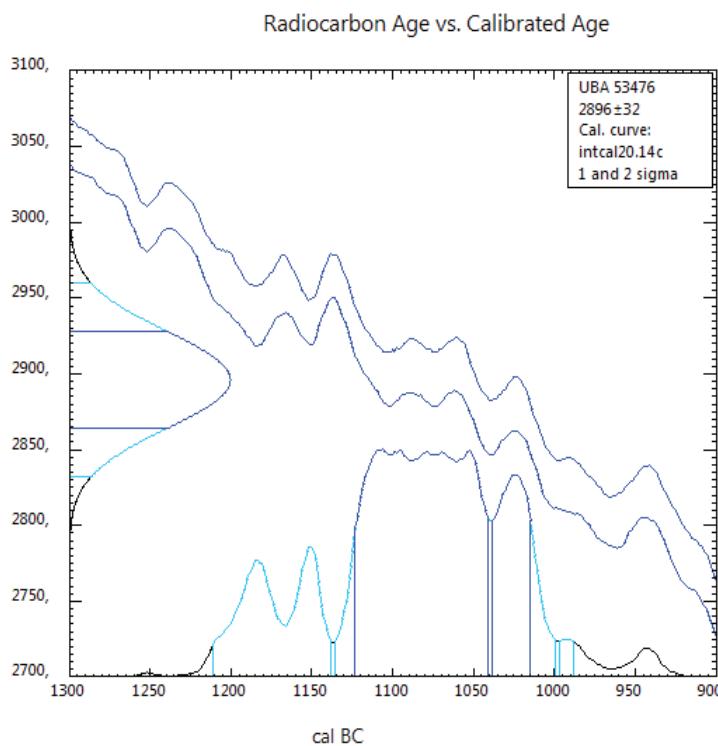


Рис. 5.  $^{14}\text{C}$  дата кости травоядного животного из поселения МГК-І/3

Fig. 5.  $^{14}\text{C}$  date of the bone of a herbivore from the settlement of MGK-I/3

Представленный результат оказался наиболее близок археологическим результатам и датирует МГК-І/3 временем существования ирменской культуры — XII—X вв. до н.э., но при этом керамические материалы памятника демонстрируют позднеирменские традиции (Кунгров, Папин, 2001б, рис. 6).

В целом полученные (калиброванные) даты сильно разнятся между собой, находясь в пределах XIX—XI вв. до н.э. Самая молодая дата принадлежит образцу МРС (UBA 53476; 1210–988 calBC); датировки людей на 300–700 лет старше даты по животному, самая древняя дата принадлежит образцу человека из могилы №19 (UBA-45845; 1927–1638 calBC). Наиболее вероятной причиной такого удревнения возраста людей является т.н. пресноводный резервуарный эффект (ПРЭ). ПРЭ проявляется, когда в диете организма наземного происхождения входят продукты водного происхождения, содержащие более древний углерод.  $^{14}\text{C}$  даты таких образцов оказываются удревненными. Данные по стабильным изотопам азота и углерода, приведенным ниже, говорят о том, что в диете проанализированных индивидов входила, по всей вероятности, рыба из р. Обь.

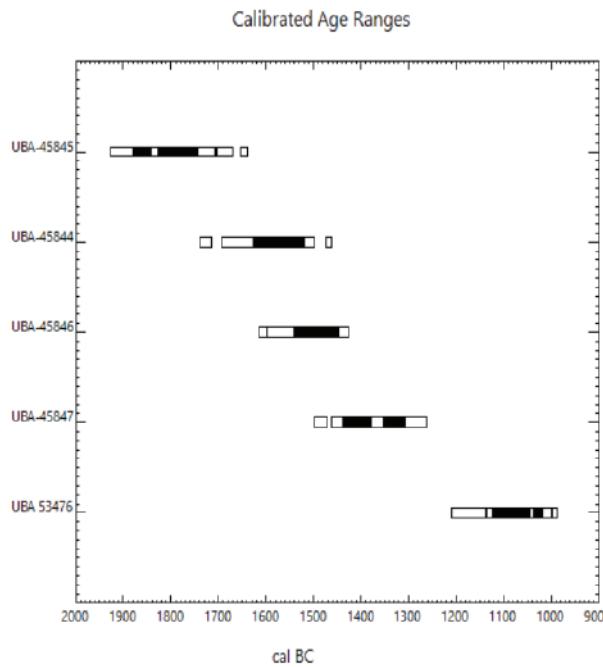


Рис. 6. Результаты  $^{14}\text{C}$  датирования образцов костей людей из могильника МГК-І/5 и животного из поселения МГК-І/3

*Fig. 6. Results of  $^{14}\text{C}$  dating of bone samples from the burial ground of MGK-I/5 and an animal from the settlement of MGK-I/3*

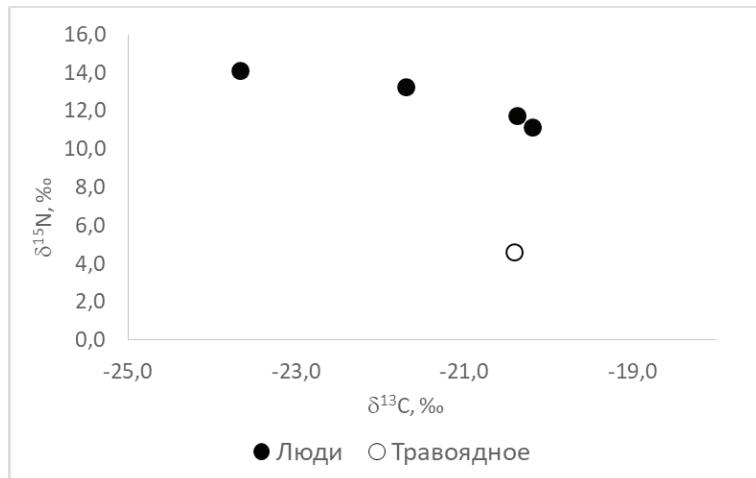


Рис. 7. Результаты анализа  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  людей и животного из памятников МГК-І/5 и МГК-І/3

### ***Результаты изотопного анализа***

Относительно низкие показатели  $\delta^{13}\text{C}$  и повышенные уровни  $\delta^{15}\text{N}$  у проанализированных людей из памятника МГК-I/5 (рис. 7 и табл. 1) указывают, во-первых, на использование исключительно  $\text{C}_3$ -ресурсов в диете (т.е. на отсутствие таких  $\text{C}_4$  компонентов, как просо), а также на значительную долю рыбы в рационе населения. Интересно отметить положительную корреляцию между  $^{14}\text{C}$  возрастом индивидов и их изотопными показателями азота — самые древние образцы имеют самые высокие показатели  $\delta^{15}\text{N}$ . Последнее со всей вероятностью указывает на потребление рыбы людьми в разных количествах и, как следствие, удревнение их  $^{14}\text{C}$  возраста в силу ПРЭ.

### ***Обсуждение***

Результаты  $^{14}\text{C}$  датирования четырех людей и одного травоядного животного оказались достаточно неожиданными. В то время как калиброванные даты по образцам животного поселения МГК-I/3 датируются рубежом II и I тыс. до н.э., даты по образцам костей людей из могильника МГК-I/5 оказались лежащими в пределах II тыс. до н.э., что показывает систематическое расхождение. На данный момент единственным объяснением такого удревнения видится влияние пресноводного резервуарного эффекта на индивидов из данного памятника. Итоги изотопного анализа азота и углерода подтверждают достаточно интенсивное потребление рыбы людьми из МГК-I/5 (рис. 2). Это входит в противоречие с нашими представлениями о диетарных традициях носителей ирменской культуры алтайского региона, хозяйство которых было основано на высокопродуктивном животноводстве (Шамшин, Гальченко, 1997, с. 101-106, табл. 2). Для фаунистического комплекса ирменских поселений этого района характерны схожие пропорции лошади, крупного и мелкого рогатого скота; часто при доминировании последнего доля останков диких видов на поселениях составляет несколько процентов (от 0 до 4%) (Шамшин, Гальченко, 1997, табл. 3). Данные фаунистического анализа остеологической коллекции поселения МГК-I/3 (население которого, по мнению авторов, хоронили на могильнике I/5) также показывают высокие доли лошади, КРС и МРС в структуре стада (табл. 2).

Таблица 2  
Данные фаунистического анализа поселения МГК-I/3 (по: Косинцев, Папин, 2001)  
Tab. 2

**Data from the analysis of faunal remains from the settlement of MGK-I/3  
(from Kosintsev, Papin, 2001)**

Вид	Количество костей/ особей	Вид	Количество костей/ особей
Крупный рогатый скот	100/7	Косуля	1/1
Мелкий рогатый скот	168/11	Бобр	28/3
В том числе овца	36/4	Лисица	6
В том числе коза	13/3	Куница	9/3
Лошадь	105/11	Mam. indet.	375
Лось	6/2	Aves indet.	8
		Pisces indet.	57

Подобный эффект — удревнение образцов при высоких показателях  $\delta^{15}\text{N}$  — был также обнаружен и у другой, более поздней популяции Верхнего Приобья — населения староалейской общности могильника Фирсово-XIV (Папин, Святко, Фролов, 2024). По всей видимости, население, жившее в регионе Барнаульского Приобья в пойме р. Обь, оказывалось активно вовлечено в рыбную ловлю вне зависимости от его традиционных культурных предпочтений.

### **Заключение**

Подводя итог радиоуглеродному и изотопному исследованию материалов памятников МГК-I/3 и МГК-I/5, необходимо отметить следующее: полученные радиоуглеродные даты по костям человека противоречат как традиционным археологическим представлениям о времени бытования ирменской культуры в Верхнем Приобье, так и региональной хронологической периодизации, основанной на  $^{14}\text{C}$  датах (Молодин, Епимахов, Марченко, 2014). Сравнение изотопных данных по костям человека и животного с высокой долей вероятности позволяет предположить потребление рыбы людьми в разных количествах и, как результат, удревнение их  $^{14}\text{C}$  возраста в силу ПРЭ. Данный факт позволяет предположить, что мы впервые фиксируем процесс адаптации хозяйства людей к увлажнению окружающей среды и увеличение доли рыболовства в традиционном скотоводческом хозяйстве в регионе в конце бронзового века.

Для С.В. Святко и П.Д. Реймер исследования было поддержано финансированием фонда Леверхульм, грант RPB-2019-372.

### **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

Косинцев П.А., Папин Д.В. Особенности функционирования поселения финальной бронзы — МГК-I/3 // Пять исторические чтения памяти М.П. Грязнова. Омск : Б.и., 2000. С. 67–69.

Кунгurov A.L., Papin D.V. Могильник V археологического комплекса Малый Гоньбинский Кордон 1 // Проблемы изучения древней и средневековой истории. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2001а. С. 56–69.

Кунгurov A.L., Papin D.V. Материалы финальной бронзы археологического комплекса Малый Гоньбинский Кордон-1 // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 20016. №3. С. 79–85.

Молодин В.И., Епимахов А.В., Марченко Ж.В. Радиоуглеродная хронология культур эпохи бронзы Урала и юга Западной Сибири: принципы и подходы, достижения и проблемы // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: История, филология. 2014. 13(3: Археология и этнография). С. 136–167.

Папин Д.В., Святко С.В., Фролов Я.В. Особенности палеодиеты скифского населения лесостепного Алтая по материалам изотопного исследования // Бюллетень Всероссийского семинара «Стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика». Вып. 6. М. : Изд-во ИА РАН, 2024. С. 68–74. DOI: 10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6

Шамшин А.Б., Гальченко А.В. Хозяйство населения Барнаульско-Бийского Приобья в эпоху поздней бронзы и в переходное время от бронзы к железу // Источники по истории Республики Алтай. Горно-Алтайск : Б.и., 1997. С. 90–117.

Oleszczak L., Borodovskiy A.P., Michalczewski K., Pokutta D.A. Chultukov Log-9 — a settlement from the xiongu-xianbei-rouran period in the northern Altai // Eurasian Prehistory. 2018. Vol. 14, No. 1–2. Pp. 153–178.

Reimer P, Austin W, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, et al. (2020). The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // Radiocarbon 62, pp. 725–757. doi: 10.1017/RDC.2020.41.

## REFERENCES

Kosintsev P.A., Papin D.V. Features of the Functioning of the Settlement of the Final Bronze Age — MGC-1/3. In: The Fifth Historical Readings in Memory of M.P. Gryaznov. Omsk : B.i., 2000. Pp. 67–69. (In Russ.)

Kungurov A.L., Papin D.V. Burial Ground of the 5th Archaeological Complex Maly Gonbinsky Cordon 1. In: Problems of Studying Ancient and Medieval History. Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, 2001a. Pp. 56–69. (In Russ.)

Kungurov A.L., Papin D.V. Materials of the Final Bronze Age of the Archaeological Complex Maly Gonbinsky Cordon-1. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii = Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography*. 2001b;3:79–85. (In Russ.)

Molodin V.I., Epimakhov A.V., Marchenko Zh.V. Radiocarbon Chronology of the Bronze Age Cultures of the Urals and the South of Western Siberia: Principles and Approaches, Achievements and Problems. *Vestn. Novosib. gos. un-ta. Ser.: Istorija, filologija = Vestnik of Novosibirsk State University. Series: History, Philology*. 2014;13(3:Archaeology and ethnography):136–167. (In Russ.)

Papin D.V., Svyatko S.V., Frolov Ya.V. Features of the Paleodiet of the Scythian Population of the Forest-Steppe Altai based on the Materials of an Isotope Study. In: Bulletin of the All-Russian Seminar «Stable Isotopes in Archaeological Research: Methodological Problems and Historical Issues». Issue 6. Moscow : Izd-vo IA RAN, 2024. P. 68–74. DOI: 10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6 (In Russ.)

Shamshin A.B., Galchenko A.V. Economy of the Population of the Barnaul-Biysk Priobye in the Late Bronze Age and in the Transition Period from Bronze to Iron. In: Sources on the History of the Altai Republic. Gorno-Altaysk : B.i., 1997. P. 90–117. (In Russ.)

Reimer P, Austin W, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, et al. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*. 2020; 62: 725–757. doi: 10.1017/RDC.2020.41

## ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Папин Д.В.: сбор материала, интерпретация исторических и культурных характеристик результатов, написание соответствующего раздела статьи, редактура статьи.

D.V. Papin: collection of material, interpretation of historical and cultural characteristics of the results, writing the relevant section of the article, editing the article.

Святко С.В.: обработка образцов, анализ и интерпретация радиоуглеродных результатов, написание соответствующего раздела статьи, редактура и перевод текста статьи.

S.V. Svyatko: processing of samples, analysis and interpretation of radiocarbon results, writing the relevant section of the article, editing and translation of the text of the article.

Реймер П.Дж.: общее руководство датировочной частью исследования, интерпретация радиоуглеродных результатов, вклад в написание соответствующего раздела статьи, редактура статьи.

P.J. Reimer: overall supervision of the dating aspect of the project, interpretation of radiocarbon results, contribution to writing the relevant section of the article, editing of the text of the article.

Конфликт интересов отсутствует / There is no conflict of interest.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Папин Дмитрий Валентинович**, кандидат исторических наук, заведующий Барнаульской лабораторией археологии и этнографии Южной Сибири Института археологии и этнографии СО РАН; ведущий научный сотрудник лаборатории междисциплинарного изучения археологии Западной Сибири и Алтая Алтайского государственного университета, Барнаул, Россия.

**Dmitry V. Papin**, PhD in History, Head of the Barnaul Laboratory of Archaeology and Ethnography of Southern Siberia, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS; Leading Researcher, Laboratory of Interdisciplinary Study of Archaeology of Western Siberia and Altai, Altai State University, Barnaul, Russia.

**Святко Светлана Владимировна**, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник 14Хроно Центра по Исследованию Климата, Окружающей Среды и Хронологии Королевского Университета Белфаста, Белфаст, Великобритания.

**Svetlana V. Svyatko**, PhD in History, Research Fellow, 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology, Queen's University Belfast, Belfast, UK.

**Реймер П.Дж.**, доктор наук, почетный профессор 14Хроно Центра по Исследованию Климата, Окружающей Среды и Хронологии Королевского Университета Белфаста, Белфаст, Великобритания.

**Paula J. Reimer**, PhD, Emeritus Professor at the 14Chrono Centre for Climate, the Environment and Chronology, Queen's University Belfast, Belfast, UK.

*Статья поступила в редакцию 30.11.2024;  
одобрена после рецензирования 06.12.2024;*

*принята к публикации 09.12.2024.*

*The article was submitted 30.11.2024;*

*approved after reviewing 06.12.2024;*

*accepted for publication 09.12.2024*