

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

Сетевое издание

**№ 4 (71)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, академик РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффа Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лакельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;
Хлагула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ;
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бegaзы-Тасмола (Казахстан); Валь Й., PhD, О-во охраны памятников
Штутгарта (Германия); Зимина О.Ю., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ун-т Гетеборга; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Федоров Р.Ю., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 4 (71)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)

Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)

Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)

Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)

Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)

Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

Editorial Board:

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Aadaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),

Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)

Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)

Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
(Saint Petersburg, Russia)

Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)

Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)

Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)

Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Göteborgs Universitet (Göteborg, Sweden)

Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Fedorov R.Yu., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege

(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)

Zimina O.Yu., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru

URL: <http://www.ipdn.ru>

Медникова М.Б. *, Ковалев А.А., Петровская К.А.

Институт археологии РАН, ул. Дм. Ульянова, 19, Москва, 117292
 E-mail: medma_pa@mail.ru (Медникова М.Б.); chemurchek@mail.ru (Ковалев А.А.);
 petrovskaya.kristen@gmail.com (Петровская К.А.)

ОПЫТ ПИЛОТНОГО ИЗОТОПНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЖИЗНЕННОЙ МОБИЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА В МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

Впервые публикуются данные изотопного исследования, фокусирующего внимание на прижизненной мобильности населения раннего железного века в Минусинской котловине (Южная Сибирь). Методом масс-спектрометрии исследовано соотношение изотопов стронция в 22 образцах зубной эмали у погребенных в шести тагарских и тесинских могильниках (Тагарский остров, баиновский и подгорновский этапы; Бея 1, подгорновский этап; Самохвал, Кызыл-Куль, сарагашенский этап; Аршаново 30, раннетесинский склеп; Подсуханиха, тесинские грунтовые могилы). Исследуя образцы кочевого или полукочевого населения, мы получаем усредненный показатель, отражающий сезонные перемещения на протяжении первых десяти лет жизни, возможно, в широком ареале. На основании данных этнографии можно предполагать устойчивый характер сезонных маршрутов. Все исследуемые погребальные памятники находятся на близком расстоянии друг от друга, максимальная дистанция — 100 км. Тем не менее выявлено относительное разнообразие изотопных сигналов. Самые низкие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ встречены в образцах из могильников Тагарский остров, Самохвал и Подсуханиха (0,708311–0,708873), они зафиксировали выпас скота на лессовых почвах, которыми богата прибрежная зона Енисея. Отличающиеся сигналы встречены в образцах из могильников Бея 1 (0,709002–0,709187) и Кызыл-Куль (0,709117–0,709193); наиболее высокие значения соотношения изотопов стронция встречены в материалах из кургана Аршаново 30 (0,709284–0,70946). В рамках пилотного исследования нельзя исключить, что среди людей с повышенным изотопным сигналом были мигранты первого поколения.

Ключевые слова: Южная Сибирь, тагарская культура, тесинская культура, изотопы стронция, зубная эмаль человека.

Ссылка на публикацию: Медникова М.Б., Ковалев А.А., Петровская К.А. Опыт пилотного изотопного исследования прижизненной мобильности населения раннего железного века в Минусинской котловине // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2025. 4. С. 151–163. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-71-4-12>

Введение

За последние годы анализ соотношения изотопов стронция, позволяющий оценить особенности мобильности древнего и средневекового населения, стал рутинной практикой в системе междисциплинарных археологических исследований. Наряду с развитием палеогенетики этот методический подход способствовал накоплению обширных данных и новому пониманию активных миграционных процессов в прошлом человечества, получив даже название «третьей естественнонаучной революции» в археологии [Kristiansen, 2023].

Наиболее доступный и распространенный сегодня метод масс-спектрометрического определения изотопных сигналов стронция пришел из геологии и первоначально был востребован зоологами и палеонтологами [Koch et al, 1995; Norpe et al., 1999]. Он основан на том, что в процессе метаболизма ткани живых организмов (растений, беспозвоночных и позвоночных животных) запечатлевают отражение локальной геохимической ситуации, в которой они существуют.

Всего стронций имеет четыре стабильных изотопа: ^{84}Sr (0,56 %), ^{86}Sr (9,86 %), ^{87}Sr (7,0 %) и ^{88}Sr (82,58 %). Относительное содержание ^{84}Sr , ^{86}Sr и ^{88}Sr не меняется, но ^{87}Sr преобразуется из ^{87}Rb с периодом полураспада $4,88 \times 10^{10}$ лет. Относительное содержание ^{87}Sr , выражаемое как соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, варьируется в зависимости как от исходного отношения Rb/Sr , так и от геологического возраста образца. Но из-за чрезвычайно длительного периода полураспада ^{87}Rb «хронологический возраст» здесь соотносится с геологическими временными масштабами и с точки зрения археологии может быть принят за константу. Отмечалось, что

* Corresponding author.

радиогенный ^{87}Sr и, следовательно, индекс $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ показывает большие значения в древних породах с высоким содержанием рубидия, таких как гранит, по сравнению с «молодыми» (меньше 100 млн лет) породами, такими как известняк. Метаморфические породы возрастом более миллиарда лет могут демонстрировать изотопные сигналы $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ свыше 0,720, но в морских отложениях и вулканических породах моложе 100 миллионов лет диапазон изменчивости признака от 0,704 до 0,709. Такие различия могут показаться незначительными, но они велики по сравнению с локальной изменчивостью, которая редко превышает 0,001 [Price et al., 2008, p. 168].

Стронций из почвенных вод поступает в пищевую цепь, консервируясь в малых количествах в живых организмах. Растения усваивают доступный стронций практически без изменений, и их изотопный сигнал в основном отражает локальную геохимическую ситуацию. Вода, растительная пища, мясо и молоко травоядных животных, поступая в организм человека, формируют изотопные особенности разных его тканей, в том числе эмали и дентина зубов, спонгиозы и компактного вещества костей.

Уже в ранних работах было обращено внимание на перспективность изучения зубной эмали позвоночных животных, в том числе Homo, почти полностью состоящей из минерала, известного как гидроксилapatит, или гидроксикальцийфосфат ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Стронций имеет схожие химические свойства и может заменять кальций в эмали, обычно в концентрациях 0,01 процента. Соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в эмали большинства постоянных зубов (кроме зубов мудрости, формирующихся позднее) отражает ситуацию во время ее формирования, т.е. первые несколько лет жизни человека или геохимическую характеристику места проживания в детстве. Изотопный сигнал зубной эмали остается неизменным, даже если индивид впоследствии изменил место проживания [Evans, Tatham, 2004; Evans et al., 2006; Buckley et al., 2007; Montgomery et al., 2007; Price et al., 2008; Kaiser et al., 2012; и др.]. В отличие от зубов, костная ткань продолжает обмениваться кальцием и стронцием с окружающей средой в течение жизни человека.

Губчатая костная ткань перестраивается быстрее всего, в том числе по сравнению с веществом компакты, образующим стенки трубчатых костей. Утолщенные стенки длинных костей содержат больше материала, усвоенного в раннем детстве, по сравнению с имеющими тонкий компактный слой ребрами, элементами грудины, кисти и стопы, в которых к тому же доминируют трабекулярные структуры, связанные с повышенной метаболической активностью. Поэтому образцы костной ткани, в целом, несут информацию о геохимической обстановке последних лет или даже месяцев жизни. К тому же именно они подвергаются наибольшим тафономическим изменениям и могут испытывать контаминацию, отражая в таком случае изотопный сигнал почвы захоронения [Norpe et al., 2003].

Но даже исследование образцов зубной эмали, как наиболее консервативной структуры, для воссоздания картины прижизненной мобильности людей прошлого наталкивается на такое ограничение, как возможность идентифицировать лишь останки переселенцев первого поколения. Их дети, рожденные на местной почве, генетически будут принадлежать к мигрантской группе, но уже демонстрировать локальный геохимический сигнал.

В контексте изотопных исследований было подвергнуто осмыслению само понятие миграции. Отмечалось, что изотопная подпись стронция в образцах зубной эмали и костной ткани человека из археологических раскопок не просто фиксирует миграцию индивида из пункта А в пункт Б, но является более сложным отображением многих областей, формировавших диету, включавших места, которые посещала эта персона, или — потенциально — удаленные места, где произрастала или паслась ее «еда». По этой причине было предложено использовать термин «неместный» (non-local), а не «мигрант» [Bentley et al., 2004, p. 366].

За понятиями «мобильность» и «миграция» могут скрываться различные по характеру процессы пространственного перемещения людей прошлого: на короткие и длинные дистанции, включая сложные путешествия с посещением разных местностей с разным геохимическим сигналом (например, по торговым путям); регулярные сезонные миграции и исход в поисках нового места для жизни [Sjögren et al., 2016]. Применительно к событиям в жизни отдельно взятого человека резкая смена геохимических условий проживания могла означать экзогамный брак, пленение и рабство.

Изотопное определение «не-местных» в первом поколении людей особенно наглядно при исследовании одномоментных коллективных погребений, как правило запечатлевавших трагические события — например, гибель жителей неолитического поселка на телле Юнаците (территория совр. Болгарии) или смерть в сражении средневожских абашевцев эпохи бронзы, погребенных в Пепкинском кургане [Медникова, 2017, 2018].

Изучение изотопных сигналов в контрольных образцах воды, почвенных фильтратов и растений создает необходимый фон для оценки степени прижизненной мобильности представите-

лей древнего населения. Применительно к российским материалам нельзя не отметить исследование по картированию биодоступного стронция 357 образцов почвы, растений, воды, раковин моллюсков в 73 локациях Южного Зауралья, сделавшее этот регион одним из наиболее изученных в Азиатской части континента [Епимахов и др., 2023, с. 1086–1088]. Авторы этой работы зафиксировали приуроченность повышенных фоновых значений к древним толщам (в среднем 0,710) и пониженных — к более молодым формациям (средняя 0,709) с наиболее резким снижением значений $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ в Тагило-Магнитогорской мегазоне — до 0,708. Картирование изотопных сигналов контрольных образцов, в частности, помогает реконструировать особенности миграционных процессов финала эпохи средней — начала эпохи поздней бронзы и создает перспективу для изучения населения других периодов.

В то же время территория Южной Сибири, и в частности Минусинской котловины, по части подобных исследований до сих пор представляет собой *terra incognita*.

Ранний железный век на этой территории связан с тагарской археологической культурой, важной составной частью кочевых культур скифо-сибирского мира, исследование которой привлекало внимание многих выдающихся исследователей. Долгое время доминировала схема деления тагарской культуры на баиновский, подгорновский, сарагашенский и тесинский этапы [Грязнов, 1968]. Было распространено представление о ее непрерывном и стадиальном развитии: «Природные условия края, ограниченная площадь степей, защищенная от соседних степных областей массивами горных хребтов и непроходимых лесов, позволили местному карасукскому населению развивать свое хозяйство и культуру, не ломая традиций. Так в пределах Минусинской и Чулымо-Енисейской степных котловин сложилась своеобразная культура, известная под названием тагарской» [Грязнов, 1968, с. 187]. Вместе с тем данные антропологии выявляли неоднородность тагарского населения [Алексеев, 1973]. А.Г. Козинцев [1977], изучив краниологические выборки из отдельных тагарских могильников, писал, что неоднородность была первичной, возникшей в результате механического смешения нескольких компонентов.

В последние годы, благодаря новым раскопкам и применению более совершенных методов радиоуглеродного датирования, меняются устоявшиеся хронологические рамки и периодизация этой культуры. Так, за ее рамки выведен ранний, баиновский этап, который продолжает традиции эпохи бронзы [Лазаретов и др., 2023]. Поздний этап, ранее называемый тесинским, сегодня предложено рассматривать как отдельную, тесинскую культуру [Кузьмин, 2011]. Новые данные краниологии позволяют предполагать приток пришельцев в Минусинскую котловину в последние века I тыс. до н.э.: черепа из раннетесинских склепов говорят об ином происхождении этих людей [Учанева, Савенкова, 2019], но краниумы из тесинских грунтовых могил сходны с тагарскими, что отражает преемственность с более ранним населением [Громов, 2009].

Появление представительных материалов и аналитических методов исследования позволяет на новом уровне обратиться к решению вопросов о трансформации населения тагарской археологической культуры на финальном этапе ее развития, уточнить вопросы хронологии, связей с другими территориями.

Данная статья представляет первый опыт определения соотношения изотопов стронция в зубной эмали у погребенных в разновременных могильниках раннего железного века. Задачи нашего исследования включали введение в научный оборот данных, представляющих население Минусинской котловины на всех этапах — от баиновского до тесинской культуры включительно; оценку степени разнообразия изотопных сигналов; выяснение перспектив дальнейших исследований в этой области применительно к материалам этого культурного круга и на отдельно взятой территории.

Характеристика изученных образцов и метод исследования

В данном исследовании было проанализировано 22 образца из 6 локаций (могильников) в Минусинской котловине. Материалы из ранних раскопок тагарских могильников Тагарский остров, Самохвал, Кызыл-Куль, произведенных А.В. Адриановым [Адрианов, 1988, 1924; Горощенко, 1900], отбирались М.Б. Медниковой при исследовании антропологической коллекции Минусинского музея им. Мартыанова в 1996 г. с разрешения тогдашнего хранителя коллекции Н.В. Леонтьева. Остальные образцы происходят из хранения ИА РАН: могильники Бея 1 (раскопки Л.А.Соколовой), Суханиха или Подсуханиха (раскопки Н.В. Леонтьева [Parzinger et al., 2009]) и одиночный курган Аршаново 30 (раскопки А.А. Ковалева).

Нами был проведен отбор образцов зубной эмали второй генерации (первого и второго моляров), что позволяет охарактеризовать особенности геохимической ситуации, в которой жили эти люди, на протяжении примерно первых десяти лет жизни. У первого постоянного моляра нижней челюсти процесс минерализации начинается в момент рождения человека и заканчивается к 9–10 годам (срок фор-

мирования собственно коронки составляет 3–4 года). У второго моляра она начинает развиваться в 2,5–3 года и заканчивается к 14–16 (коронка формируется до 7–8 лет) (Scheid, 2007; цит. по: [Schroeder et al., 2009, p. 549]). Образцы эмали третьего моляра или образцы посткраниального скелета в данном исследовании не рассматривались, поскольку они запечатлевают изотопные сигналы более старшего возраста, в последнем случае еще существует риск посмертной контаминации с места погребения.

Соотношение изотопов стронция 87/86 Sr в образцах зубной эмали погребенных на территории Минусинской котловины в I тыс. до н.э.

The ratio of strontium 87/86 Sr isotopes in tooth enamel samples buried in the Minusinsk basin in the 1st millennium BC

№ образца	Могильник, номер погр. и/или номер хранения в Минусинском музее им. Мартьянова	Пол	Этап	Тип погребения	87/86 Sr	2SE, abs
1	Тагарский о-в, 6667/17	Ж	Подгорновский	Бревенчатый сруб (деревянный ящик), расположенный под плитой, обставленный плитками и засыпанный галькой	0,708631	0,000008
2	Тагарский о-в, 6667/1	М	Баиновский	Ящики и ямы, покрытые плитами	0,708311	0,000008
3	Тагарский о-в, 6667/51	М	Баиновский	Ящики и ямы, покрытые плитами	0,708494	0,000008
4	Тагарский о-в, 6667/56	Ж	Тесинский	Скелп. Деревянный сруб сложного устройства. Размеры сруба 5,4 м.×5,2 м. В южной части сруба расположен проем шириной 2,8 м. В СЗ части сруба располагался отдельный сруб, с постаментом, поставленным на каменные плиты	0,708722	0,000008
5	Бея-1, М.5, скелет 3	Ж	Подгорновский	Каменный ящик 2,0×2,5 м. Могила перекрыта лиственничным накатом. Поверх бревенчатого перекрытия сооружено каменное покрытие	0,709187	0,000008
6	Бея-1, М.2, ярус 3, скелет 1	Ж	Подгорновский	Грунтовая яма	0,708446	0,000008
7	Бея-1, М.1, скелет 1	М	Подгорновский	Грунтовая яма с деревянным перекрытием	0,709127	0,000008
8	Бея-1, М.5, скелет 1	М	Подгорновский	Каменный ящик 2,0×2,5 м. Могила перекрыта лиственничным накатом. Поверх бревенчатого перекрытия сооружено каменное покрытие	0,709002	0,000008
9	Самохвал, 6667/70	М	Сарагашенский	Скелп. Деревянный сруб	0,708728	0,000008
10	Самохвал, 6667/57	М	Сарагашенский	Скелп. Деревянный сруб	0,7087	0,000008
11	Кызыл-Куль II, 6667/109	Ж	Тесинский	Скелп. Деревянный сруб размерами примерно 7,5×7,5 м. Дно выстлано досками	0,709193	0,000008
12	Кызыл-Куль, 6667/120	М	Сарагашенский	Бревенчатый сруб (деревянный ящик). Сверху могила закрыта деревом, засыпана землей и обложена камнем	0,709117	0,000008
13	Кызыл-Куль, 6667/125	Ж	Сарагашенский	Бревенчатый сруб (деревянный ящик). Сверху могила закрыта деревом, засыпана землей и обложена камнем	0,708147	0,000008
14	Аршаново 30, М.9, зона находки 84	Ж	Раннетесинский	Скелп в яме с бревенчатым перекрытием на борту, деревянный пол, деревянная рама, драмка	0,708852	0,000008
15	Аршаново 30	М	Раннетесинский	Голова человека, залегающая на древнем горизонте у края могильной ямы склепа под бревном перекрытия	0,709281	0,000008
16	Аршаново 30, М.5. 4/45 (череп 5)		Тесинский / тесинская к-ра	Впускная могила в яме, выкопанной в заполнении основной могилы 9 (склепа)	0,709284	0,000008
17	Аршаново 30, М.5. 19/45	М	Тесинский / тесинская к-ра	Впускная могила в яме, выкопанной в заполнении основной могилы 9 (склепа)	0,709309	0,000008
18	Аршаново 30, М.5. 33/45	М	Тесинский / тесинская к-ра	Впускная могила в яме, выкопанной в заполнении основной могилы 9 (склепа)	0,70946	0,000008
19	Аршаново 30, М.5. 43/45	Ж	Тесинский / тесинская к-ра	Впускная могила в яме, выкопанной в заполнении основной могилы 9 (склепа)	0,70941	0,000008
20	Подсуханиха, раскоп IV, М.6, скелет 3	М	Тесинский / тесинская к-ра	Перекрытие могилы сверху — наброс плитняка. Сама могила грунтовая, ее СВ стенка обставлена вертикально установленной плитой. Впускное погребение	0,708873	0,000008
21	Подсуханиха, раскоп IV, М.19	М	Тесинский / тесинская к-ра	Грунтовая могила	0,708733	0,000008
22	Подсуханиха, раскоп IV, М.18	Ж	Тесинский / тесинская к-ра	Сооружение представляет собой комбинированный ящик. Продольные стенки — из плашмя уложенных плит, блоков песчаника и нескольких галечных валунов, а торцевые — из вертикально установленных плит. В заполнении ящика, а также под плашмя лежащими плитами у торцевых стен встречены многочисленные разрозненные мелкие фрагменты древесины. Куски, лежавшие у торцевых стен ящика, располагались в основном в продольном направлении. Это дает основание утверждать, что над ящиком было возведено жердовое перекрытие. У торцевых стен поверх продольно уложенных жердей были положены плиты в один-два слоя. После этого могила была засыпана ранее вынутым из нее грунтом до уровня погребенной почвы и на этом горизонте сооружено перекрытие из плитняка	0,708707	0,000008

Исследование соотношения изотопов стронция методом масс-спектрометрии выполнялось на базе Института геологии и геохимии Уральского отделения РАН (аналитик Т.Г. Окунева) согласно опубликованным протоколам [Киселева и др., 2020].

Результаты и обсуждение

Полученные данные о соотношении изотопов стронция у погребенных в разных могильниках раннего железного века в Минусинской котловине представлены в табл., и они демонстрируют достаточное разнообразие. На рис. 1 образцы из разных археологических памятников обозначены разными цветами. Можно отметить сходство изотопных сигналов в образцах из разновременных могильников Тагарский остров, Самохвал и Подсуханиха, варьирующих в узких пределах 0,708311–0,708873. Более высокими показателями отличается большинство образцов из могильников Бея 1 и Кызыл-Куль, за единичными исключениями (образцы №№ 6 и 13), которые попадают по

изотопным характеристикам в первую группу. Наконец, наиболее высокие значения соотношения изотопов стронция встречены в материалах из раскопок коллективных погребений тесинского кургана Аршаново 30. Здесь тоже имеется одно исключение (образец № 14) с относительно более низким изотопным сигналом, совпадающим со значением для образца из грунтовой могилы IV/6 могильника Подсуханиха (раскоп IV), также относимой к тесинскому этапу или тесинской культуре [Parzinger et al., 2009].

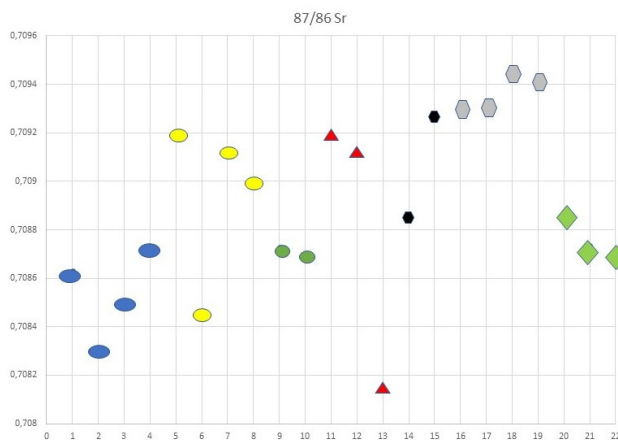


Рис. 1. Соотношение изотопов стронция в изученных образцах зубной эмали человека.

Нумерация образцов как в табл. 1. Археологические памятники: Тагарский остров (1–4), Бея-1 (5–8), Самохвал (9–10), Кызыл-Куль (11–13), Аршаново (14–19; черный — могила 9, серый — могила 5), Подсуханиха (20–22).

Fig. 1. The ratio of strontium isotopes in the studied samples of human dental enamel.

Sample numbering as in tab. 1. Archaeological sites: Tagarsky Ostrov (1–4), Beya-1 (5–8), Samokhval (9–10), Kyzyl-Kul (11–13), Arshanovo (14–19; black — grave 9, grey — grave 5), Podsuhanikha (20–22).

Хотя между материалами из Тагарского острова, Самохвала и Подсуханихи, представляющих соответственно баиновский, сарагашенский и тесинский этапы развития тагарской культуры, сотни лет, эти погребальные памятники очень близки географически и расположены в прибрежной зоне Енисея (рис. 2). Это позволяет предположить, что изотопный сигнал, запечатленный в зубной эмали погребенных, объективно отражает местную геохимическую ситуацию. Эти люди выросли в сходных условиях. И хотя для кочевников, придерживавшихся отгонного скотоводства, закономерно предположить, что место их погребения отличалось от места рождения и жизни в детском возрасте, эта группа определенно выделяется благодаря более низким изотопным показателям. Если признать аргументацию исследователей, доказывающих, что ранее выделяемый баиновский этап тагарской культуры демонстрирует преемственность с традициями эпохи поздней бронзы в Минусинской котловине и даже может быть выведен собственно за рамки тагарской культуры [Лазаретов и др., 2023], то индивиды со сходными изотопными сигналами представляют «коренное» население, родившись и выросли на территории Минусинской котловины.

Сложнее интерпретировать данные, полученные для других могильников. Так, заметна разница между географически и хронологически близкими материалами из могильников Самохвал и Кызыл-Куль, между которыми нет совпадения (для последнего встречены как заметно более высокие, так и более низкие изотопные сигналы). Этот вопрос в будущем требует отдельного рассмотрения. Но нельзя не отметить, что на сарагашенском этапе отмечены значительные изменения погребального обряда, когда возникает обычай сооружать одну могилу для группы погребенных, а индивидуально захоранивать только представителей знати [Вадецкая, 1986, с. 83]. Тогда же распространяется традиция посмертного трепанирования [Там же, с. 87; Медникова, 2001].

Еще более примечательны результаты по другим могильникам, также демонстрирующим повышенные значения соотношения изотопов стронция. Самый удаленный от оставленных предположительно местным населением минусинских памятников (Тагарского острова, Самохвала и Подсуханихи) в нашем исследовании, на расстояние около 80 км, — могильник Бея 1, для которого получены повышенные значения изотопов стронция (0,709002–0,709187). Если следовать концепции, предложенной нашими коллегами в последние годы, то нужно признать, что именно подгорновское население представляет начальный этап тагарской культуры в Минусинской котловине, а прежний «баиновский» продолжает традиции эпохи бронзы [Лазаретов и др., 2023]. Таким образом, «баиновские» образцы 2 и 3 из Тагарского острова с изотопным сигналом 0,708 априори соотносятся с

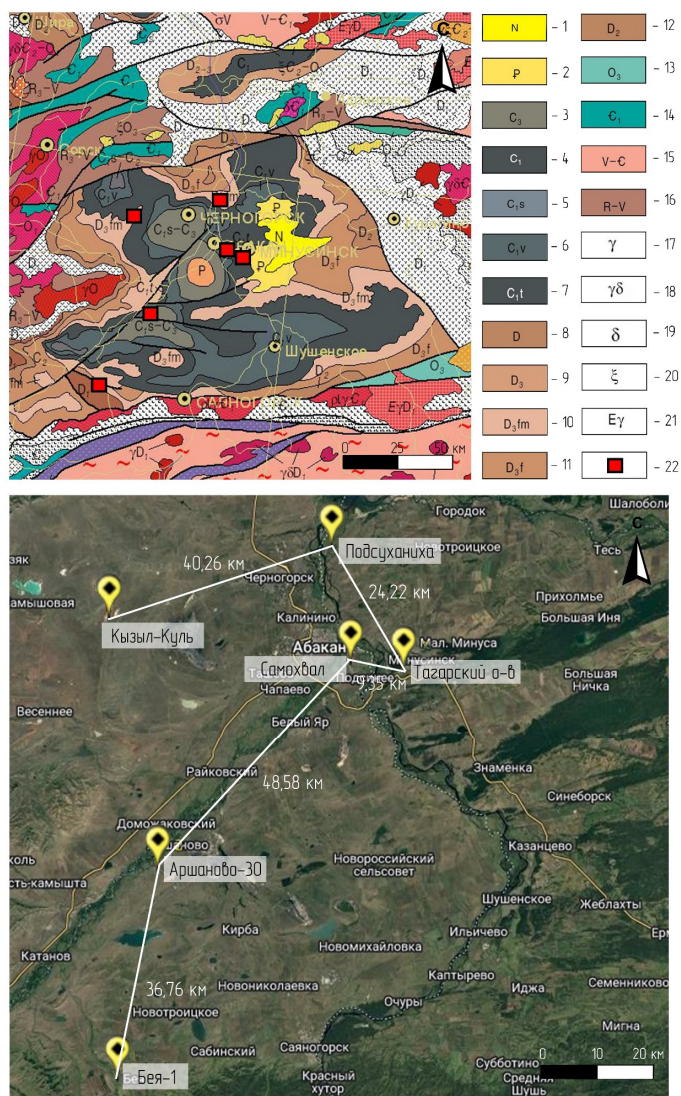


Рис. 2. Схема геологического строения Минусинской котловины (по: [Петров и др., 2008]) с локализацией памятников:

1 — неогеновая система (нерасчлененные отложения); 2 — палеогеновая система (нерасчлененные отложения); 3 — каменноугольная система; 4 — каменноугольная система (нижний отдел); 5 — каменноугольная система (серпуховский ярус); 6 — каменноугольная система (визейский ярус); 7 — каменноугольная система (турнейский ярус); 8 — девонская система (нерасчлененные отложения); 9 — девонская система (верхний отдел; средний — верхний отделы); 10 — девонская система (фаменский ярус); 11 — девонская система (франский ярус); 12 — девонская система (средний отдел); 13 — ордовикская — девонская системы, нерасчлененные отложения; ордовикская система — верхний отдел — девонская система, нижний отдел; 14 — кембрийская система (нижний отдел); 15 — вендская система — кембрийская система, нижний отдел; 16 — протерозой. верхний рифей — вендская система; 17 — plutonic formations. Граниты, гранодиориты, граносиениты; 18 — plutonic formations. Гранодиориты, граниты, кварцевые диориты, диориты; 19 — plutonic formations. Диориты, гранодиориты, кварцевые диориты; 20 — plutonic formations. сиениты, кварцевые сиениты; 21 — plutonic formations. Щелочные граниты; 22 — местоположение памятников.

Рис. 2. Schema geological composition of Minusinsk basin [after Petrov et al., 2008] and of the location of sites under the study:

1 — Neogene System (Undifferentiated deposits); 2 — Paleogene System (Undifferentiated deposits); 3 — Carboniferous System; 4 — Carboniferous System (Lower Series); 5 — Carboniferous System (Serpukhovian Stage); 6 — Carboniferous System (Visean Stage); 7 — Carboniferous System (Tournaisian Stage); 8 — Devonian System (Undifferentiated deposits); 9 — Devonian System (Upper Series; Middle — Upper Series); 10 — Devonian System (Famennian Stage); 11 — Devonian System (Frasnian Stage); 12 — Devonian System (Middle Series); 13 — Ordovician — Devonian systems, undifferentiated deposits; Upper Ordovician Series — Lower Devonian Series; 14 — Cambrian System (Lower Series); 15 — Ediacaran (Vendian) — Lower Cambrian Series; 16 — Proterozoic. Upper Riphean — Ediacaran (Vendian); 17 — Plutonic rocks. Granites, granodiorites, granite-syenites; 18 — Plutonic rocks. Granodiorites, granites, quartz diorites, diorites; 19 — Plutonic rocks. Diorites, granodiorites, quartz diorites; 20 — Plutonic rocks. Syenites, quartz syenites; 21 — Plutonic rocks. Alkali granites; 22 — Location of archaeological sites.

Современные горные хребты и массивы возникли в неогене и начале четвертичного периода [Pustovoytov, 2009, S. 71–73]. В Восточном Саяне по разломам и трещинам, образовавшимся в этот период, изливались базальты, формирующие на водоразделах мощные (до 200 м толщиной) покровы. Одновременно происходило опускание впадин, формирование коллювиальных конусов выноса, а местами — образование аллювиальных и озерных равнин. Первые известные отложения Енисея (девятая терраса) большинство исследователей относят к плиоцену. В раннем четвертичном периоде произошло накопление в депрессиях красноцветных глинистых осадков. В плейстоцене формируются енисейские террасы, в том числе пятая и четвертая — в среднем плейстоцене. Именно здесь расположены могильники Подсуханиха, Тагарский остров и Самохвал.

Также следует подчеркнуть, что Минусинская котловина входит в пределы обширного лесового пояса, протянувшегося через всю Южную Сибирь — от гор Средней Азии до Китайских лессовых плато [Додонов, 2002]. Лесс и лессовидные отложения обнаружены непосредственно в районе горы Суханиха, где они перекрывают террасовые галечники или залегают непосредственно на коренных породах [Pustovoytov, 2009, S. 72].

Изотопные сигналы стронция 0,708, очевидно, связаны с лессовым ландшафтом, в то время как другие, более высокие значения могли быть накоплены в локациях, связанных с выходом древних пород, в том числе в горной местности.

Вместе с тем обратим внимание, что все исследуемые погребальные памятники находятся на очень близком расстоянии друг к другу (рис. 2). От самого южного могильника Бея 1 до самого северного — Подсуханихи — около 100 км, от самого западного могильника Кызыл-Куль до самого восточного — Тагарского острова — по прямой около 40–45 км.

Для скотоводов раннего железного века такие расстояния составляли повседневный ареал обитания. Хотя применительно к данным археологии всегда следует критически подходить к использованию этнографических источников; мы не можем не отметить, что у хакасов XVIII–XIX вв. с близким составом стада (лошади, овцы, коровы) привычный «домашний» ландшафт был достаточно обширен [Потапов, 1952]. Хакасы неслучайно называли себя «трехстадным народом» [Бутанаев и др., 2004, с. 12–13]. Табуны их лошадей паслись на подножном корму весь год в степи и горах. Коровы летом выпасались под присмотром, а зимой их помещали в теплый хлев, молодняк отдельно — в обмазанные кизяком клетушки «кирпе». Отары овец круглый год держались на подножном корму. Стадо, за которым присматривал один чабан, могло насчитывать до тысячи овец. При таком количестве скота требовались перекочевки на сезонные пастбища. В первой половине XIX в. богатые хозяйства кочевали четыре раза в год, а бедные — не больше двух. Перекочевки со скотом совершались по давно выработанному маршруту в меридиональном направлении.

Носители тагарской культуры, практиковавшие отгонное скотоводство в раннем железном веке, были ограничены теми же ландшафтными условиями. Поэтому изотопные характеристики, полученные нами, во-первых, далеко не обязательно совпадают с изотопными сигналами в местах их погребения и, во-вторых, что самое главное, представляют собой суммарную величину, «накопленную» этими людьми за первые 10 лет их жизни в процессе сезонного кочевания. Безусловно, актуальной задачей в перспективе является сбор контрольных образцов (растений, воды, беспозвоночных животных) в разных локациях Минусинской котловины для картирования биодоступного стронция, наподобие той обширной работы, которая была проведена нашими коллегами в Уральском регионе. Но поскольку мы рассматриваем неоседлое или полуседлое население, то имеем дело с априори усредненным показателем, отражающим их перемещения. Соотнесение с показателями фоновых образцов, которые будут получены для сложного в геологическом отношении региона, может стать серьезной методической задачей. Тем более некоторые специалисты, рассматривая проблемные моменты применения изотопов стронция в археологических исследованиях, в частности, отмечают: нельзя предполагать, что текущие геохимические, минералогические и геологические условия исследуемой территории такие же, как и в прошлом, поскольку изменения в поверхностных условиях часто наблюдаются даже в течение короткого времени [Rossi et al., 2024].

Возникает закономерный вопрос: насколько метод масс-спектрометрии вообще применим для изотопного определения прижизненной мобильности в отношении древнего населения, приживавшегося отгонного скотоводства. Возможно, после сбора фоновых образцов биодоступного стронция ответить на вопрос о конкретных маршрутах регулярных перемещений этих групп населения поможет, в лучшем случае, только метод лазерной абляции.

Тем не менее, поскольку все изученные образцы происходят из географически очень близких археологических памятников, мы считаем правомерным сравнение полученных характеристик, отдавая себе отчет, что за ними скрывается история десятилетних сезонных пространственных перемещений каждого индивида. Выявленное разнообразие изотопных сигналов с учетом данных археологии и антропологии все равно косвенно позволяет нам строить первоначальные предположения о притоке населения (которое в детстве кочевало в других местах) в Минусинскую котловину.

Исходя из имеющихся данных мы можем предполагать, что наиболее типичное для «местного» населения соотношение изотопов стронция отражается в величинах порядка 0,708 (в баиновском Тагарском острове, сарагашенском Самохвале, тесинских могилах Подсуханихи). Отклоняющиеся, более высокие значения встречены в материалах Беи 1 подгорновского этапа (ассоциируемого сегодня с началом тагарской культуры), в Кызыл-Куле сарагашенского этапа (связанного с резкой сменой погребальной обрядности по сравнению с предшествующим) и в наиболее выраженном виде — в материалах коллективных погребений тесинского кургана Аршаново 30, для которых есть основания предполагать мигрантное происхождение захороненных индивидов.

Обратим внимание, что краниологи, исследовавшие материалы из аналогичных Аршаново 30 раннетесинских склепов в курганах Чалпан № 1, № 2 и Черногорск (курган у пищекомбината), показали «нетагарское» происхождение погребенных в них людей, связанное, по предположению этих авторов, с более южными или западными территориями [Учанева, Савенкова, 2019], в то время как выборки из тесинских грунтовых могил (аналогичных нашим материалам из Подсуханихи) не обнаружили существенных отличий этих групп от суммарной тагарской серии [Громов, 2009].

Заключение

Определение прижизненной мобильности древнего населения постепенно стало привычным атрибутом в практике междисциплинарных исследований в археологии. Однако степень изученности материалов из археологических раскопок и фоновых изотопных значений, характеризующих геохимическую среду обитания древних и средневековых социумов, для разных регионов сильно отличается. В этом отношении Минусинская котловина до настоящего момента представляет собой неизведанную землю.

Исследование в этом регионе методом масс-спектрометрии представляет сложную методическую проблему, поскольку природные условия издревле способствовали развитию здесь кочевого скотоводства. Данные геологии свидетельствуют о сложном строении: здесь соседствуют древние породы, которые могут дать высокий изотопный сигнал, и массивные лессовые отложения, для которых можно предполагать низкие значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. С учетом этих обстоятельств сбор контрольных образцов для картирования биодоступного стронция и получения фоновых геохимических значений — важная и актуальная задача будущих исследований. Но априори можно предполагать, что место захоронения исследованных людей не отражает в полной мере геохимические характеристики достаточно обширного пространства их жизни.

Тем не менее в нашей статье предпринята попытка рассмотреть материалы раннего железного века на этой территории — от начала I тыс. до н.э. до начала н.э. Мы старались критически оценить возможности изучения мобильности кочевников-скотоводов, повседневная жизнь которых включала выпас скота в радиусе нескольких десятков километров и неизбежно была сопряжена с более дальними сезонными миграциями, скорее всего, по аналогии с данными этнографии, с севера на юг, в направлении к горам. Поэтому, используя метод масс-спектрометрии, мы получаем усредненный показатель, накопленный за первые годы жизни в процессе сезонных кочевков.

Изученные нами образцы происходят из шести могильников на ограниченной территории (минимальное расстояние между ними — 9 км, максимальное — 100 км), в основном эти памятники подстилают сходные каменноугольные отложения. Можно было предполагать, что значения показателя у всех погребенных будут близки. Но мы встретили определенное разнообразие изотопных сигналов и посчитали правомерным провести их сравнение. Их первоначальная верификация возможна с учетом археологического контекста и данных антропологии.

Пониженные значения соотношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ встречены в образцах из могильников Тагарский остров (баиновский этап), Самохвал (сарагашенский этап) и Подсуханиха (тесинские грунтовые погребения): 0,708311–0,708873. Отличающиеся сигналы (выше 0,709) встречены в образцах из могильников Бея 1 (подгорновский этап, начало тагарской культуры) и Кызыл-Куль (сарагашенский и тесинский этапы); наиболее высокие значения — в материалах из раскопок раннетесинских захоронений Аршаново. На данном этапе можно констатировать, что эти люди кочевали в детстве не в тех местах, что представители первой группы. Нельзя исключить, что среди людей с по-

вышенным изотопным сигналом встречены переселенцы первого поколения, что может свидетельствовать о неоднократном притоке населения в Минусинскую котловину на протяжении всего раннего железного века.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-18-00424, <https://rscf.ru/project/25-18-00424> «Миграции в центральноазиатском регионе в конце I тысячелетия до н.э. — первой половине н.э. по данным комплексного биоархеологического исследования».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Адрианов А.В. Путешествие на Алтай и за Саяны, совершенное летом 1883 г., по поручению Императорского Русского географического общества и его Западно-Сибирского отдела: Предварительный отчет. Омск: Тип. Окружного штаба, 1886.

Адрианов А.В. Отчет императорской археологической комиссии за 1895 год: Отчет А.В. Адрианова о раскопке курганов в пределах Минусинского округа Енисейской губ. СПб., 1897. С. 141–151.

Адрианов А.В. Выборки из дневников курганных раскопок в Минусинском крае: (Дополнение к работе К.И. Горощенко «Курганные черепа Минусинского округа»). Минусинск, 1924. С. 41–76.

Алексеев В.П. К происхождению таштыкского населения Южной Сибири // Проблемы археологии Урала и Сибири. М.: Наука, 1973. С. 220–232.

Бутанаев В.Я., Ермолаева Л.Н., Сидорина Е.Ю., Порошина Л.И., Москвина Е.А. Иллюстрированная этнография хакасов: Альбом фотоматериалов Минусинского музея им. Н.М. Мартыанова. Абакан; Новосибирск: Наука, 2004. 103 с.

Вадецкая Э.Б. Археологические памятники в степях Среднего Енисея. Л.: Наука, 1986. 178 с.

Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР: Азиатская часть. Изд. 4. М.: Высш. школа, 1987. 448 с.

Горощенко К.И. Курганные черепа Минусинского округа. Описание Минусинского музея. Вып. 2: Материалы по доисторической археологии и антропологии. Минусинск: Тип. Корнакова, 1900. 40 с.

Громов А.В. К антропологии тесинского населения Минусинской котловины // Вестник ТГУ. 2007. № 3 (7). С. 143–147.

Грязнов М.П. Тагарская культура // История Сибири. Т. 1. Древняя Сибирь. Л.: Наука, 1968. С. 187–196.

Додонов А.Е. Четвертичный период Средней Азии: Стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС, 2002. 250 с. (Труды Геологического института РАН; Вып. 546).

Епимахов А.В., Чечушков И.В. Предварительные результаты изучения мобильности людей и животных бронзового века в микрорайоне Степное (Южное Зауралье) // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: Проблемы исторической реконструкции: Материалы II Междунар. междисц. конф. Челябинск: ЧелГУ, 2023. С. 37–41.

Епимахов А.В., Чечушков И.В., Киселева Д.В., Анкушев М.Н., Анкушева П.С. Картирование биодоступного $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в Южном Зауралье // Литосфера. 2023. № 23 (6). С. 1079–1094.

Киселева Д.В., Анкушева П.С., Анкушев М.Н., Окунева Т.Г., Шагалов Е.С., Касьянова А.В. Определение фоновых изотопных отношений биодоступного стронция для рудника бронзового века Новотемирский // КСИА. 2021. Вып. 263. С. 176–187.

Кузьмин Н.Н. Погребальные памятники хунно-сянбийского времени в степях Среднего Енисея. Тесинская культура. СПб.: Айсинг, 2011. 456 с.

Козинцев А.Г. Антропологический состав и происхождение населения тагарской культуры. Л.: Наука. 143 с.

Лазаретов И.П., Поляков А.В., Лурье В.М., Амзараков П.Б. Финал эпохи палеометалла в Хакасско-Минусинской котловине // Археология, этнография и антропология Евразии. 2023. Т. 51. № 1. С. 108–118.

Медникова М.Б. Как стать кузнецом? О мобильности абашевского населения по материалам Пепкинского кургана эпохи средней бронзы // КСИА. 2018. Вып. 253. С. 378–389.

Медникова М.Б. О мобильности энеолитического населения Балкан (по материалам раскопок телля Юнаците в Болгарии) // РА. 2017. № 3. С. 5–19.

Медникова М.Б. Трепанации у древних народов Евразии. М.: Науч. мир, 2001. 303 с.

Петров О.В., Морозов А.Ф., Стрельников С.И. Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств м-ба 1:2 500 000. Геологическая карта. СПб., 2008.

Учанева Е.Н., Савенкова Т.М. Новые палеоантропологические материалы из раннетесинских склепов Минусинской котловины // *Camera praehistorica*. 2019. № 2 (3). С. 123–136. <https://doi.org/10.31250/2658-3828-2019-2-123-136>

Федотов А.Н., Ладыгин С.В., Измайлова С.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. второе. Сер. Минусинская. Лист N-46-XX (Абакан). Минприроды России, Роснедра, Хакасгеолком, ГП «Красноярскгеолсъемка». М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019.

Bentley R.A., Price T.D., Stephan E. Determining the 'local' $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ range for archaeological skeletons: A case study from Neolithic Europe // *Journal of Archaeological Science*. 2004. Vol. 31. P. 365–375.

Bentley A.R., Wahl J., Price T.G., Atkinson T.C. Isotopic signatures and hereditary traits: snapshot of a Neolithic community in Germany // *Antiquity*. 2008. Vol. 82. P. 290–304.

Evans J.A., Chenery C.A., Fitzpatrick A.P. Bronze Age Childhood Migration of Individuals Near Stonehenge, Revealed by Strontium and Oxygen Isotope Tooth Enamel Analysis // *Archaeometry*. 2006. Vol. 48 (2). P. 309–321.

Evans J.A., Tatham S. Defining 'local signature' in terms of Sr isotope composition using a tenth- to twelfth-century Anglo-Saxon population living on a Jurassic clay-carbonate terrain, Rutland, UK // *Forensic Geoscience: Principles, Techniques and Applications* / Eds. Pye K., Kroft D.J. L.: Geological Society, 2004. Special publications. № 232. P. 237–248.

Hoppe K.A., Koch P.L., Carlson R.W., Webb D. Tracking mammoths and mastodons: Reconstruction of migratory behavior using strontium isotope ratios // *Geology*. 1999. № 27 (5). P. 439–444.

Hoppe K.A., Koch P.L., Furutani T.T. Assessing the Preservation of Biogenic Strontium in Fossil Bones and Tooth Enamel // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2003. № 13. P. 20–28.

Horn P., Schaaf P., Holbach B., Holzl S., Eschnauer H. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ from rock and soil into vine and wine // *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*. 993. Vol. 196. P. 407–409.

Kaiser E., Burger I., Schreier W. Population dynamics in prehistory and early history. New approaches using stable isotopes and genetics. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 2012. 353 p.

Koch P.L., Heisinger J., Moss C., Carlson R.W., Fogel M.L., Behrensmeier A.K. Isotopic Tracking of Change in Diet and Habitat Use in African Elephants // *Science*. 1995. № 267. P. 1340–1343.

Kristiansen K. *Archaeology and the genetic revolution in European prehistory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 92 p.

Kristiansen K., Larsson T.B. *The Rise of Bronze Age Society: Travels, Transmissions and Transformations*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 464 p.

Montgomery J., Evans J.A., Cooper R.E. Resolving archaeological populations with Sr-isotope mixing models // *Applied Geochemistry*. 2007. № 22. P. 1502–1514.

Parzinger H., Nagler A., Leontyev N., Zubkov V. Das mehrperiodige Graberfeld von Suchanicha bei Minusinsk // *Eurasia Antiqua*. Berlin: Deutsches Archäologisches Institut, 2009. S. 68–208.

Price T.D., Burton J.H., Fullagar P.D., Wright L.E., Buikstra J.E., Tiesler V. Strontium Isotopes and the Study of Human Mobility in Ancient Mesoamerica // *Latin American Antiquity*. 2008. № 19 (2). P. 167–180.

Pustovoytov K. *Naturräumische Beningungen. Das mehrperiodige Gräberfeld von Suchanicha bei Minusinsk* // *Eurasia Antiqua*. Berlin: Deutsches Archäologisches Institut, 2009. S. 70–74.

Rossi M., Iacumin P., Venturelli G. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Isotope Ratio as a Tool in Archaeological Investigation: Limits and Risks // *Quaternary*. 2024. Vol. 7 (1), 6. <https://doi.org/10.3390/quat7010006>

Schroeder H., O'Connell T.C., Evans J.A., Shuler K.A., Hedges R.E.M. Trans-Atlantic Slavery: Isotopic Evidence for Forced Migration to Barbados // *American Journal of Physical Anthropology*. 2009. № 139. P. 547–557.

Sjögren K.-G., Price T.D., Kristiansen K. Diet and Mobility in the Corded Ware of Central Europe // *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155083>

Mednikova M.B. *, Kovalev A.A., Petrovskaya K.A.

Institute of Archeology RAS, Dm. Ulyanova st., 19, Moscow, 117292

E-mail: medma_pa@mail.ru (Mednikova M.B.); chemurchek@mail.ru (Kovalev A.A.); petrovskaya.kristen@gmail.com (Petrovskaya K.A.)

A pilot isotope study of lifetime mobility of the Early Iron Age population from the Minusinsk Basin

For the first time, we report data from isotopic study concerning lifetime mobility of the Early Iron Age inhabitants of the Minusinsk Basin, Southern Siberia. Using the mass-spectrometry method, we analysed the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio in 22 samples of permanent teeth enamel from six burial sites of the Tagar and Tes' archeological cultures (Tagarskiy Ostrov, Bainovskiy and Podgornovskiy stages; Beya 1, Podgornovskiy stage; Samokhval, Kyzyl-Kul, Saragashenskiy stage; Arshanovo 30, early Tes' Culture tomb; Podsukhanikha, Tes' Culture ground graves). Analysis of the samples of nomadic or semi-nomadic population allows obtaining an average value reflecting human seasonal mobility around a vast area during the first ten years of individuals' life. The ethnographic data suggests stable patterns of seasonal routes. All studied sites are located close to each other, with a maximum distance of 100 kilometers. Yet, the analysis demonstrates a variety of isotopic signals. The lowest $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values were found in samples from the Tagarskiy Ostrov, Samokhval and Podsukhanikha burials (0.708311–0.708873), reflecting cattle and sheep grazing on loess soils widely present in the coastal zone of the Yenisei River. Different values were received for the samples from burial sites of Beya 1 (0.709002–0.709187) and Kyzyl-Kul (0.709117–0.709193), and the highest values were found in materials of the Arshanovo 30 mound (0.709284–0.70946). In the context of pilot study, it cannot be ruled out that people with elevated isotope signals could represent first-generation migrants.

Keywords: Southern Siberia, Tagar Culture, Tes' Culture, strontium isotopes, human dental enamel.

* Corresponding author.

Funding. The study was carried out with the support of the Russian Science Foundation grant No. 25-18-00424, <https://rscf.ru/project/25-18-00424> “Migrations in the Central Asian region at the end of the 1st millennium BC — the first half of the AD according to comprehensive bioarchaeological study”.

REFERENCES

- Adrianov, A.V. (1888). *Travel to Altai and beyond the Sayan Mountains, made in the summer of 1883, commissioned by the Imperial Russian Geographical Society and its West Siberian Department: Preliminary report*. Omsk: Tipografiya Okruzhnogo shtaba. (Rus.).
- Adrianov, A.V. (1897). *Report of the Imperial Archaeological Commission for 1895: Report by A.V. Adrianov on the excavation of kurgans in the Minusinsk district of the Yenisei province*. S.-Petersburg. (Rus.).
- Adrianov, A.V. (1924). *Extracts from the diaries of kurgan excavations in the Minusinsk region (Supplement to K. Goroshchenko's Kurgan Skulls of the Minusinsk District)*. Minusinsk. (Rus.).
- Alekseev, V.P. (1973). On the origin of the Tashtyk population of Southern Siberia. In: *Problemy arkheologii Urala i Sibiri*. Moscow: Nauka, 220–232. (Rus.).
- Bentley, R.A., Price, T.D., Stephan, E. (2004). Determining the ‘local’ 87Sr/86Sr range for archaeological skeletons: A case study from Neolithic Europe. *Journal of Archaeological Science*, (31), 365–375. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.10.003>
- Bentley, A.R., Wahl, J., Price, T.G., Atkinson, T.C. (2008). Isotopic signatures and hereditary traits: Snapshot of a Neolithic community in Germany. *Antiquity*, (82), 290–304.
- Butanayev, V.Ya., Yermolayeva, L.N., Sidorina, Ye.Yu., Poroshina, L.I., Moskvina, Ye.A. (Eds.) (2004). *Illustrated ethnography of the Khakas: A photo album of the Martyanov Minusinsk Museum*. Abakan; Novosibirsk: Nauka. (Rus.).
- Dodonov, A.E. (2002). Quaternary period of Central Asia: Stratigraphy, correlation, paleogeography. *Proceedings of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences. Issue 546*. Moscow: GEOS. (Rus.).
- Epimakhov, A.V., Chechushkov, I.V. (2023). Preliminary results of the study of mobility of Bronze Age people and animals in the Steppes microdistrict (Southern Trans-Urals). In: *Drevniye i traditsionnyye kul'tury vo vzaimodeystvii so sredoy obitaniya: Problemy istoricheskoy rekonstruktsii: Materialy II Mezhdunarodnoy mezhdistsiplinarnoy konferentsii*. Chelyabinsk: Chelyabinskiiy universitet, 37–41. (Rus.).
- Epimakhov, A.V., Chechushkov, I.V., Kiseleva, D.V., Ankushev, M.N., Ankusheva, P.S. (2023). Mapping of bioavailable 87Sr/86Sr in the Southern Trans-Urals. *Litosfera*, 23(6), 1079–1094. (Rus.).
- Evans, J.A., Chenery, C.A., Fitzpatrick, A.P. (2006). Bronze Age childhood migration of individuals near Stonehenge, revealed by strontium and oxygen isotope tooth enamel analysis. *Archaeometry*, 48(2), 309–321. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2006.00258.x>
- Evans, J.A., Tatham, S. (2004). Defining ‘local signature’ in terms of Sr isotope composition using a tenth- to twelfth-century Anglo-Saxon population living on a Jurassic clay-carbonate terrain, Rutland, UK. In: *Forensic Geoscience: Principles, Techniques and Applications*. London: Geographical Society, 237–248.
- Fedotov, A.N., Ladygin, S.V., Izmailova, S.A., et al. (2019). *State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:200,000. Second edition. Minusinsk Series. Sheet N-46-XX (Abakan)*. Ministry of Natural Resources of Russia, Rosnedra, Khakasseoikom, State Enterprise Krasnoyarskgeolsemka. Moscow: VSEGEI. (Rus.).
- Goroshchenko, K.I. (1900). *Kurgan skulls of the Minusinsk district: Description of the Minusinsk Museum*. Vol. 2. Minusinsk: Tipografiya Kornakova. (Rus.).
- Gromov, A.V. (2007). On the anthropology of the Tesinsk population of the Minusinsk Basin. *Vestnik Tomskogo universiteta*, 7(3), 143–147. (Rus.).
- Gryaznov, M.P. (1968). Tagar culture. In: *Istoriya Sibiri. T. 1*. Leningrad: Nauka, 187–196. (Rus.).
- Gvozdetsky N.A., Mikhailov N.I. (1987). *Physical Geography of the USSR. Asian Part. Edition 4*. Moscow: Vysshaya shkola. (Rus.).
- Hoppe, K.A., Koch, P.L., Carlson, R.W., & Webb, D. (1999). Tracking mammoths and mastodons: Reconstruction of migratory behavior using strontium isotope ratios. *Geology*, 27(5), 439–444.
- Hoppe, K.A., Koch, P.L., Furutani, T.T. (2003). Assessing the preservation of biogenic strontium in fossil bones and tooth enamel. *International Journal of Osteoarchaeology*, (13), 20–28.
- Horn, P., Schaaf, P., Holbach, B., Holzl, S., Eschnauer, H. (1993). 87Sr/86Sr from rock and soil into vine and wine. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 196, 407–409.
- Kaiser, E., Burger, I., Schreier, W. (Eds.) (2012). *Population dynamics in prehistory and early history: New approaches using stable isotopes and genetics*. Berlin: Walter de Gruyter & Co.
- Kiseleva, D.V., Ankusheva, P.S., Ankushev, M.N., Okuneva, T.G., Shagalov, Ye.S., & Kas'yanova, A.V. (2021). Determination of background isotopic ratios of bioavailable strontium for the Bronze Age Novotemirsky mine. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii*, (263), 176–187. (Rus.).
- Koch, P.L., Heisinger, J., Moss, C., Carlson, R.W., Fogel, M.L., Behrensmeyer, A.K. (1995). Isotopic tracking of change in diet and habitat use in African elephants. *Science*, (267), 1340–1343.
- Kozintsev, A.G. (1977). *Anthropological composition and origin of the population of the Tagar culture*. Leningrad: Nauka. (Rus.).
- Kristiansen, K. (2022). *Archaeology and the genetic revolution in European prehistory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kristiansen, K., Larsson, T.B. (2005). *The Rise of Bronze Age Society: Travels, Transmissions and Transformations*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kuz'min, N.N. (2011). *Funerary monuments of the Xiongnu-Xianbei period in the steppes of the Middle Yenisei: The Tesinsk culture*. St. Petersburg: Aysing. (Rus.).

Lazaretoy, I.P., Polyakov, A.V., Lur'ye, V.M., Amzarakov, P.B. (2023). The end of the Paleometal Age in the Khakass-Minusinsk Basin. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 51(1), 108–118. (Rus.).

Mednikova, M.B. (2001). *Trepanations among the ancient peoples of Eurasia*. Moscow: Nauchnyy Mir. (Rus.).

Mednikova, M.B. (2017). On the mobility of the Eneolithic population of the Balkans (based on materials from the Yunatsite tell in Bulgaria). *Rossiyskaya arkheologiya*, (3), 5–19. (Rus.).

Mednikova, M.B. (2018). How to become a caster? On the mobility of the Abashevo population based on materials from the Pepkino kurgan of the Middle Bronze Age. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii*, (253), 378–389. (Rus.).

Montgomery, J., Evans, J.A., Cooper, R.E. (2007). Resolving archaeological populations with Sr-isotope mixing models. *Applied Geochemistry*, 22, 1502–1514.

Parzinger, H., Nagler, A., Leontyev, N., & Zubkov, V. (2009). Das mehrperiodige Gräberfeld von Suchanicha bei Minusinsk. *Eurasia Antiqua*. Berlin: Deutsches Archäologisches Institut, 68–208.

Petrov O.B., Morozov A.F., Strelnikov S.I. (Eds.) (2008). *Atlas of geological maps of Russia, texts and surnames of states. Geological card. Scale 1:2 500 000*. St. Petersburg.

Price, T.D., Burton, J.H., Fullagar, P.D., Wright, L.E., Buikstra, J.E., Tiesler, V. (2008). Strontium isotopes and the study of human mobility in ancient Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, 19(2), 167–180.

Pustovoytov, K. (2009). Naturräumliche Bedingungen. Das mehrperiodige Gräberfeld von Suchanicha bei Minusinsk. *Eurasia Antiqua*. Berlin: Deutsches Archäologisches Institut, 70–74.

Schroeder, H., O'Connell, T.C., Evans, J.A., Shuler, K.A., & Hedges, R.E.M. (2009). Trans-Atlantic slavery: Isotopic evidence for forced migration to Barbados. *American Journal of Physical Anthropology*, (139), 547–557.

Rossi, M., Iacumin, P., Venturelli, G. (2024). $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Isotope Ratio as a Tool in Archaeological Investigation: Limits and Risks. *Quaternary*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/quat7010006>.

Sjögren, K.-G., Price, T.D., Kristiansen, K. (2016). Diet and mobility in the Corded Ware of Central Europe. *PLoS ONE*, 11(5), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155083>

Uchanova, Ye.N., Savenkova, T.M. (2019). New paleoanthropological materials from early Tesinsk crypts of the Minusinsk Basin. *Camera Praehistorica*, 2(3), 123–136. (Rus.). <https://doi.org/10.31250/2658-3828-2019-2-123-136>

Vadetskaya, E.B. (1986). *Archaeological sites in the steppes of the Middle Yenisei*. Leningrad: Nauka. (Rus.).

Медникова М.Б., <https://orcid.org/0000-0002-1918-2161>

Ковалев А.А., <https://orcid.org/0000-0003-2637-3131>

Петровская К.А. <https://orcid.org/0009-0004-6631-7120>

Сведения об авторах:

Медникова Мария Борисовна, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник, Институт археологии РАН, Москва.

Ковалев Алексей Анатольевич, научный сотрудник, Институт археологии РАН, Москва.

Петровская Кристина Андреевна, аспирант, Институт археологии РАН, Москва.

About the authors:

Mednikova, M.B., Doctor of Historical Sciences, Institute of Archeology RAS, Leading Researcher, Moscow.

Kovalev, A.A., Researcher, Institute of Archeology RAS, Moscow.

Petrovskaya, K.A., PhD student, Institute of Archeology RAS, Moscow.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted 02.10.2025

Article is published: 15.12.2025