



Палеогенетические исследования погребенных в курганах 3 и 4 могильника Исаковка I

Ирина Эдуардовна Альборова¹, Харис Харрасович Мустафин¹,
Александр Яковлевич Труфанов², Федор Сергеевич Шарко³,
Светлана Владимировна Шарапова^{4#}

¹ Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия

² Сургутский краеведческий музей, Сургут, Россия

³ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

⁴ Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты палеогенетического исследования индивидов из элитарных погребений курганов 3 и 4 могильника Исаковка I в Среднем Прииртышье. Памятник относится к ключевым в археологии саргатской культуры (вторая половина I тыс. до н.э. – III в. н.э.), здесь обнаружены исключительные по богатству сопроводительного инвентаря захоронения. Анализируемая выборка включала одиннадцать образцов (как предполагалось, от разных индивидов). Однако ДНК, выделенная из образцов is9 и is8, секвенированию не подвергалась в силу ее плохой сохранности, а для образцов is10 и is11 на завершающем этапе исследования, связанного с определением родства, показала принадлежность одному индивиду. Таким образом, подробные генетические данные получены по восьми индивидам из одиннадцати отобранных проб. Помимо этого, авторы вводят в научный оборот данные, полученные в результате широкогеномного секвенирования ДНК пяти индивидов. По аутосомным маркерам ядерной ДНК установлено их положение в генетическом пространстве древних и средневековых популяций Северной Евразии. Для всех исследуемых образцов определен биологический пол, что в некоторых случаях было затруднено в ходе палеоантропологического изучения, сказывалась низкая комплектность скелетных останков. Впервые для носителей саргатской культуры у трех мужских индивидов (is4, is5, is10/is11) определена детальная филогенетическая структура с одной молодой ветвью гаплогруппы Y-хромосомы – N1a1a1a2a1c~(Y13851), характерной для Приуральско-Западносибирского генетического кластера. По полным последовательностям митохондриальной ДНК выявлены восточно-евразийская – D4j и западно-евразийские – U4b1a1a1, U4b1a4, H2a2a1, J2b1a2a гаплогруппы. Первая степень родства установлена для двух мужчин, погребенных в разных курганах (мог. 7 кург. 3, is5 и мог. 2 кург. 4, is10/is11), в то же время они связаны третьей степенью родства с индивидом женского пола (мог. 3 кург. 3, is3) – is3 приходится тетей братьям is5 и is10/is11. Это обстоятельство вкупе с ранее высказанными предположениями не исключает родовой принцип формирования курганов саргатской культуры, однако в дальнейшем эти наблюдения требуют подтверждения и детализации на более широком сравнительном фоне. Для некоторых индивидов предсказаны такие фенотипические признаки как пигментация волос, радужной оболочки глаз, кожи.

Ключевые слова: древняя ДНК, Y-хромосома, митохондриальная ДНК, Среднее Прииртышье, саргатская культура

Цитирование. Альборова И.Э., Мустафин Х.Х., Труфанов А.Я., Шарко Ф.С., Шарапова С.В., 2026. Палеогенетические исследования погребенных в курганах 3 и 4 могильника Исаковка I, *Уфимский археологический вестник*, т. 26, № 3, с. 649–677. <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.3.035>

Финансирование. Палеогенетические исследования проведены за счет средств Фонда целевого капитала МФТИ и гос. задания НИЦ «Курчатовский институт». Биоархеологическое изучение населения саргатской культуры выполнено из средств субсидии на финансовое обеспечение гос. задания ИИиА УрО РАН, рег. номер темы 124032100052-6.

Paleogenetic Analysis of the People Buried in Kurgans 3 and 4 in Isakovka I Cemetery

Irina E. Alborova¹, Kharis Kh. Mustafin¹,
Alexander Ya. Trufanov², Fedor S. Sharko³, Svetlana V. Sharapova^{4#}

¹ Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia

² Surgut Local History Museum, Surgut, Russia

³ Kurchatov Institute Research Center, Moscow, Russia

⁴ Institute of History and Archaeology, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

#E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru

Abstract. This article deals with results of paleogenetic investigation of individuals buried in elite burials of kurgans 3 and 4 in cemetery Isakovka I at the middle Irtysh river basin. The cemetery is regarded as a key site in archaeology of Sargat culture (second half of the Ist millennium BC – IIIrd century AD). In terms of grave goods, the site excavation reveals extremely imposing. The analyzed materials consist of 11 items sampled from individuals of different sex and age according to the first (non-genetic) examination. However, the DNA extracted from is8 and is9 samples was not sequenced due to its poor preservation, while is10 and is11 samples during final stage of analyses – kinship determination – appeared to belong to one individual. Thus, the study results in detailed genetic data obtained for eighth individuals of eleven samples. In addition, the authors introduce some new data obtained as a result of whole-genome DNA sequencing of five individuals. Autosomal markers of nuclear DNA are used to establish their position within the gene pool of ancient and medieval populations of Northern Eurasia. Biological sex is determined for all studied individuals, while in few cases the sex determination was difficult in course of desk-top paleoanthropological observation as some skeletal remains demonstrate poor preservation and incompleteness. The authors emphasize that for the first time the research determines a detailed phylogenetic structure with one young branch of the Y-chromosome haplogroup N1a1a1a2a1c~(Y13851) for bearers of the Sargat culture. This structure is featured in the Cis-Urals–West Siberian genetic cluster. That phylogenetic affiliation is done for three male individuals (is4, is5, is10/is11). The complete mitochondrial DNA sequences identifies the East Eurasian haplogroup D4j and the West Eurasian haplogroups U4b1a1a1, U4b1a4, H2a2a1, and J2b1a2a. A first-degree kinship is established for two males buried in different kurgans (kurgan 3 grave 7, is5 and kurgan 4 grave 2, is10/is11); at the same time, they are linked by third-degree kinship to a female individual (kurgan 3 grave 3, is3). Thus, the female is3 is aunt to two brothers is5 and is10/is11. This information together with previously proposed hypothesis does not exclude family ties as a reason to be buried in one kurgan mound among the Sargat culture groups. Meanwhile, these observations require further research and detailed analysis dealing with more representative materials to provide a comprehensive look. In addition, phenotypic traits associated with pigmentation of hairs, eyes and skin are screened for some individuals.

Keywords: aDNA, Y-chromosome, Mitochondrial DNA, middle Irtysh river basin, Sargat culture

Citation. Alborova, I.E., Mustafin, Kh.Kh., Trufanov, A.Ya., Sharko, F.S., Sharapova, S.V., 2026, "Paleogenetic Analysis of the People Buried in Kurgans 3 and 4 in Isakovka I Cemetery", *Ufa Archaeological Herald*, vol. 26, no. 3, pp. 649–677. (In Russ.) <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.3.035>

Funding. Paleogenetic research was sponsored by the Moscow Institute of Physics and Technology Endowment Fund and the state order of Kurchatov Institute National Research Center. The bioarchaeological study of the Sargat population fall under the state order of the Institute of History and Archaeology Urals Branch of RAS (no. 124032100052-6).

Введение

В археологии саргатской культуры вопросы происхождения ее носителей обсуждались одновременно с обобщением материалов раскопок курганов Зауралья и Западной Сибири [Дмитриев, 1928. С. 187–188; Корякова, 1977. С. 204–205; Могильников, 1972. С. 67; Мошкова, Генинг, 1972. С. 108, 118], а также в сравнительном аспекте с древностями раннего железного века сопредель-

ных территорий [Смирнов, 1964. С. 273; Чернецов, 1953. С. 238]. Точка зрения В.Н. Чернецова, допускавшего принадлежность погребенных в саргатских некрополях к кочевым угорским племенам не получила развития, хотя и нашла отражение в свете гипотезы мадьярской прародины [Корякова, 1988. С. 160; Koryakova, 1996]. Сходство облика материальной культуры лесостепного и степного населения, ярче всего проявившееся в

типологически близких предметах сопроводительного инвентаря, а также в подкурганном обряде и погребальных конструкциях позволило говорить об ираноязычности саргатских коллективов, занимавших доминирующее положение и отличных от традиций местных групп (см. напр.: [Корякова, 1988. С. 159–160; 1994. С. 114–115, 152; Матвеева, 1991; Матющенко, 1991; Могильников, 1973; 1992. С. 293, 301; и т.д.]).

Первоначальные гипотезы, выстроенные на данных археологии, постепенно дополнялись результатами палеоантропологического обследования разных серий. Так, А.Н. Багашев отметил, что локальные выборки в расовом отношении близки, межгрупповая изменчивость обусловлена неравнозначностью анализируемого материала; обозначены два наиболее устойчивых направления связей, имевших хронологические различия, – с сакскими популяциями Южного и Юго-Восточного Приаралья, ранними кочевниками Приуралья и Поволжья [Багашев, 2000. С. 126–160, 188]. Д.И. Ражев указал, что расовый облик населения саргатской общности существенно не изменялся на протяжении всего периода ее истории, однако подчеркнул расхождение в датировках некоторых комплексов, анализируемых разными авторами, что, по его мнению, могло привести к несовпадению итоговых данных [Ражев, 2009. С. 171]. Особенностью антропологического состава саргатского населения является преобладание черт западного одонтологического ствола, что связано с проникновением сарматских групп Южного Приуралья в лесостепь Западной Сибири в III в. до н.э. [Слепцова, 2023. С. 17]. Новые данные по Барабинской серии, в которую вошли ранее не привлекавшиеся для изучения выборки, подтвердили вывод А.Н. Багашева о единстве расогенеза и родстве групп [Багашев, 2000. С. 114, 120]; незначительные отличия обусловлены внедрением в западносибирскую лесостепь кочевого населения из сакско-савромато-сарматской среды [Молодин и др., 2025. С. 573; Чикишева, 2024. С. 146].

Палеогенетические данные о населении саргатской культуры представлены преимущественно результатами исследований барабинских материалов, в том числе и в сравнительном аспекте [Молодин и др., 2025. С. 582–600; Пилипенко и др., 2017; 2020]. Анализ палеодНК приобольских и прииртышских групп проводился в единичных случаях [Шарапова и др., 2019; 2020; Gneschi-Ruscione et al., 2021]. В последнее время результаты разнопланового изучения антропологического материала саргатской культуры дополняют работы по анализу соотношения изотопов стронция ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), позволяя реконструировать мобильность и миграции древнего населения. Относительное разнообразие изотопных сигналов в образцах из двух курганов в окрестностях с. Новопокровка в Среднем Прииртышье не только восстанавливает «биографию»

отдельно взятых индивидов, но и существенно дополняет наши представления о векторе связей и погребальном обряде [Шарапова и др., 2023; 2026].

В литературе мотивы захоронений в одном кургане объяснялись семейным или родовым принципом организации кладбищ, в основе этих заключений – археологические наблюдения, позднее подкрепленные данными антропологии [Булдашев и др., 1997. С. 136–137; Корякова, 1988. С. 155–156; Матвеева, 1994. С. 147–149; Стоянов, 1977. С. 157]. В опубликованных результатах палеогенетических исследований случаи прямого родства не описаны [Пилипенко и др., 2017; Шарапова и др., 2020], хотя в отдельных случаях допускаются другие варианты близкого родства [Молодин и др., 2025. С. 596].

Основная цель статьи – введение в научный оборот результатов палеогенетического анализа антропологических материалов из двух курганов могильника Исаковка I в Среднем Прииртышье, интерпретация новых данных в контексте древних и средневековых популяций Северной Евразии. В задачи исследования входили определения по однородительским маркерам ДНК образцов их Y-хромосомных и митохондриальных гаплогрупп, по аутосомным маркерам – положение образцов в генетическом пространстве Северной Евразии, а также выявление формы родства и фенотипических признаков (пигментация волос, радужной оболочки глаз и кожи).

Для более четкого понимания археологического контекста анализируемых материалов ниже предлагается краткая характеристика погребальных объектов.

Данные раскопок

Курганный могильник Исаковка I располагался в Нижнеомском районе Омской области на правом берегу р. Иртыш. В ландшафтном отношении это территория лесостепи Западно-Сибирской равнины. Основная часть курганов могильника Исаковка I была вытянута в цепочку длиной 1,2 км по линии ЮЗ–СВ. При этом четыре больших кургана располагались в юго-западной части группы в последовательности № 1 – 3 – 2 – 4.

Памятник исследовался в 1976 г. Иртышским отрядом Института археологии АН СССР – раскопаны два больших кургана – № 1 и 2 [Могильников, Колесников, Куйбышев, 1977. С. 226] и в 1989–1990 гг. Среднеиртышской археологической экспедицией Омского государственного университета – 11 курганов [Погодин, 1989; 1990]. Все исследованные курганы относятся к саргатской археологической культуре Западной Сибири, датирующейся в пределах второй половины I тыс. до н.э. – III в. н.э. [Шарапова, 2022. С. 95–107]. Отдельные результаты раскопок 1989 г. отражены в печати [Погодин, 1996; 1998а; 1998б; Лившиц, 2002; Ки-

селева и др., 2020; Шарапова и др., 2022]. В 1989 г. наряду с небольшими распаханными насыпями были исследованы два больших кургана – № 3 и 4, расстояние между которыми составляло 120 м. До раскопок они представляли собой хорошо задернованные высокие насыпи. Захороненные в этих курганах люди, несомненно, относились к элите саргатского общества¹.

Курган 3 (рис. 1, 1)

Высота – до 4,6 м, диаметр около 40 м. Под насыпью выявлены четыре ровика с перемычками по линии ЮВ–СЗ и семь разновременных захоронений.

Могила 1. Впускная. Содержала захоронение женщины старше 55 лет² (is1) в непотревоженном состоянии. Сопроводительный инвентарь минимален – сосуд, железный нож, костяные наконечники стрел. Погребение рядовое.

Могила 2³. Располагалась в центре. Ограблена. Содержала останки мужчины 18–22 лет (is2). Инвентарь немногочислен: несколько мелких золотых нашивок, две серебряные обоймы, обломки железных изделий, керамика, крупная синяя стеклянная глазчатая бусина и пр. В сравнении с другими элитарными (в том числе ограбленными) погребениями могильника захоронение выглядит довольно скромно.

Могила 3. Боковая. Ограблена. Содержала останки женщины 18–22 лет (is3). Сохранившийся инвентарь разнообразен и маркирует высокий статус погребенной. Среди находок фрагменты уздечного набора, многочисленные золотые нашивки и пронизки, бусы и подвески из стекла, фрагмент стеклянного сосуда, остатки лаковых изделий, глиняный сосуд и пр.

Могила 4. Боковая. Не ограблена. Содержала захоронение ребенка младенческого возраста. Инвентарь составили железные удила и ножик, глиняный сосуд, золотая пластинка, стеклянные подвески, остатки лакового пояса. Судя по последнему маркеру, ребенок принадлежал к саргатской элите.

Могила 6. Боковая. Не ограблена. На глубине 5 м располагалось богатейшее захоронение мужчины 20–25 лет (is4). Инвентарь составили глиняная, бронзовая, серебряная и лаковая посуда, меч и кинжал в лаковых ножнах, комплект защитного и наступательного вооружения, уздечный набор, золотые украшения с зооморфным декором, детали костюма (в том числе пара золотых поясных пластин) и т.д. Принадлежность умершего к саргатской элите бесспорна. По богатству и разнообразию погребального инвентаря захоронение в пределах саргатского ареала сравнимо только

с могилой 2 кургана 1 Сидоровского могильника в Прииртышье [Матющенко, Татаурова, 1997. С. 8–13].

Могила 7. Захоронение совершено в заполнении третьего рва. Скелетные останки мужчины зрелого возраста (is5) зафиксированы в позе «брошенного» с неестественно подогнутыми руками. Находка на уровне костяка двух фрагментов грубой поселенческой саргатской керамики не соответствует саргатской погребальной традиции и, вероятнее всего, относится к заполнению рва.

Могила 8. В северо-восточном секторе в заполнении третьего рва были найдены разрозненные кости черепа взрослой женщины (is6). Находок нет.

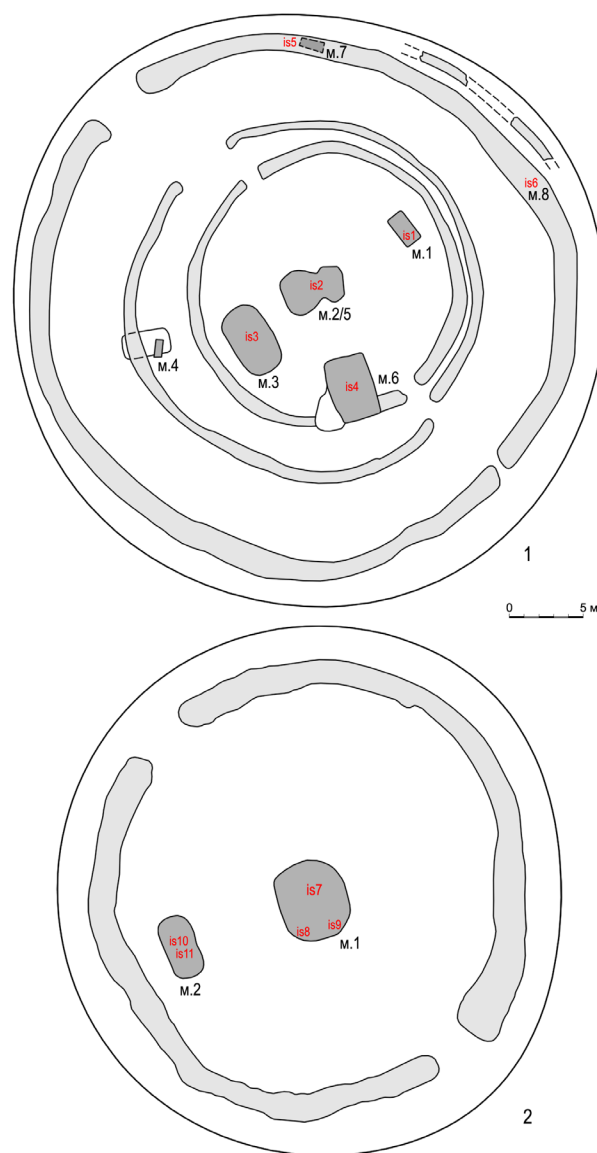


Рис. 1. Могильник Исаковка I. Планы курганов.
1 – курган 3; 2 – курган 4

Fig. 1. Isakovka I cemetery. Plans of the kurgans.
1 – kurgan 3; 2 – kurgan – 4

¹ Материалы курганов 3 и 4 Исаковского I могильника готовятся к публикации. Приводимая характеристика курганов, погребений и находок в них минимизирована в соответствии с целями и задачами настоящей работы.

² Возраст погребенных в описании указан по определениям О.Е. Пошехоновой, пол – по результатам генетических исследований (см. табл. 1).

³ В центральной части кургана 3 были выявлены две ямы, учтенные как могилы 2 и 5. В ходе работ выяснилось, что одна из них представляет собой отдельный грабительский прокоп и перед нами остатки одного погребения. Поэтому в описании могила 5 отсутствует.

Курган 4 (рис. 1, 2)

Высота – до 3,3 м, диаметр около 34 м. На уровне материка выявлен ров с перемычками по линии ЮВ–СЗ и две могильные ямы.

Могила 1. Центральная. Частично ограблена. Содержала останки трех человек. На дне могилы глубиной 3 м сохранилась часть погребения женщины 20–25 лет, чей череп был найден в верхних слоях в грабительском прокопе (is7). В ногах погребенной стояла бронзовая посуда (котел, сосуд типа ХУ, чайник), каменное блюдо, остатки ковра, украшенного золотом, бусы, глиняный кувшин с ручкой, типичный саргатский сосуд и др. Здесь же в ногах за пределами камеры находился скелет женщины 20–25 лет⁴ (is9) в разрозненном состоянии. В южной (неразрушенной!) части ямы на глубине 2 м находились останки женщины пожилого возраста (is8), представленные фрагментами черепа. Высокий статус погребенной (is7) очевиден, остальных – не вполне ясен.

Могила 2. Боковая. Ограблена. Содержала останки мужчины 30–40 лет (is10, is11). Погребальный инвентарь составили остатки лакового кожаного ремня, скрепленного железными заклепками, детали поясной гарнитуры, набор вооружения (накладки на лук, остатки колчанного набора, черен кинжала), остатки лакового сосуда, золотая облицовка бляшки и пр. На тазовых костях сохранились обширные участки, окисленные бронзой; это свидетельствует о том, что на поясе погребенного находилась пара бронзовых поясных пластин. Статус погребенного несомненно высокий, вместе с тем, судя по деталям амуниции (железные заклепки и бронзовые бляхи – вместо золотых), несколько ниже, чем у воина (военачальника?), захороненного в могиле 6 кургана 3.

Материалы и методы

Для палеогенетических исследований были отобраны одиннадцать образцов. Десять из них представлены каменной частью височных костей черепов и зубами (is1–is9, is11), один образец (is10) предоставлен двумя фалангами.

Исследования проводились в специализированной лаборатории исторической генетики МФТИ. Описание разработанной в лаборатории инновационной системы экспериментальных стендов, обеспечивающих особо чистые условия, необходимые для палеогенетических исследований, и примененные технологии подробно изложены в ряде работ [Matsvay et al., 2019; Veselovskaya et al., 2024].

Указанные подходы были использованы в ряде проектов, в которых исследованы представительные группы образцов, относящиеся к разным археологическим культурам и эпохам [Мустафин, Альборова, Стасюк, 2021; Килуновская и др., 2022; Мустафин и др., 2022; Энговатова и др., 2023].

Выделение ДНК и оценка ее количественных и качественных характеристик

Все работы по пробоподготовке образцов костной и зубной ткани, включая комплексную очистку, измельчение до порошкообразного состояния и выделение ДНК осуществлялось в системе изолированных перчаточных боксов в среде особо чистого азота.

ДНК выделялась из костного порошка в соответствии с протоколом [Dabney et al., 2013]. В одном боксе выделялась ДНК только из образца одного индивида при наличии отрицательного контрольного образца (для контроля контаминации).

Количественный анализ и качественная оценка общей человеческой, а для мужских образцов дополнительно Y-хромосомной ДНК, проводились с использованием Quantifiler™ Trio DNA Quantification Kit (TFS). Данный набор позволяет определять содержание в образцах аутосомной ДНК различных размеров (фрагменты длиной 80 пар оснований и 214 пар оснований), а также содержание фрагментов Y-хромосомы. Ввиду исключительной чувствительности этого анализа удается надежно идентифицировать пол исследуемого индивида. Указанный набор используется системой ПЦР в реальном времени Applied Biosystems 7500.

Результаты полученных концентраций длинных и коротких фрагментов аутосомной ДНК приведены в таблице 1. Там же представлены концентрации Y-хромосомных фрагментов для мужских индивидов (для женских индивидов концентрация их равна нулю).

Результаты определений позволили в одних случаях подтвердить пол индивидов, определенный антропологами (is3, is8, is10, is11), в других – устранить разнобой и сомнения в антропологических определениях, сделанных в разное время разными исследователями (is2, is4, is6, is7). Для двух индивидов антропологическое определение не совпало с генетическим (is1, is5). У образца is9 ввиду высокой деградации ДНК ее концентрация оказалась ниже порога чувствительности измерительного прибора.

Секвенирование ДНК и биоинформационный анализ

Таргетное секвенирование осуществлялось с помощью специально изготовленной под заказ компанией Roche панели зондов для захвата и обогащения конкретных участков генома с использованием метода гибридизации. Данная панель включает около 1000 зондов, охватывающих полную митохондриальную ДНК, около 700 зондов для Y-хромосомы, 41 зонд для аутосомных маркеров, ассоциированных с фенотипическими признаками, такими, как оттенки роговицы глаз, волос

⁴ В данном случае пол (как и возраст) определен О.Е. Пошехоновой.

и кожи. Секвенирование проводилось на платформе Illumina MiSeq в режиме 300 циклов (Reagent Kit v2 300-cycles).

Для двух женских образцов is1, is3 и четырех мужских – is2, is5, is10, is11 проводились также захват и обогащение ДНК с помощью широкогеномного набора (2,1 М) зондов для гибридизации «MyBaits Expert Human Affinities Kit» версии 1 (Arbor Biosences). Набор включает четыре отдельных модуля: Prime 1240K, Ancestral 850K – участки, выявленные с использованием архаичных Номо в качестве внешней группы, Y-хромосома 46K – участки для исследования происхождения по отцовской линии, MitoTrio – зонды, распределенные по митогеномам современных людей по Кембриджской эталонной последовательности (rCRS), реконструированной эталонной последовательности сапиенса (RSRS) и последовательность неандертальца из Виндии. Секвенирование проводилось на платформе Nextseq (Illumina). Подготовка образцов и запуск библиотек осуществлялись согласно протоколам Illumina (Reagent Kit v2 100-cycles).

Контроль качества полученных библиотек производился на приборе Agilent Bioanalyzer 2100 с помощью набора реагентов High Sensitivity Kit (Agilent Technologies) по протоколу производителя.

Первичная обработка данных NGS (Next-generation sequencing, секвенирования нового поколения), включая определение оснований и демуплексирование, была выполнена с использованием программного обеспечения MiSeq Control / RTA (Illumina). Сырые прочтения для каждого образца были предварительно обработаны с использованием программы PRINSEQ-lite [Schmieder, Edwards, 2011] для исключения последовательностей низкого качества (среднее качество прочтения Q score <30) и коротких фрагментов (длина чтения <25 нуклеотидов). Полученные последовательности были картированы на полный геном человека (GRCh38.p7, PRJNA31257) и последовательность mt-DNA человека (rCRS, NC_012920.1) одновременно с использованием Burrows-Wheeler Aligner (BWA-mem, v_0.7.13) [Schmieder, Edwards, 2011]. Пакет SAMtools v_1.3.13 и Picard toolkit v_2.18.17 использовались для операций с файлами sam/bam. Поиск вариантов нуклеотидной последовательности осуществлялся с помощью Genome Analysis Toolkit (GATK version 4.0.11.0) [McKenna et al., 2010]. При этом были отфильтрованы варианты, которые не соответствовали качеству картирования >30. Указанные параметры были вычислены программой Genome Analysis Toolkit (GATK version: 4.0.11.0). Программа VEP [McLaren et al., 2016] с использованием кэша 94_GRCh38 была применена для первичной аннотации вариантов.

Из полученных vcf-файлов с помощью программ YLeaf [Ralf et al., 2018] и yHaplo [Poznik, 2016] определялись Y-хромосомные гаплогруппы (с проверкой вручную и при необходимости с корректировкой).

Анализ полной митохондриальной ДНК и поиск ее вероятной гаплогруппы проводились в онлайн-программе HAPLOGREP3 [Schönherr et al., 2023].

Для анализа родства в группе из могильника Исаковка I были задействованы три независимых алгоритма. Два из них – READv2 [Alaçamlı et al., 2024] и KIN [Popli, Peyrégne, Peter, 2023] – выполняют попарное сравнение, но используют разные подходы: READv2 основан на идентичности аллелей по состоянию (IBS – Identity By State) и предназначен для низкопокрытых данных, тогда как KIN, хотя также работает с псевдогаплоидными данными, применяет скрытую марковскую модель и ориентируется на идентичность по происхождению (Identity by Descent – IBD), что позволяет различать близкие степени родства. Третий алгоритм – ancIBD [Ringbauer et al., 2024] – также детектирует IBD-сегменты, но требует импутированных генотипов и лучше подходит для более отдаленного родства. Такой комплексный подход позволил выявить структуру ближайших родственных связей внутри выборки.

Фенотипические признаки исследованных индивидов, такие как оттенки роговицы глаз, волос и кожи, предсказаны программой HirisPlex-S [Walsh et al., 2014; 2017; Chaitanya et al., 2018].

Результаты и обсуждение

Подтверждение подлинности древней ДНК

Для образца is8 библиотека оказалась низкого качества, поэтому было принято решение ее не секвенировать.

В ходе анализа родства было установлено, что образцы is10 и is11 принадлежат одному индивиду из могилы 2 кургана 4, поэтому в дальнейшем они обозначены как is10/is11⁵. В некоторых случаях данные по ним объединены, в других (напр., в таблице 2) представлены отдельно, чтобы показать, как различный материал, взятый для исследования, напрямую влияет на количество выделенной ДНК и, как следствие, на возможность получения более обширных сведений. В конкретном случае образец is11 происходит из височной кости черепа, а is10 – из фаланги кисти. В целом подтверждается, что именно височная кость является наиболее богатым источником ДНК. Однако наблюдаемые различия в объеме полученных данных не позволяют сделать однозначных выводов о преимуществе того или иного типа палеоантропологического материала, поскольку сохранность ДНК определяется комплексом факторов, включая индивидуальную степень деградации и условия захоронения.

⁵ Вывод о том, что образцы is10 и is11 принадлежат одному индивиду, позволил устранить недоразумение, связанное с левым этикетажом находок. Предпринятое после этого сравнение антропологических останков, хранящихся в ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, и анализ полевых фотографий подтвердили, что оба образца принадлежат мужчине из могилы 2 кургана 4.

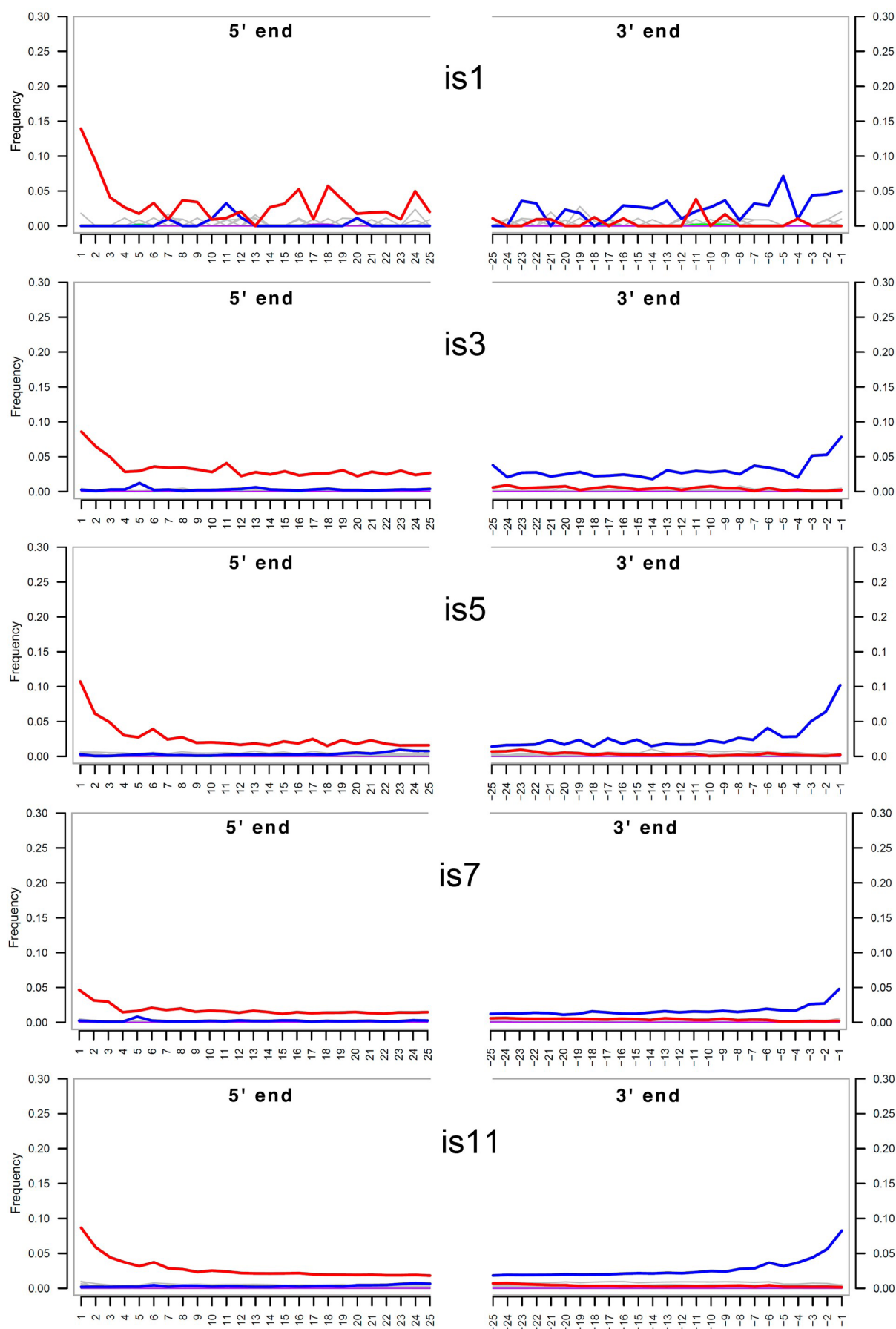


Рис. 2. Дезаминирование концов фрагментов ДНК образцов из могильника Исаковка I
Fig. 2. Deamination of the ends of DNA fragments of Isakovka I samples

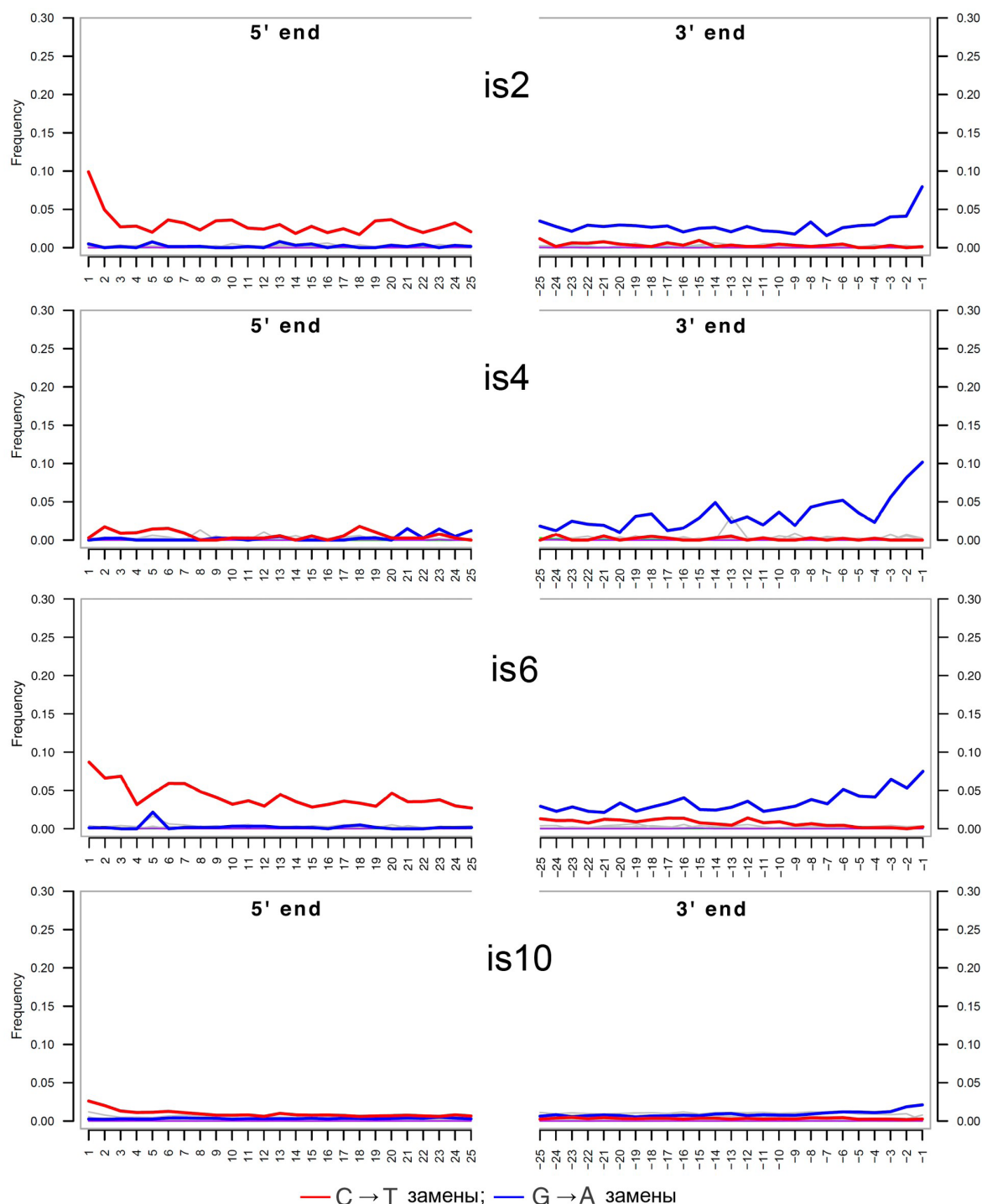


Рис. 2 (продолжение). Дезаминирование концов фрагментов ДНК образцов из могильника Исаковка I
 Fig. 2 (continued). Deamination of the ends of DNA fragments of Isakovka I samples

Для каждого результата секвенирования древней ДНК проанализированы относительные частоты нуклеотидных С/Т и G/A замен, рассчитанные как отношение указанных замен к количеству других возможных однонуклеотидных замен в конкретном положении от концов фрагмента ДНК. На рис. 2 приведены паттерны увеличения частот С/Т и G/A замен на 5'- и 3'-концах ДНК.

Определение гаплогрупп Y-хромосомы

Для трех мужских индивидов в результате секвенирования были получены однонуклеотидные полиморфизмы (ОНП), определяющие принадлежность к гаплогруппе N (табл. 2). В пределах филогенетического древа этой гаплогруппы у всех исследованных мужских индивидов идентифицирован ряд Y-хромосомных линий – от наиболее древней N (TMRCA (Time to the Latest Common Ancestor – возраст ближайшего общего

предка) – около 22000 лет назад) до наиболее молодой N1a1a1a1a2a1c~(Y13851) (TMRCA – около 4100 лет назад), что обеспечивает надежность и достаточную точность полученных результатов. Примечательно, что в анализируемой исаковской выборке выявлена одна и та же гаплогруппа N1a1a1a1a2a1c~(Y13851). Это может свидетельствовать об их происхождении от единого предка по отцовской линии и указывать на патрилинейную систему родства в данном коллективе.

Среди опубликованных ранее данных по саргатской культуре, Y-хромосомная линия N также является доминирующей, хотя в некоторых выборках зафиксированы образцы с гаплогруппами R1a и Q1b. В публикации результатов изучения материалов раннего железного века степного пояса, включая среднеиртышские курганы Горной Битии и Богдановки и зауральские Шмаковские курганы [Gnecchi-Ruscone et al., 2021], гаплогруппа N встречается более чем у трети мужчин, однако в форме корневой гаплогруппы NO (TMRCA – около 37000 лет назад) и N1a1a1a1a2(N-Z1936) (TMRCA – около 4500 лет назад). В других исследованиях саргатских серий гаплогруппа N1a1a1a1a2(N-Z1936) определена посредством прогностических методов для трех индивидов из кургана 1 могильника Венгерово 6 и для двух из кургана 8 могильника Погорелка 2 в Барабинской лесостепи [Пилипенко и др., 2017], а также для одного индивида из кургана 6 Гаевского 1 могильника в Зауралье [Шарапова и др., 2020]. Таким образом, в настоящей работе впервые для носителей саргатской культуры получена более детально разрешенная ветвь Y-хромосомы – N1a1a1a1a2a1c~(Y13851) (TMRCA – около 4100 лет назад).

У двух индивидов из раннесредневековых погребений могильников Уелги 1 и Уелги 15 (для которых допускается протомадьярская атрибуция) в Южном Зауралье выявлена Y-гаплогруппа, идентичная таковой у трех индивидов саргатской культуры из могильника Исаковка I, – N1a1a1a1a2a1c~(Y13851) [Csáky et al., 2020a; 2020b]. Родительский вариант N1a1-M46 представлен на всех памятниках, связанных с протомадьярами. Так, определено, что около 40% известных в них Y-хромосомных линий относятся к гаплогруппе N, тогда как среди современных венгров она встречается редко (1–2%) – в отличие от других народов уральской языковой семьи.

Носители линии гаплогруппы N1a1a1a1a2a~(Z1936>Z1934) обнаружены у средневекового населения Водской земли Великого Новгорода и городища Унорож вблизи Костромы, где проживали финно-угорские племена чудь и меря, соответственно [Мустафин, Альборова, Стасюк, 2021; Васильев и др., 2024]. Гаплогруппа N1a1a1a1a2a~(L1026>Z1936>Z1934) широко распространена среди современных финно-угорских уральских популяций [Pumäe et al., 2016].

Определение гаплогрупп митохондриальной ДНК

Митохондриальные гаплогруппы, выявленные у исследованных индивидов из могильника Исаковка I, состоят из западно-евразийских – U4b1a1a1, H2a2a1, J2b1a2a и восточно-евразийской – D4j. Результаты секвенирования митохондриальной ДНК образцов представлены в таблице 3.

Митохондриальная гаплогруппа U4b1a1a1 обнаружена у трех образцов – is5, is10 и is11. Полностью совпадающий у них митотип указывает на вероятность близкого родства по материнской линии. Указанная гаплогруппа определена у представителя неволинской археологической культуры (II фаза, конец V в. н.э.) из могильника Бартым в Приуралье [Csáky et al., 2020b].

Митохондриальная гаплогруппа D4j, помимо индивида is3 из Исаковки I, ранее определена у двух мужчин в могильнике саргатской культуры Горная Бития [Gnecchi-Ruscone et al., 2021], у двух носителей культур скифо-сибирского круга (Бай-Даг 6, объект 1 и Эки-Оттуг 1, 12-1-2, долины р. Эрбек, Тува) [Килуновская и др., 2022] и у погребенного в раннемадьярском могильнике IX в. на оз. Уелги [Csáky et al., 2020a; 2020b].

Митохондриальная гаплогруппа U4b1a4 индивида is7 ранее выявлена у образцов, один из которых относился к сарматам [Damgaard et al., 2018], другой – к пазырыкской культуре [Unterländer et al., 2017]. Субварианты указанной гаплогруппы представлены для двух индивидов саргатской культуры [Gnecchi-Ruscone et al., 2021]. Кроме того, субварианты U4 найдены у мезолитического населения Южного Оленьего острова. Субклад U4 в наше время достигает максимальных частот в Уральском регионе (по обе стороны хребта – как в Приуралье, так и в Западной Сибири) [Балановский, 2015. С. 277–278].

Гаплогруппа J2b1a2a образца is2 также была обнаружена у индивидов из саргатской (могильник Коконовка) и пазырыкской (могильник Берель) культур [Gnecchi-Ruscone et al., 2021]. Два образца из Пепкинского могильника абашевской культуры [Энговатова и др., 2023] имели эту же гаплогруппу.

Митохондриальная гаплогруппа H2a2a1 образцов is1 и is6 широко распространена в Евразии и, прежде всего, в европейской части материка. С указанной гаплогруппой к исследуемому археологическому памятнику по времени близки обнаруженный образец скифской эпохи [Damgaard et al., 2018] и один – раннего средневековья в Австрии [Tobias et al., 2020].

Выявленная у индивида is4 митохондриальная гаплогруппа R1a* обнаружена в образце из ранневенгерского погребения X в. [Maróti et al., 2021]. Ее корневая гаплогруппа, возникшая приблизительно 55000 лет назад, распространилась в

северо-восточной Африке, через Иранское нагорье в Центральной Азии до Алтая, а также на север в Анатолию и Кавказ и далее в Восточную Европу.

Анализ главных компонент PCA

Анализ главных компонент (PCA) по данным аутосомных маркеров для пяти индивидов из могильника Исаковка I выполнен вместе с ранее опубликованными данными, объединяющими более 4,5 тыс. современных и 1868 средневековых образцов Северной Евразии из репозитория

ADADR 1240K-NO v62.0. Кроме того, в анализ также включены неопубликованные данные по средневековью, полученные впервые лабораторией исторической генетики МФТИ (рис. 3). Все пять образцов из Исаковки I объединились в генетическом пространстве Евразии и примкнули к исследованным ранее выборкам носителей саргатской и гороховской культур, отдельным представителям пазырыкской культуры, восточным скифам и протомадьярским группам Приуралья.

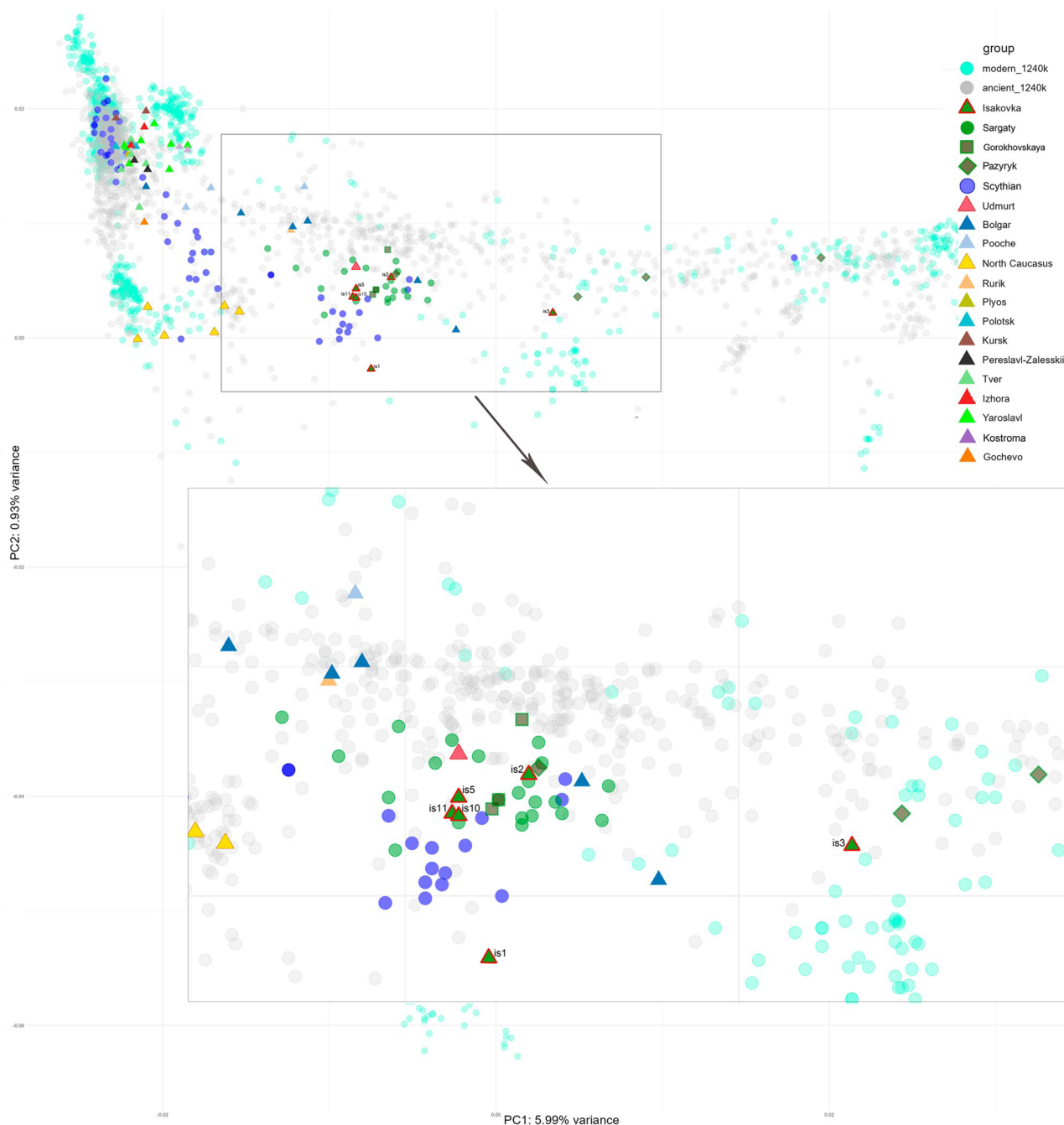


Рис. 3. Анализ главных компонент (PCA). Представлены проекции 1868 евразийских средневековых образцов (отмечены серым), 53 средневековых образца, исследованных авторами (цветные), на две первые главные компоненты (PC1 и PC2). Отмечены образцы из Исаковки I – is1, is2, is3, is5, is10, is11

Fig. 3. Principal component analysis (PCA). Projections of 1,868 Eurasian medieval samples (marked in gray) and 53 medieval samples analyzed by the authors (colored) onto the first two principal components (PC1 and PC2). Highlighted samples from Isakovka I – is1, is2, is3, is5, is10, is11

Кроме того в генетическом пространстве PCA к группе образцов is5, is10/is11 непосредственно примыкает и исследованный ранее образец поломской археологической культуры начала VI – середины VII в. из Удмуртии [Veselovskaya et al., 2024] и образцы из Болгара XII – начала XIII в.

Таким образом, результаты варибельности аутосомных маркеров методом двух главных компонент демонстрируют на PCA, что геномы индивидов из Исаковки I – is1, is2, is3, is5, is10/is11 – занимают широкий генетический ландшафт – от Волго-Уральского региона до южных евразийских степей.

Анализ родства у исследованных индивидов

Поскольку замечено, что погребенные в Исаковке I генетически однородны и по однородительским (Y-хромосома, митохондриальная ДНК) и по аутосомным маркерам, было решено оценить форму родства между ними. Генетический анализ родства выполнен с использованием трех независимых программ: KIN [Popli et al., 2023], READv2 [Alaçamlı et al., 2024] и ancIBD [Ringbauer et al., 2024], что позволило выявить структуру ближайших родственных связей в выборке. При проведении анализа родства тремя разными методами образец is1 был исключен из-за малого количества однонуклеотидных полиморфизмов (выявленное количество целевых ОНП=8187, при рекомендуемых ~ 300000 ОНП). Результаты анализа родства индивидов, которым принадлежат образцы is2, is3, is5, is10/is11, полученные с помощью подхода, реализованного в программе KIN, представлены в выходной таблице 4, реализованного в программе READv2 – в соответствующей таблице 5, а реализованного в программе ancIBD – в таблице 6, дополненной визуализацией результатов на рис. 4.

В таблице 4 для пары индивидов, представляющих собой диплоидные организмы, в любой точке генома возможны три состояния идентичности по происхождению (IBD): отсутствие общих аллелей, наличие одной или наличие двух общих аллелей. Распределение долей этих состояний (параметры k_0 , k_1 , k_2 , для которых $k_0+k_1+k_2=1$) позволяет определить степень и характер родства между ними. IBD Length и IBD Number – соответственно длина и количество сегментов ДНК, идентичных по происхождению. Параметр Log Likelihood ratio является отношением логарифмов коэффициентов правдоподобия между двумя наиболее правдоподобными моделями, определяющими степени родства основной модели (Relatedness) и следующего по качеству предсказания (Second Guess). Согласно рекомендациям авторов программы KIN, значения выше 1,0 считаются надежными.

В табл. 5 при сравнении ДНК пары индивидов (первый столбец) степень родства (второй столбец) определяется по результату анализа параметра P0 – парной частоты несоответствий псевдогаплоид-

ных входных геномных вызовов. В столбцах P0_mean, Nonnormalized_P0 и Nonnormalized_P0_serr приведены соответственно нормализованная доля совпадающих аллелей между двумя псевдогаплоидными геномами, ее ненормализованное значение и стандартная ошибка ненормализованного показателя. Нормализованное значение P0_mean служит основой для расчета коэффициента родства. Столбец OverlapNSNPs показывает общее количество однонуклеотидных полиморфизмов (ОНП), перекрывающихся у обоих индивидов пары, что отражает объем доступных для анализа генетических данных.

Основной количественный показатель – коэффициент родства (KinshipCoefficient), вычисляемый как $1-P0_mean$. Он принимает следующие теоретические значения: 0 – для неродственных пар; 0,0625 – для третьей степени родства; 0,25 – для первой степени; 0,5 – для идентичных близнецов или одного индивида. Для каждой пары также приведен 95% доверительный интервал коэффициента P0_mean (KinshipCoefficient_95percCI), позволяющий оценить статистическую надежность результата – чем уже интервал, тем выше уверенность в определении степени родства. Для пар, классифицированных как первая степень родства, в столбце 1st_Type указывается уточнение – Siblings (брат–сестра) или Parent-Child (родитель–потомок).

В таблице 6 для пар образцов iid1 и iid2 дана max_IBD – максимальная длина IBD (сегментов ДНК, идентичных по происхождению). Затем для них приводятся четыре пары значений суммы sum_IBD и количества n_IBD, при которых превышаются пороги IBD 8, 12, 16 и 20. Для надежного определения степени родства в данных древней ДНК рекомендуется использовать IBD-сегменты длиной более 12 cM, так как более короткие сегменты обогащены ложноположительными вызовами. Чем длиннее IBD-сегменты и чем их больше, тем ближе родство между индивидами. Родственники первой степени (родитель–потомок, сиблинги) обычно имеют несколько очень длинных сегментов (десятки cM) и высокую суммарную длину IBD. Родственники второй–третьей степени (дяди–племянники, двоюродные, троюродные) характеризуются умеренным количеством сегментов средней длины (12–20 cM). Неродственные индивиды либо не имеют сегментов длиннее 12 cM, либо имеют единичные короткие сегменты, которые могут быть артефактами.

На рис.4 приведены диаграммы определения степени родства исследованных образцов для IBD > 12.

Индивид is2 не демонстрирует значимых признаков родства с другими исследованными образцами в исаковской выборке. В противоположность ему образцы is10 и is11 демонстрируют исключительно высокий уровень генетического сход-

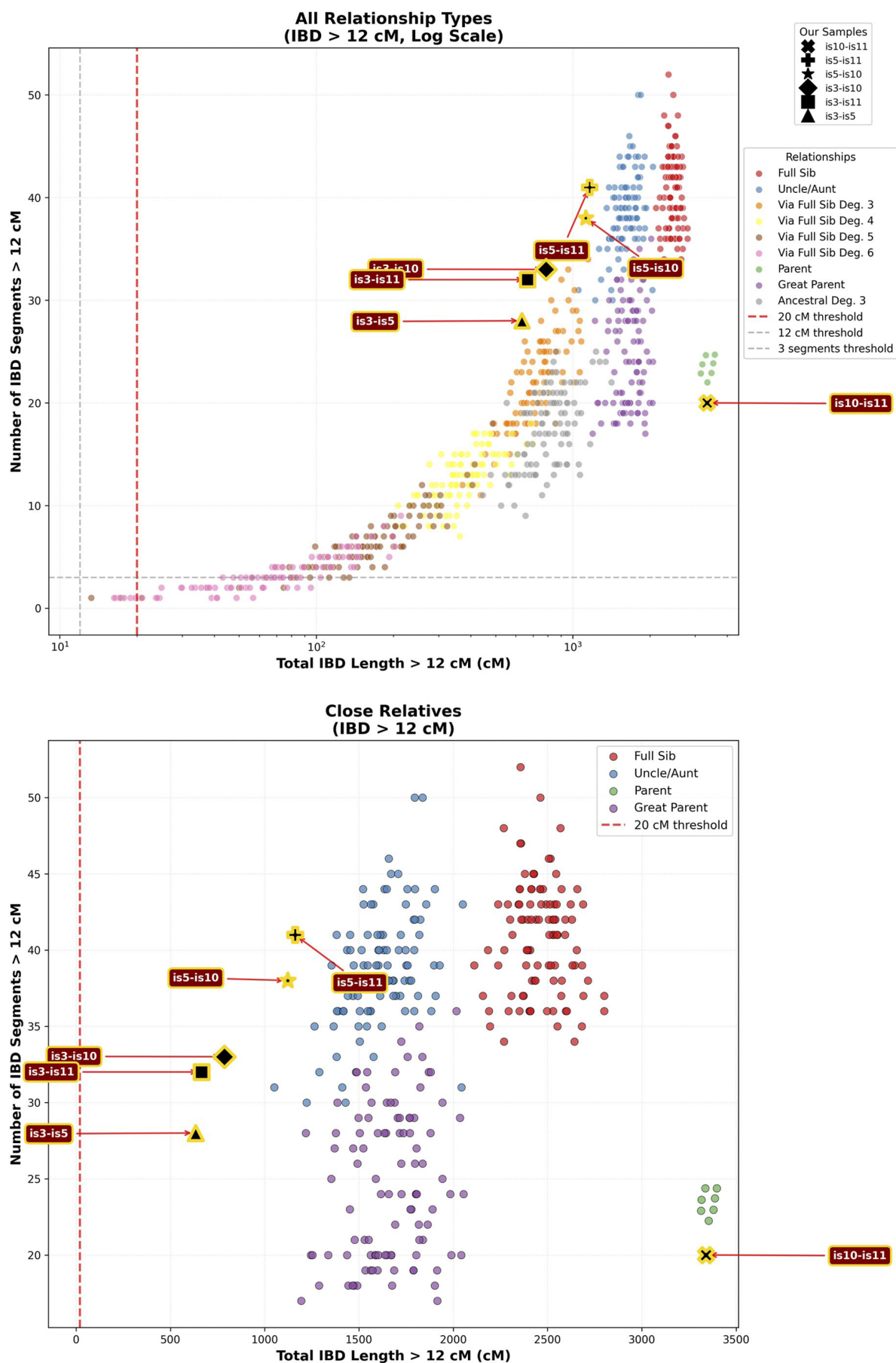


Рис. 4. Результаты определения родства индивидов, образцы которых исследовались программой ancIBD
Fig. 4. Genetic kinship determination of the individuals studied by ancIBD

ства. Суммарная длина фрагментов IBD (Identity-by-Descent) между ними составляет 3340 cM (см. табл. 4–6 и рис. 4), что близко к ожидаемому значению для родственников первой степени (около 3400 cM). Однако ключевым аномальным признаком является наличие одного блока IBD длиной 284 cM – величина, неприемлемая для братьев/сестер, поскольку рекомбинация в мейозе делает невозможным сохранение таких длинных неразорванных сегментов. Учитывая, что все три программы (KIN, READv2, ancIBD) однозначно указывают на наиболее тесное родство первой степени, а также учитывая фрагментированность скелетов в археологическом памятнике, мы приходим к выводу, что is10 и is11 представляют собой дубликаты одного и того же индивида. Как уже было отмечено выше, последующая проверка подтвердила, что оба образца принадлежат мужчине из могилы 2 кургана 4.

Между индивидами is5 и is10/is11 обнаружено родство первой степени (сумма IBD: ~3200–3300 cM). Это указывает на то, что is5 и is10/is11 были полнородными братьями. Между is3 и is5, а также is3 и is10/is11 все три программы (KIN, READv2, ancIBD) согласованно определяют родство третьей степени, что соответствует генетическим связям тетя-племянник. Таким образом, is3 приходится тетей как для is5, так и для is10/is11.

Определение фенотипических признаков

Для трех индивидов с образцами is3, is5, is7 с помощью online инструментария HIrisPlex-S удалось определить фенотипические признаки. Значения вероятностей проявления этих признаков приведены в таблице 7.

В результате для них с высокой вероятностью определены карий цвет радужной оболочки глаз и промежуточный тип пигментации кожи. Образец is3 принадлежал темноволосой женщине (брюнетке); образцы is5 и is7 имели рыжую пигментацию волос, однако с различными оттенками – темный оттенок рыжих волос (is5) и светлый оттенок (is7).

Заключение

Подводя итог предпринятому исследованию, необходимо отметить следующее. Анализируемая выборка включает погребенных в двух курганах могильника, поэтому полученные результаты, прежде всего, связаны с отдельной группой и в меньшей степени – с саргатской популяцией в целом. Несмотря на это, представленная пестрая генетическая картина обладает несомненной ценностью как в контексте всей культуры и ее Прииртышского локального варианта, так и раннекочевнических древностей Евразии. До настоящего времени предположения о неоднородном составе лесостепного социума выдвигались на археологическом материале, позволяя говорить о наличии локальных вариантов и существовании надэтнической элиты [Полосьмак, 1987; Корякова, 1988; Могильников, 1992; Матвеева, 1993; 1994].

Выявленные по полным последовательностям митохондриальной ДНК варианты восточно-евразийской (D4j) и западно-евразийской (U4b1a1a1, U4b1a4, H2a2a1, J2b1a2a) гаплогрупп демонстрируют генетическое разнообразие материнских линий в группе. Генетическим влиянием скифо-сибирской культурной общности является наличие в саргатском генофонде варианта D4j. Вместе с тем имеет место и уральский генетический пласт, представленный гаплогруппой U4b1. Для трех мужских индивидов (is2, is5, is10/is11) впервые для представителей саргатской культуры определена детальная филогенетическая структура с одной молодой ветвью гаплогруппы Y-хромосомы – N1a1a1a1a2a1c~(Y13851). Обнаруженные генетические линии Y-хромосомы географически ассоциируются с уральскими популяциями. Распределение в плотном кластере пяти индивидов (is1, is2, is3, is5, is10/is11) по результатам широкогеномного секвенирования демонстрирует высокую генетическую однородность между собой. Их близость с другими выборками саргатской и гороховской культур, ранними кочевниками Тувы, а также средневековым населением Болгара, Предуралья и протомадьярами Зауралья может указывать на длительное генетическое взаимодействие в регионе и устойчивые связи между степными, уральскими и сибирскими популяциями на протяжении нескольких тысячелетий.

В данном контексте новое освещение получает проблема соотношения лесостепных сообществ Зауралья и Западной Сибири раннего железного века. Сходство гороховской и саргатской культур, фиксируемое в вещевом комплексе, элементах домостроительства и погребальном обряде (напр.: [Корякова, 1994. С. 149; Могильников, 1992. С. 286; Полосьмак, 1987. С. 101; и т.д.]), получает дополнения в свете данных палеогенетики. Допускаем, что угорский компонент части носителей гороховской культуры (который акцентировала Н.П. Матвеева [Матвеева, 2016. С. 30]) оставил генетический след у анализируемых индивидов из исаковских курганов. В этой связи примечательны предварительные результаты анализа соотношения изотопов стронция в останках людей из разных курганов Среднего Прииртышья [Шарапова и др., 2023. С. 77–78; 2026. С. 77]. Наблюдаемые вариации изотопных подписей образуют разные группы, для которых допускается различная геологическая обстановка, следовательно, и происхождение людей из разной местности как в пределах западного и восточного ареалов культуры, так и вне саргатской ойкумены.

Полученные по результатам предпринятого исследования молекулярно-генетические данные возвращают к вопросам обсуждения формы родства индивидов из погребений в саргатских курганах. В анализируемой выборке могилы обнаруженных генетических родственников – двух братьев (is5 и

is10/is11) – происходят из разных курганов (№3 и 4 соответственно). Захоронения располагались на периферии площадки, оба относятся к впускным, а наблюдаемые различия – безынвентарное во рву (мог. 7 кург. 3, is5) и с остатками предметов импорта в инвентаре (мог. 2 кург. 4, is10/is11) – в литературе довольно часто получают неоднозначные интерпретации [Корякова, 1988. С. 157–158; Матвеева, 2000. С. 257–265]. В частности, погребенных во рву курганов относили к зависимым, неравноправным людям, представителям самой низкой ступени социальной иерархии [Матвеева, 1993. С. 146–147; 2000. С. 170]. Поза «брошенного», неестественно подогнутые руки, отсутствие мелких костей [Погодин, 1989] – такое положение скелетных останков в археотанатологии связывают с фактами вторичных погребений или обнаружения во вторичном контексте [Duday, 2009. Р. 14]; в некоторых случаях допускается обряд жертвоприношения [Мыльникова и др., 2024]. Не противоречит предположению о вторичном контексте индивида из могилы 7 (is5) и ориентировка головой на ЮВВ, что отличается от традиции носителей саргатской культуры размещать погребенных головой в северный сектор. Возможность прямого родства двух рассматриваемых здесь мужчин свидетельствует в пользу археологической синхронности этих захоронений, различия в инвентаре и планиграфии объектов могут объясняться обстоятельствами смерти или иными причинами, которые не нашли отражения в археологическом источнике.

Генетические исследования подтвердили высказанное ранее утверждение, что мотивы, лежавшие в основе погребальной практики саргатского населения, включая и захоронение под одним курганом, носили более сложный и разносторонний характер [Шарапова и др., 2020. С. 374; Шарапова, 2022. С. 170]. В то же время предсказана третья степень родства женщины (is3) из периферийной могилы 3 в кургане 3 по отношению к мужчинам (являющихся родными братьями (is5 и is10/is11) и погребенных в курганах 3 и 4 соответственно), поэтому интерпретация саргатских курганов как семейных кладбищ [Корякова, 1994. С. 167; Матвеева, 2000. С. 253] не лишена оснований. Однако принять ее безоговорочно не позволяет разновременность основных и впускных погребений для большинства саргатских курганов [Шарапова,

2025. С. 366–367, 369], а также то обстоятельство, что в анализируемой выборке не для всех индивидов определены родственные связи. В известной мере новые данные сопоставимы с результатами, имеющимися для Барабы [Пилипенко и др., 2017. С. 141; Молодин и др., 2025. С. 596–597], а также с полученными на более репрезентативных материалах среднедонских скифов. В частности, авторы публикации отмечают, что захоронения родственников первого поколения совершались не только в противоположных частях некрополя, но даже в соседних могильниках. В единичных случаях погребения родственников, для которых археологический материал допускает принадлежность к элитарной верхушке, располагались в соседних курганах [Andreeva et al., 2025].

Как известно, саргатская курганная выборка демонстрирует количественное преобладание мужских погребений над женскими в соотношении 1,75:1 [Ражев, 2009. С. 50]. Результаты определения пола методами палеогенетики выглядят несколько неожиданными – количество останков, для которых установлен женский пол, незначительно, но превышает мужские. С одной стороны, сохранность антропологического материала не всегда соответствует критериям отбора и не гарантирует успех в дальнейшем (например, высокая деградация ДНК у образца is9), что, в конечном счете, отразилось на количестве разнополых индивидов из двух курганов. С другой стороны, новые материалы обнаруживают необходимость сопоставления половозрастных характеристик и погребального обряда саргатского социума в динамике – в соответствии с хронологическими этапами культуры, но во избежание поспешных выводов любые рассуждения на этот счет возможны только после анализа значительных по объему серий.

Фенотипические признаки, связанные с цветом волос, глаз и кожи и благодаря которым генетический портрет некоторых индивидов получился многомерным, для саргатского населения выявлены впервые. В комплексе с другими археологическими и палеогенетическими данными эта информация позволяет выявить специфику погребенных в курганах людей, однако многие аспекты исследования еще предстоит осуществить в дальнейшем.

Таблица 1. Результаты промера концентрации ДНК с указанием половой принадлежности образцов
Table 1. Results of DNA concentration measurements indicating sex of the analyzed samples

ID	№ фонда ТюмНЦ	Курган, могила	Пол, возраст антропол.		Пол генетич.	Концентрация локусов ДНК, нг/мкл		
			Багашев А.Н., 1996г.	Пошехонова О.Е., 2026г.		Large	Small	Y
is1	21-1	Кург. 3, мог. 1	♂, ~60	♂?, 55+	Ж	0,0009	0,0060	0,0000
is2	21-2	Кург. 3, мог. 2	♂, 20–25	♀?, 18–22	М	0,0007	0,0082	0,0020
is3	21-3	Кург. 3, мог. 3	♀, 35–40	♀?, 18–22	Ж	0,0009	0,0060	0,0000
is4	21-4	Кург. 3, мог. 6	♂?, 30–35	?, 20–25	М	0,0007	0,0085	0,0001
is5	21-5	Кург. 3, мог. 7	♀, 40–45	♀?, maturus	М	0,00045	0,0065	0,0067

Таблица 1 (продолжение). Результаты промера концентрации ДНК с указанием половой принадлежности образцов
 Table 1 (continued). Results of DNA concentration measurements indicating sex of the analyzed samples

ID	№ фонда ТюмНЦ	Курган, могила	Пол, возраст антропол.		Пол генетич.	Концентрация локусов ДНК, нг/мкл		
			Багашев А.Н., 1996 г.	Пошехонова О.Е., 2026 г.		Large	Small	Y
is6	21-6	Кург. 3, СВ сект., ров (мог. 8)	♀, 20–25	♀?, adultus – maturus	Ж	0,0008	0,009	0,0000
is7	21-9	Кург. 4, мог. 1, инд. А	♂, ≈25	♀?, 20–25	Ж	0,0006	0,0082	0,0000
is8	21-10	Кург. 4, мог. 1, инд. Б	♀, 30–35	♀, senilis	Ж	0,0001	0,0090	0,0000
is9	21-8, 21-11	Кург. 4, мог. 1, инд. В	♀, 25–30	♀, 20–25	–	ниже порога чувствительности прибора		
is10	21-12	Кург. 4, мог. 2	♂, взрослый	♂, 30–40	М	0,0002	0,0060	0,0020
is11	21-30	Кург. 4, мог. 2	♂, 30–35	♂, 30–40	М	0,0084	0,0120	0,0063

Таблица 2. Полиморфизмы Y-хромосом
 Table 2. Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is2	N	CTS45; M2130	2818381	A→T	54.3345	5
	N	CTS1200; M2141; Z4838	7396946	C→G	90.4151	4
	N	F1052; M2144	7854274	G→T	90.4151	4
	N	F3691; M2148; V1495	8023484	A→T	56.4147	3
	N	M2151; S11174; V1731; Z4852	8359855	G→C	139.416	6
	N	M2159; S11864; V2504; Z4861	8858070	G→A	30.4183	2
	N	F3693; M2160; V2508	8862434	A→T	30.4183	2
	N	F3694; M2161	8903709	G→A	90.4151	4
	N	CTS1653	11885416	C→T	68.4148	4
	N	CTS2699	12313645	C→T	140.416	6
	N	F1815; M2177; V2528	12535219	G→A	30.4183	2
	N	CTS3449; F3701; M2181; V2700	12823751	T→C	205.417	10
	N	CTS3982; M2184	13197494	C→T	71.4148	4
	N	CTS4082; M2185	13270341	A→C	30.4183	2
	N	M232; M2188; V2948	13325272	C→T	30.4183	2
	N	M231; Page91	13357844	G→A	225.417	12
	N	F2080; M2199; S17957	14086845	G→A	121.415	6
	N	F2088; M2200	14091502	A→G	119.415	6
	N	CTS5912; M2204	14437997	G→A	225.417	13
	N	F2344^; M2211^	14847602	T→A	8.13869	2
	N	CTS6605; M2214	14891881	G→A	80.4149	4
	N	CTS7551; F3708; L667; M2226	15421375	G→A	30.4183	2
	N	F2571; M2230; S20099	15599044	C→T	30.4183	2
	N	F2636; L734; M2237	15808606	G→A	225.417	10
	N	CTS8687; M2241	16038686	A→G	213.417	10
	N	CTS8893	16157795	C→T	30.4183	2
	N	F2919; M2250; V3683	16892300	A→T	190.416	8
	N	F2968	17070828	C→T	172.416	8
	N	F2981; M2252; S21927; V3903	17095901	G→T	154.416	7
	N	F2999; M2253; S22032; V3957	17157426	C→T	30.4183	2
	N	F3123; M2262; S22586	18954431	C→A	80.4149	4
	N	F3227; M2100; S23418	19504296	A→C	114.415	6

Таблица 2 (продолжение). Полиморфизмы Y-хромосом

Table 2 (continued). Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is2	N	F3308; M2277; S24122	20041670	C→G	90.4151	4
	N	CTS11117; M2284; Z5028	20800914	A→G	30.4183	2
	N	F3422; M2294	21096274	A→T	140.416	6
	N~	F1257; M2156; S11566; V2137	8628154	C→A	139.416	6
	N~	F1529	9546351	T→C	79.4149	4
	N~	F1582; S12443	9809044	G→A	30.4183	2
	N~	FGC10745	10158043	A→G	30.4183	2
	N~	S12897	10169444	C→T	225.417	12
	N~	Y3052; Z19843	10236068	T→C	20.4535	2
	N~	Z4891	11490787	G→A	225.417	30
	N~	F6765; FGC10732; Y3536	11684780	C→T	140.416	6
	N~	Z4894	11708674	G→A	123.415	11
	N~	CTS2345; M2170	12149006	A→G	80.4149	4
	N~	CTS3132; M2178	12565917	C→A	30.4183	2
	N~	CTS3279; M2180	12681498	C→T	30.4183	2
	N~	CTS4463; M2193; V3083	13546416	C→G	80.4149	4
	N~	CTS5613; M2201	14283414	A→C	30.4183	2
	N~	CTS7622; M2227	15455516	C→T	22.4391	2
	N~	CTS8773; M2244	16076110	A→T	30.4183	2
	N~	CTS9381; F3715; V3563	16754116	T→A	182.416	10
	N~	CTS10117; M2254	17158018	T→A	30.4183	2
	N~	CTS10118	17159520	A→G	225.417	12
	N~	CTS10263; M2256	17243595	G→A	30.4183	2
	N~	Z4930	18884233	A→G	30.4183	2
	N~	M2266; Z4946	19399819	G→A	30.4183	2
	N~	M2274; Z4967	20006636	G→A	157.416	8
	N~	CTS11220; M2285	20856975	G→C	68.4148	4
	N~	CTS11513; M2293	20984022	A→C	30.4183	2
	N~	CTS11852; M2295	21154075	C→T	30.4183	2
	N~	F3518	21579255	A→T	30.4183	2
	N~	F3606	22211806	G→C	80.4149	4
	N~	M2300	22245744	A→T	225.417	10
	N~	F3641; M2302	22305040	A→G	30.4183	2
	N~	CTS12990	26630732	T→G	225.417	11
	N1	M2136^; Z4835^	6792102	T→G	225.417	15
	N1	F963; M2142	7547179	G→C	30.4183	2
	N1	M2153; V1805; Z4855	8444238	T→A	121.415	6
	N1	F1840; M2179; S16415; V2603	12680489	T→C	80.4149	4
	N1	F2156; M2202	14291032	A→G	121.415	6
	N1	F2231^; M2208^; S19598^	14533322	C→T	90.4151	4
	N1	F2552; M2228	15553969	C→G	30.4183	2
	N1	F2598; M2234	15691141	A→G	190.416	8
	N1	F3002; M2255; V3963	17162402	G→T	225.417	10
	N1	CTS10333; M2257	17293157	T→G	30.4183	2
	N1	CTS11448; M2289	20953767	G→A	90.4151	4
	N1	CTS11546	20997044	C→T	80.4149	4

Таблица 2 (продолжение). Полиморфизмы Y-хромосом
Table 2 (continued). Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is2	N1	CTS11547	20997227	T→C	30.4183	2
	N1	F3485^; M2298^	21433131	C→G	80.4149	4
	N1~	F1941; M2186; S17097; V2928	13297394	T→G	225.417	10
	N1a	F2130; M2042	14218118	G→A	161.416	7
	N1a	F3094	18665572	T→A	139.416	6
	N1a	F3312	20050849	A→G	140.416	6
	N1a	F3361; M2113; S24798	20697861	T→C	23.434	2
	N1a	CTS11190; M2114	20837996	A→T	30.4183	2
	N1a1	L549; M2033; Z1953	12524155	G→A	225.417	18
	N1a1	M46; Page70; Tat	12810648	T→C	140.416	6
	N1a1	L395; M2080	16936845	G→A	71.4148	4
	N1a1a1~	F1419; M2017	8936373	C→A	30.4183	2
	N1a1a1~	CTS8315; M2070	15819526	A→G	121.415	6
	N1a1a1~	M2098; Z1972	19390562	G→C	90.4151	4
	N1a1a1a	L708; Z1951	7761471	C→A	30.4183	2
	N1a1a1a1	M2007; Z1952	7967187	C→T	171.416	8
	N1a1a1a1	CTS1678; M2024	11894604	C→T	30.4183	2
	N1a1a1a1	CTS9239; M2078	16657743	T→C	139.416	6
	N1a1a1a1	P298	19459678	C→T	139.416	6
	N1a1a1a1a	M1996; Z1949	6762617	C→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a	F3823^; M1978^; S9317^	6813233	A→G	90.4151	4
	N1a1a1a1a	CTS439; M1998	6883736	G→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	M2014	8646305	T→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	M2018; Z4863	9007821	T→C	225.417	12
	N1a1a1a1a	Z4864	9039402	G→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	M2021; Z4873	9967576	G→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	Z4892	11521209	G→A	140.416	6
	N1a1a1a1a	Z4893	11522596	A→T	228.41	19
	N1a1a1a1a	Z4895	11723889	G→T	140.416	6
	N1a1a1a1a	Z4897	11746465	T→A	114.415	6
	N1a1a1a1a	CTS3542; M2035; Z1957	12888223	G→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS4260	13413870	G→A	90.4151	4
	N1a1a1a1a	CTS5290^	14075068	T→C	225.417	19
	N1a1a1a1a	CTS5631; M2043; Z1959	14290471	C→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a	F4218; M2051; Z1961	14827936	A→G	225.417	12
	N1a1a1a1a	CTS6967	15104561	G→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS7772; M2064	15542212	A→C	225.417	14
	N1a1a1a1a	F2584; M2065; S20163	15650013	T→C	139.416	6
	N1a1a1a1a	CTS8346; M2071; Z1966	15837700	C→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS8751; M2072	16068049	G→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS8983; M2076; Z1967	16483564	G→T	90.4151	4
	N1a1a1a1a	CTS10064; M2082; Z1968	17124819	T→C	114.415	6
	N1a1a1a1a	F2996; M2083	17148938	G→T	225.417	14
	N1a1a1a1a	CTS10570; F3080; M2089; Z1969	17438348	C→A	79.4149	4
	N1a1a1a1a	M2090; Z4932	18987848	A→T	80.4149	4
	N1a1a1a1a	FGC13364; Y3138	19227354	A→G	30.4183	2

Таблица 2 (продолжение). Полиморфизмы Y-хромосом
 Table 2 (continued). Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is2	N1a1a1a1a	M2095; Z1970	19233064	G→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	M2097; Z1971	19371519	G→T	44.4146	3
	N1a1a1a1a	M2101; S23604; Z4956	19660995	A→G	30.4183	2
	N1a1a1a1a	F3354; M2109; S24635	20581815	C→A	131.416	6
	N1a1a1a1a	CTS10773; M2111; Z1976	20606740	T→C	71.4148	4
	N1a1a1a1a	CTS11808	21126326	A→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS11941; M2121	21214679	A→C	225.417	15
	N1a1a1a1a	Z1979	21323250	T→C	140.416	6
	N1a1a1a1a	F3573; M2124	21818360	G→A	20.4535	2
	N1a1a1a1a	CTS12907; M2129; Z1980	26601072	A→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a2	Z1936	19301440	C→T	225.417	12
	N1a1a1a1a2a1c~	Y13852	16060174	G→T	225.417	18
	N1a1a1a1a2a1c~	Y13851	16469563	A→T	30.4183	2
is5	N~	Z4891	11490787	G→A	225.417	10
	N1~	F1941; M2186; S17097; V2928	13297394	T→G	190.416	8
	N1a	CTS10318; M2086	17280923	C→T	30.4183	2
	N1a1	L395; M2080	16936845	G→A	30.4183	2
	N1a1a1~	CTS8315; M2070	15819526	A→G	139.416	6
	N1a1a1a	L708; Z1951	7761471	C→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	Z4893	11522596	A→T	77.4149	4
	N1a1a1a1a	Z4897	11746465	T→A	90.4151	4
	N1a1a1a1a	CTS4286	13433857	T→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	F4218; M2051; Z1961	14827936	A→G	71.4148	4
	N1a1a1a1a	CTS7772; M2064	15542212	A→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS10064; M2082; Z1968	17124819	T→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a	F2996; M2083	17148938	G→T	76.4149	4
	N1a1a1a1a	FGC13364; Y3138	19227354	A→G	30.4183	2
	N1a1a1a1a	M2097; Z1971	19371519	G→T	90.4151	4
	N1a1a1a1a	Z4950	19619615	T→A	30.4183	2
	N1a1a1a1a	CTS11941; M2121	21214679	A→C	30.4183	2
	N1a1a1a1a2	Z1936	19301440	C→T	79.4149	4
	N1a1a1a1a2a1c~	Y13851	16469563	A→T	30.4183	2
is10*	N	CTS5912; M2204	14437997	G→A	225.417	34
	N	CTS6605; M2214	14891881	G→A	173.416	10
	N	CTS7230; M2221	15255497	C→T	225.417	17
	N	CTS8687; M2241	16038686	A→G	225.417	15
	N	F2919; M2250; V3683	16892300	A→T	213.417	10
	N	F2968	17070828	C→T	225.417	14
	N	F2981; M2252; S21927; V3903	17095901	G→T	225.417	12
	N	F3108; M2260	18891257	T→A	225.417	14
	N	F3308; M2277; S24122	20041670	C→G	225.417	13
	N~	S12897	10169444	C→T	225.417	22
	N~	Y3052; Z19843	10236068	T→C	225.417	23
	N~	Z4882	11044928	G→T	228.403	14
	N~	Z4891	11490787	G→A	225.417	54
	N~	F6765; FGC10732; Y3536	11684780	C→T	225.417	18

Таблица 2 (продолжение). Полиморфизмы Y-хромосом

Table 2 (continued). Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is10*	N~	Z4894	11708674	G→A	225.417	32
	N~	CTS9381; F3715; V3563	16754116	T→A	225.417	31
	N~	CTS10118	17159520	A→G	183.42	12
	N1	M2136^; Z4835^	6792102	T→G	225.417	26
	N1	F3002; M2255; V3963	17162402	G→T	225.417	16
	N1	CTS10333; M2257	17293157	T→G	206.417	10
	N1~	F1941; M2186; S17097; V2928	13297394	T→G	225.417	18
	N1a	F2130; M2042	14218118	G→A	225.417	18
	N1a	F3312	20050849	A→G	225.417	21
	N1a1	L549; M2033; Z1953	12524155	G→A	225.417	22
	N1a1	M46; Page70; Tat	12810648	T→C	225.417	26
	N1a1a1~	M2098; Z1972	19390562	G→C	225.417	10
	N1a1a1a	L708; Z1951	7761471	C→A	225.417	11
	N1a1a1a1a	CTS439; M1998	6883736	G→C	225.417	15
	N1a1a1a1a	Z4892	11521209	G→A	93.8637	13
	N1a1a1a1a	Z4893	11522596	A→T	156.988	29
	N1a1a1a1a	Z4895	11723889	G→T	224.268	24
	N1a1a1a1a	Z4897	11746465	T→A	225.417	42
	N1a1a1a1a	CTS5290^	14075068	T→C	225.417	16
	N1a1a1a1a	CTS7772; M2064	15542212	A→C	208.417	10
	N1a1a1a1a	F2584; M2065; S20163	15650013	T→C	225.417	12
	N1a1a1a1a	F2667	15885262	G→A	199.416	10
	N1a1a1a1a	CTS10064; M2082; Z1968	17124819	T→C	225.417	10
	N1a1a1a1a	M2097; Z1971	19371519	G→T	225.417	17
	N1a1a1a1a	F3354; M2109; S24635	20581815	C→A	225.417	29
	N1a1a1a1a	CTS11941; M2121	21214679	A→C	225.417	25
	N1a1a1a1a2	Z1936	19301440	C→T	225.421	18
	N1a1a1a1a2alc~	Y13851	16469563	A→T	30.4183	2
is11	N	CTS3449; F3701; M2181; V2700	12823751	T→C	225.417	32
	N1~	F1941; M2186; S17097; V2928	13297394	T→G	225.417	47
	N1a	F2130; M2042	14218118	G→A	225.417	46
	N1a1	L549; M2033; Z1953	12524155	G→A	225.417	55
	N1a1	M46; Page70; Tat	12810648	T→C	225.417	32
	N1a1a1~	CTS8315; M2070	15819526	A→G	225.417	24
	N1a1a1a1	P298	19459678	C→T	225.417	24
	N1a1a1a1a	CTS439; M1998	6883736	G→C	225.417	23
	N1a1a1a1a	M2018; Z4863	9007821	T→C	225.417	35
	N1a1a1a1a	Z4892	11521209	G→A	228.415	24
	N1a1a1a1a	Z4893	11522596	A→T	186.126	51
	N1a1a1a1a	Z4895	11723889	G→T	211.263	37
	N1a1a1a1a	Z4897	11746465	T→A	228.421	51
	N1a1a1a1a	CTS5290^	14075068	T→C	225.417	28
	N1a1a1a1a	F2996; M2083	17148938	G→T	225.417	29
	N1a1a1a1a	CTS10272; M2085	17249822	T→C	214.232	18
	N1a1a1a1a	F3354; M2109; S24635	20581815	C→A	225.417	47

Таблица 2 (продолжение). Полиморфизмы Y-хромосом
Table 2 (continued). Y-chromosome polymorphisms

ID образца	Y-гаплогруппа	Названия ОНП	Позиция ОНП	Полиморфизмы	Качество ОНП	Глубина покрытия ОНП (x)
is11	N1a1a1a1a	CTS11941; M2121	21214679	A→C	225.417	44
	N1a1a1a1a	CTS12907; M2129; Z1980	26601072	A→T	225.417	24
	N1a1a1a1a2	Z1936	19301440	C→T	225.417	29
	N1a1a1a1a2~	CTS1223	7412629	C→T	30.4183	2
	N1a1a1a1a2a1c~	Y13851	16469563	A→T	119.415	5

*Результаты по образцам is10 и is11 даны раздельно как результат исследования; принадлежат одному индивиду.

Таблица 3. Результаты секвенирования митохондриальной ДНК
Table 3. Results of mitochondrial DNA sequencing

ID образцов	Курган, могила	Гаплогруппа	Полиморфизмы полной митохондриальной ДНК
is1	Кург. 3, мог. 1	H2a2a1	–
is2	Кург. 3, мог. 2	J2b1a2a	73G 150T 152C 263G 295T 489C 750G 1438G 2706G 4769G 5633T 6216C 6893T 8860G 10172A 10398G 11251G 11719A 12612G 13708A 14766T 15257A 15326G 15452A 15812A 16069T 16126C 16193T 16278T
is3	Кург. 3, мог. 3	D4j+(16286)	73G 263G 489C 750G 1438G 2706G 3010A 4883T 5178A 7028T 8414T 8701G 8860G 9540C 10398G 10400T 10873C 11696A 11719A 12705T 14668T 14766T 15043A 15301A 15326G 16223T 16286T 16362C
is4	Кург. 3, мог. 6	R1a*	73G 263G 295A 750G 1391C 2706G 3360G 4917G 5823G 6671C 8388C 10825G 11719A 13948T 14766T 15326G! 15497A 15721C 16278T 16311C
is5	Кург. 3, мог. 7	U4b1a1a1	73G 195C 263G 499A 750G 1438G 1811G 2083C 2706G 3672G 4646C 4769G 5999C 6047G 7028T 7705C 8642G 8860G 11332T 11339C 11467G 11719A 12297C 12308G 12372A 14620T 14766T 15326G 15693C 15789T 16356C 16362C
is6	Кург. 3, СВ сект., ровик (мог. 8)	H2a2a1	–
is7	Кург. 4, мог. 1, инд. А	U4b1a4	73G 195C 263G 499A 750G 1438G 1811G 2706G 3672G 5999C 6047G 7028T 7853A 11332T 11339C 11467G 11719A 11965T 12308G 12372A 12957C 14620T 14766T 15326G 15693C 16356C
is10/is11*	Кург. 4, мог. 2	U4b1a1a1	73G 195C 263G 499A 750G 1438G 1811G 2083C 2706G 3672G 4646C 4769G 5999C 6047G 7028T 7705C 8642G 8860G 11332T 11339C 11467G 11719A 12297C 12308G 12372A 14620T 14766T 15326G 15693C 15789T 16356C 16362C

*Образцы is10 и is11 объединены как принадлежащие одному индивиду.

Таблица 4. Результаты предсказания родства по программе KIN
Table 4. Results of genetic kinship predicted by KIN

Pair Individuals	Relatedness	Second Guess	Log Likelihood Ratio	k0	k1	k2	IBD Length	IBD Number
is10. is11*	Parent-Child	Identical	22,707	0	1	0	290	1
is10. is3	Unrelated	Third Degree	13,889	1	0	0	0	1
is11. is3	Unrelated	Unrelated	15,658	1	0	0	0	1
is10. is5	Third Degree	Third Degree	2,696	0,747	0,253	0	59	9
is11. is5	Third Degree	Unrelated	2,938	0,743	0,257	0	57	9
is3. is5	Unrelated	Third Degree	9,68	1	0	0	0	1

*Здесь и далее (таблицы 5 и 6) образцы is10 и is11 даны раздельно как результат исследования.

Таблица 5. Результаты прогнозирования родства по программе READv2

Table 5. Results of genetic kinship predicted by READv2

Pair Individuals	Relatedness	P0_mean	Nonnormalized_P0	Nonnormalized_P0_serr	1st_Type	OverlapNSNPs	Kinship Coefficient	KinshipCoefficient 95percCI[min,max]
is10. is11	IdenticalTwins/SameIndividual	0,50	0,13	0,0042	N/A	653792	0,50	0,47-0,53
is2. is10	Unrelated	1,01	0,26	0,0029	N/A	444717	-0,01	0,99-1,0369
is2. is11	Unrelated	1,02	0,26	0,0023	N/A	493653	-0,02	0,9975-1,03
is2. is3	Unrelated	1,04	0,26	0,0026	N/A	199114	-0,04	1,02-1,06
is2. is5	Unrelated	1,02	0,26	0,0041	N/A	171770	-0,02	0,99-1,05
is3. is10	Third Degree	0,91	0,23	0,0056	N/A	241590	0,09	0,86-0,95
is3. is11	Third Degree	0,91	0,23	0,0053	N/A	264664	0,09	0,87-0,95
is3. is5	Third Degree	0,91	0,23	0,0056	N/A	101253	0,09	0,87-0,96
is5. is10	First Degree	0,78	0,20	0,0085	Siblings	203024	0,22	0,72-0,85
is5. is11	First Degree	0,78	0,20	0,0081	Siblings	219553	0,22	0,72-0,85

Таблица 6. Результаты расчетов сегментов ДНК, идентичных по происхождению (IBD) для пар образцов iid1 и iid2 программой ancIBD

Table 6. Results of identical-by-descent (IBD) DNA segments for pairs of iid1 and iid2 samples estimated by ancIBD

iid1	iid2	max IBD	sum IBD>8	n IBD>8	sum IBD>12	n IBD>12	sum IBD>16	n IBD>16	sum IBD>20	n IBD>20
is10	is11	284	3340	20	3340	20	3340	20	3340	20
is5	is11	80	1355	61	1161	41	1049	33	993	30
is5	is10	80	1349	61	1123	38	1027	31	991	29
is3	is10	72	1034	58	787	33	631	22	561	18
is3	is11	47	957	61	666	32	457	17	372	12
is3	is5	57	790	44	634	28	493	18	422	14
is2	is5	16	26	2	16	1	0	0	0	0

Таблица 7. Вероятности проявления фенотипических признаков индивидов по HirisPlex-S

Table 7. Probability of Phenotypic traits of the individuals screened by HirisPlex-S

Номер образца	Цвет волос				Оттенок цвета волос		Оттенок радужной оболочки глаз			Оттенок цвета кожи				
	белый	каштановый	рыжий	черный	светлый	темный	голубой	промежуточный	карий	очень бледный	бледный	промежуточный	темный	от темного до черного
is3	0,10	0,50	0,00	0,40	0,27	0,73	0,00	0,02	0,98	0,00	0,10	0,65	0,24	0,01
is5	0,00	0,00	1,00	0,00	0,19	0,81	0,00	0,02	0,98	0,00	0,00	0,87	0,09	0,04
is7	0,00	0,00	1,00	0,00	0,95	0,05	0,00	0,02	0,98	0,09	0,34	0,56	0,01	0,00

ИСТОЧНИКИ

Погодин Л.И., 1989. *Отчет об археологических исследованиях в Нижнеомском и Горьковском районах Омской области в 1989 г.* (Научный архив ИА РАН. Р-1. № 13932, 13933, 13934, 13935)

Погодин Л.И., 1990. *Отчет об археологических исследованиях в Горьковском и Нововаршавском районах Омской области в 1990 г.* (Научный архив ИА РАН. Р-1. № 14928, 14928а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Багашев А.Н., 2000. *Палеоантропология Западной Сибири: лесостепь в эпоху раннего железа*. Новосибирск: Наука, 374 с.

Балановский О.П., 2015. *Генофонд Европы*. М.: КМК, 354 с.

Булдашев В.А., Ковригин А.А., Корякова Л.Н., Косинцев П.А., Курто П., Махонина Г.И., Ражев Д.И., Потро Ж.-П., Шарапова С.В., 1997. *Культура зауральских скотоводов на рубеже эр: Гаевский могильник саргатской общности: антропологическое исследование*. Екатеринбург: Екатеринбург, 180 с.

Васильев С.В., Рассказова А.В., Просикова Е.А., Веселовская Е.В., Рашковская Ю.В., Харламова Н.В., Боруцкая С.Б., Алехина О.И., Фризен С.Ю., Емельянчик О.А., Мустафин Х.Х., Альборова И.Э., 2024. *Население древней Руси (Альбом в лицах)*. М.: АМА-Пресс, 180 с. <https://doi.org/10.33876/978-5-6046680-6-1/2024-11/1-180>

Дмитриев П.А., 1928. Мысовские стоянки и курганы, *В.А.Городцову к 40-летнему юбилею научной деятельности*. М.: РАНИОН, с. 180–203. (Труды Секции археологии РАНИОН. Т. 4)

Килуновская М.Е., Альборова И.Э., Бусова В.С., Браун С., Лазаревская Н.А., Мустафин Х.Х., Семенов В.А., Смирнов Н.Ю., Учанева Е.Н., Хаврин С.В., 2022. Комплексное изучение памятников конца 2 – начала 1 тыс. до н.э. в долине р. Ээрбек (Центральная Тува), *Сибирские исторические исследования*, № 4, с. 267–307. <https://doi.org/10.17223/2312461X/38/14>

Киселева Д.В., Данилов Д.А., Домрачева Д.В., Труфанов А.Я., Хорькова А.Н., Шарапова С.В., 2020. Хромотографическое изучение растительной смеси из элитного погребения саргатской культуры в Среднем Прииртышье, *Российские нанотехнологии*, т. 15, № 5, с. 657–663. <https://doi.org/10.1134/S1992722320050052>

Корякова Л.Н., 1977. Ансамбль некрополя саргатской культуры (статистическая характеристика), *Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири*. Свердловск: УрГУ, с. 134–151.

Корякова Л.Н., 1988. *Ранний железный век Зауралья и Западной Сибири (саргатская культура)*. Свердловск: УрГУ, 240 с.

Корякова Л.Н., 1994. Урало-Иртышская лесостепь, *Очерки культурогенеза народов Западной Сибири. Т. 2: Мир реальный и потусторонний*. Томск: ТГУ, с. 113–169.

Лившиц В.А., 2002. Три серебряные чаши из Исаковского могильника № 1, *Вестник древней истории*, № 2, с. 43–56.

Матвеева Н.П., 1991. О погребальном обряде саргатских могильников Приишимья, *Проблемы изучения саргатской культуры*. Омск: ОмГУ, с. 16–20.

Матвеева Н.П., 1993. *Саргатская культура на Среднем Тоболе*. Новосибирск: Наука, 175 с.

Матвеева Н.П., 1994. *Ранний железный век Приишимья*. Новосибирск: Наука, 152 с.

Матвеева Н.П., 2000. *Социально-экономические структуры населения Западной Сибири в раннем железном веке (лесостепная и подтаежная зоны)*. Новосибирск: Наука, 399 с.

Матвеева Н.П., 2016. Саргатская и гороховская культуры: исторические судьбы. Ранний железный век западносибирской лесостепи по археологическим данным, *Conference: 3. Nemzetközi Korai Magyar Történelmi és Régészeti Konferencia. Budapest, 2016. Június 6–10*. Budapest: Pauker Nyomdaipari Kft, pp. 15–34. https://doi.org/10.55722/Arpad.Kiad.2018.6_02

Матюшенко В.И., 1991. Об отношении саргатского населения к так называемому скифо-сибирскому культурно-историческому единству, *Проблемы изучения саргатской культуры*. Омск: ОмГУ, с. 14–16.

Матюшенко В.И., Татаурова Л.В., 1997. *Могильник Сидорова в Омском Прииртышье*. Новосибирск: Наука, 198 с.

Могильников В.А., 1972. К вопросу о саргатской культуре, *Проблемы археологии и древней истории угров*. М.: Наука, с. 66–86.

Могильников В.А., 1973. К этнокультурной характеристике Западной Сибири в эпоху раннего железа, *Из истории Сибири*. Вып. 7. Томск: ТГУ, с. 175–189.

Могильников В.А., 1992. Лесостепь Зауралья и Западной Сибири, *Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время*. М.: Наука, с. 274–311, табл. 121–128. (Археология СССР)

Могильников В.А., Колесников А.Д., Куйбышев А.В., 1977. Работы в Прииртышье, *Археологические открытия 1976 г.* М.: Наука, с. 225–226.

Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Дураков И.А., Мыльников В.П., Ефремова Н.С., Ненахов Д.А., Пилипенко А.С., Чижишева Т.А., 2025. *Элитные курганы раннего железного века (Обь-Иртышская лесостепь, Новосибирская область)*. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 686 с.

Мошкова М.Г., Генинг В.Ф., 1972. Абатские курганы и их место среди лесостепных культур Зауралья и Западной Сибири, *Памятники Южного Приуралья и Западной Сибири сарматского времени*. М.: АН СССР, с. 87–118. (МИА. № 153)

Мустафин Х.Х., Альборова И.Э., Стасюк И.В., 2021. Средневековый генофонд Водской земли Великого Новгорода, *Stratum plus*, № 5, с. 397–410. <https://doi.org/10.55086/sp215397410>

Мустафин Х.Х., Энговатова А.В., Альборова И.Э., Тарасова А.А., 2022. Палеогенетическая экспертиза останков из двух наиболее крупных массовых захоронений 1238 г. в Ярославском детинце, *Поволжская археология*, № 2 (40), с. 215–230. <https://doi.org/10.24852/pa2022.2.40.215.230>

Мыльникова Л.Н., Молодин В.И., Пархомчук Е.В., Меньшанов П.Н., Ненахов Д.А., Бабина К.А., Ершова О.В., 2024. Жертвенный комплекс раннего железного века на могильнике Тартас-2 в Барабинской лесостепи: радиоуглеродная хронология и данные изотопного анализа, *Российская археология*, № 4, с. 50–61. <https://doi.org/10.31857/S0869606324040048>

Пилипенко А.С., Черданцев С.В., Трапезов Р.О., Молодин В.И., Кобелева Л.С., Поздняков Д.В., Полосьмак Н.В., 2017. Палеогенетическое исследование родства погребенных из курганов саргатской культуры в Барабинской лесостепи (Западная Сибирь), *Археология, этнография и антропология Евразии*, т. 45, № 4, с. 132–142. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2017.45.4.132-142>

- Пилипенко А.С., Черданцев С.В., Трапезов Р.О., Томилин М.А., Балабанова М.А., Пристяжнюк М.С., Журавлев А.А., 2020. К вопросу о генетическом составе сарматского населения Нижнего Поволжья (данные палеогенетики), *Вестник ВолГУ. Серия 4. История. Регионоведение. Международные отношения*, т. 25, №4, с. 17–50. <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2020.4.2>
- Погодин Л.И., 1996. Золотное шитье Западной Сибири (первая половина I тыс. н.э.), *Исторический ежегодник*. Омск: ОмГУ, с. 123–134.
- Погодин Л.И., 1998а. *Вооружение населения Западной Сибири раннего железного века*. Омск: ОмГУ, 84 с.
- Погодин Л.И., 1998б. Лаковые изделия из памятников Западной Сибири раннего железного века, *Взаимодействие саргатских племен с внешним миром*. Омск: ОмГУ, с. 26–38.
- Полосьмак Н.В., 1987. *Бараба в эпоху раннего железа*. Новосибирск: Наука, 144 с.
- Ражев Д.И., 2009. *Биоантропология населения саргатской общности*. Екатеринбург: УрО РАН, 492 с.
- Слепцова А.В., 2023. *Антропологический состав населения Западной Сибири раннего железного века по данным одонтологии: саргатская, гороховская и кашинская культуры*. Автореф. дисс. ... канд. ист. наук. Тюмень, 19 с.
- Смирнов К.Ф., 1964. *Савроматы (ранняя история и культура сарматов)*. М.: Наука, 379 с.
- Стоянов В.Е., 1977. Некоторые черты социально-экономической организации древнего населения зауральско-западносибирской лесостепи (ранний железный век), *Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири*. Свердловск: УрГУ, с. 152–159.
- Чернецов В.Н., 1953. Усть-полуйское время в Приобье, *Древняя история Нижнего Приобья*. М.: АН СССР, с. 221–241. (МИА. № 35)
- Чикишева Т.А., 2024. Особенности антропологического состава носителей саргатской культуры Барабинской лесостепи, *Археология, антропология и этнография Евразии*, т. 52, № 3, с. 136–147. <http://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.3.136-147>
- Шарапова С.В., 2022. *Древности раннего железного века лесостепного Зауралья и Западной Сибири*. Екатеринбург: Уральский рабочий, 208 с.
- Шарапова С.В., 2025. Саргатская культура: между археологическим проявлением и историографической традицией, *КСИА*, вып. 280, с. 360–377. <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.280.360-377>
- Шарапова С.В., Бачура О.П., Грачев М.А., Карапетян М.К., Киселева Д.В., Косинцев П.А., Костомаров В.М., Окунева Т.Г., Шагалов Е.С., Якимов А.С., 2023. Информационный потенциал разрушенных погребений саргатской культуры: курган Новопокровка 16 в Среднем Прииртышье, *Нижеволжский археологический вестник*, т. 22, № 2, с. 65–96. <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2023.2.4>
- Шарапова С.В., Грачев М.А., Карапетян М.К., Киселева Д.В., Окунева Т.Г., Перевозчикова А.А., Рыбакова А.Д., Шагалов Е.С., 2026. Анализ изотопов $^{87}\text{SR}/^{86}\text{SR}$ в изучении преднамеренной деформации черепа (саргатская культура), *Южный Урал в эпоху раннего железа и Великого переселения народов: связи и взаимоотношения культур. Материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения А.Х. Пшеничникова*. Уфа: ИИЯЛ УФИЦ РАН, с. 74–79.
- Шарапова С.В., Пилипенко А.С., Ражев Д.И., Трапезов Р.О., Черданцев С.В., 2020. Два мужских погребения из кургана саргатской культуры: биоархеологический и палеогенетический обзор, *Stratum plus*, № 3, с. 353–378.
- Шарапова С.В., Труфанов А.Я., Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Данилов Д.А., Хорькова А.Н., Окунева Т.Г., Солошенко Н.Г., Рянская А.Д., Упорова Н.С., 2022. Об одной находке северокавказской керамики в элитном погребении могильника Исаковка I (Западная Сибирь), *История, археология и этнография Кавказа*, т. 18, № 2, с. 429–462. <https://doi.org/10.32653/CH182429-462>
- Шарапова С.В., Черданцев С.В., Трапезов Р.О., Пилипенко А.С., 2019. Кочевники и лесостепь: археология, антропология, палеогенетика, *Крым в сарматскую эпоху (II в. до н.э. – V в. н.э.)*. Т. 5. Симферополь: Салта, с. 321–327.
- Энговатова А.В., Альборова И.Э., Мустафин Х.Х., Луньков В.Ю., Лунькова Ю.В., Канапин А.А., Самсонова А.А., Медникова М.Б., 2023. Древняя ДНК фатьяновской и абашевской культур (к вопросу о миграциях населения эпохи бронзы в лесной полосе на Русской равнине), *Stratum plus*, № 2, с. 207–228. <https://doi.org/10.55086/sp232207228>
- Alaçamlı E., Naidoo T., Güler M.N., Sağlıcan E., Aktürk Ş., Mapelli I., Vural K.B., Somel M., Malmström H., Günther T., 2024. READv2: advanced and user-friendly detection of biological relatedness in archaeogenomics, *Genome Biology*, vol. 25, no. 216. <https://doi.org/10.1186/s13059-024-03350-3>
- Andreeva T.V., Soshkina A.D., Gusev F.E., Malyarchuk A.B., Dotsenko G.S., Dudko N.A., Plotnikov M. Yu., Kunizheva S.S., Manakhov A.D., Ustkachkintseva T.V., Protasova M.S., Volodin S.A., Buzhilova A.P., Razuvaev Yu.D., Berezina N.Ya., Berezin Ya.B., Kantorovich A.R., Maslov V.E., Barinov D.G., Dobrovolskaya M.V., Rogayev E.I., 2025. Genetic history of Scythia, *Science Advances*, vol. 11, no. 30, eads8179. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ads8179>
- Chaitanya L., Breslin K., Zuñiga S., Wirken L., Pospiech E., Kukla-Bartoszek M., Sijen T., de Knijff P., Liu F., Branicki W., Kayser M., Walsh S., 2018. The HIRISplex-S system for eye, hair and skin colour prediction from DNA: Introduction and forensic developmental validation, *Forensic Science International: Genetics*, vol. 35, pp. 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.04.004>

Csáky V., Gerber D., Koncz I., Csiky G., Mende B.G., Szeifert B., Egyed B., Pamjav H., Marcsik A., Molnár E., Pálfi G., Gulyás A., Kovácsóczy B., Lezsák G.M., Lőrinczy G., Szécsényi-Nagy A., Vida T., 2020a. Genetic insights into the social organisation of the Avar period elite in the 7th century AD Carpathian Basin, *Scientific Reports*, vol. 10, no. 948. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57378-8>

Csáky V., Gerber D., Szeifert B., Egyed B., Stégmár B., Botalov S.G., Grudochko I.V., Matveeva N.P., Zelenkov A.S., Sleptsova A.V., Goldina R.D., Danich A.V., Mende B.G., Türk A., Szécsényi-Nagy A., 2020b. Early medieval genetic data from Ural region evaluated in the light of archaeological evidence of ancient Hungarians, *Scientific Reports*, vol. 10, no. 19137. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75910-z>

Dabney J., Knapp M., Glocke I., Gansauge M.-T., Weihmann A., Nickel B., Valdiosera C., García N., Pääbo S., Arsuaga J.-L., Meyer M., 2013. Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 110, no. 39, pp. 15758–15763. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1314445110>

Damgaard P. de B., Marchi N., Rasmussen S., Peyrot M., Renaud G., Korneliusen T., Moreno-Mayar J.V., Pedersen M.W., Goldberg A., Usmanova E., Baimukhanov N., Loman V., Hedeager L., Pedersen A.G., Nielsen K., Afanasiev G., Akmatov K., Aldashev A., Alpaslan A., Baimbetov G., Bazaliiskii V.I., Beisenov A., Boldbaatar B., Boldgiv B., Dorzhu C., Ellingvag S., Erdenebaatar D., Dajani R., Dmitriev E., Evdokimov V., Frei K.M., Gromov A., Goryachev A., Hakonarson H., Hegay T., Khachatryan Z., Khaskhanov R., Kitov E., Kolbina A., Tabaldiev K., Kukushkin A., Kukushkin I., Lau N., Margaryan A., Merkyte I., Mertz I.V., Mertz V.K., Mijiddorj E., Moiyesev V., Mukhtarova G., Nurmukhanbet B., Orozbekova Z., Panyushkina I., Pieta K., Smrčka V., Shevnina I., Logvin A., Sjögren K.G., Štolcová T., Tashbaeva K., Tkachev A., Tulegenov T., Voyakin D., Yepiskoposyan L., Undrakhbold S., Varfolomeev V., Weber A., Kradin N., Allentoft M.E., Orlando L., Nielsen R., Sikora M., Heyer E., Kristiansen K., Willerslev E., 2018. 137 ancient human genomes from across the Eurasian steppes, *Nature*, vol. 557, no. 7705, pp. 369–374. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0094-2>

Duday H., 2009. *The archaeology of the dead. Lectures in archaeothanatology*. Oxford; Oakville: Oxbow Books, 158 p.

Gnecchi-Ruscone G.A., Khussainova E., Kahbatkyzy N., Musralina L., Spyrou M.A., Bianco R.A., Radzeviciute R., Martins N.F.G., Freund C., Iksan O., Garshin A., Zhaniyazov Z., Bekmanov B., Kitov E., Samashev Z., Beisenov A., Berezina N., Berezin Y., Bíró A.Z., Évinger S., Bissembaev A., Akhatov G., Mamedov A., Onggaruly A., Voyakin D., Chotbayev A., Kariyev Y., Buzhilova A., Djansugurova L., Jeong C., Krause J., 2021. Ancient genomic time transect from the Central Asian Steppe unravels the history of the Scythians, *Science Advances*, vol. 7, no. 13: eabe4414. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe4414>

Illumäe A.-M., Reidla M., Chukhryaeva M., Järve M., Post H., Karmin M., Saag L., Agdzhoyan A., Kushniarevich A., Litvinov S., Ekomasova N., Tambets K., Metspalu E., Khusainova R., Yunusbayev B., Khusnutdinova E.K., Osipova L.P., Fedorova S.A., Utevska O., Koshel S., Balanovska E., Behar D.M., Balanovsky O.P., Kivisild T., Underhill P.A., Villems R., Rootsi S., 2016. Human Y Chromosome Haplogroup N: A Non-trivial Time-Resolved Phylogeography that Cuts across Language Families, *American Journal of Human Genetics*, vol. 99, no. 1, pp. 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2016.05.025>

Koryakova L.N., 1996. The Southern Ugrian society on the eve of Great migration of people, *Congressus octavus internationalis Fenno-Ugristarum*. Pars 8. Jyväskylä: Suomalais-Ugrilainen Seura, pp. 318–323.

Maróti Z., Neparáczki E., Schütz O., Maár K., Varga G.I.B., Kovács B., Kalmár T., Nyerki E., Nagy I., Latinovics D., Tihanyi B., Marcsik A., Pálfi G., Bernert Z., Gallina Z., Horváth C., Varga S., Költő L., Raskó I., Nagy P.L., Balogh C., Zink A., Maixner F., Götherström A., George R., Szalontai C., Szenthe G., Gáll E., Kiss A.P., Gulyás B., Kovácsóczy B.N., Gál S.S., Tomka P., Török T., 2022. The genetic origin of Huns, Avars, and conquering Hungarians, *Current Biology*, vol. 32, no. 13, pp. 2858–2870. e7. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.04.093>

Matsvay A.D., Alborova I.E., Pimkina E.V., Markelov M.L., Khafizov K., Mustafin K.K., 2019. Experimental approaches for ancient DNA extraction and sample preparation for next generation sequencing in ultra-clean conditions, *Conservation Genetics Resources*, vol. 11, no. 3, pp. 345–353. <https://doi.org/10.1007/s12686-018-1016-1>

McKenna A., Hanna M., Banks E., Sivachenko A., Cibulskis K., Kernytsky A., Garimella K., Altshuler D., Gabriel S., Daly M., DePristo M.A., 2010. The Genome Analysis Toolkit: A MapReduce framework for analyzing next-generation DNA sequencing data, *Genome Research*, vol. 20, no. 9, pp. 1297–1303. <https://doi.org/10.1101/gr.107524.110>

McLaren W., Gil L., Hunt S.E., Riat H.S., Ritchie G.R., Thormann A., Flicek P., Cunningham F., 2016. The Ensembl Variant Effect Predictor, *Genome Biology*, vol. 17, no. 122. <https://doi.org/10.1186/s13059-016-0974-4>

Popli D., Peyrégne S., Peter B.M., 2023. KIN: a method to infer relatedness from low-coverage ancient DNA, *Genome Biology*, vol. 24, no. 10. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-02847-7>

Poznik G.D., 2016. Identifying Y-chromosome haplogroups in arbitrarily large samples of sequenced or genotyped men, *bioRxiv*: 088716. <https://doi.org/10.1101/088716>

Ralf A., González D.M., Zhong K., Kayser M., 2018. Yleaf: Software for Human Y-Chromosomal Haplogroup Inference from Next-Generation Sequencing Data, *Molecular Biology and Evolution*, vol. 35, no. 5, pp. 1291–1294. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy032>

- Ringbauer H., Huang Y., Akbari A., Mallick S., Olalde I., Patterson N., Reich D., 2024. Accurate detection of identity-by-descent segments in human ancient DNA, *Nature Genetics*, vol. 56, pp. 143–151. <https://doi.org/10.1038/s41588-023-01582-w>
- Schmieder R., Edwards R., 2011. Quality control and preprocessing of metagenomic datasets, *Bioinformatics*, vol. 27, no. 6, pp. 863–864. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr026>
- Schönherr S., Weissensteiner H., Kronenberg F., Forer L., 2023. Haplogrep 3 – an interactive haplogroup classification and analysis platform, *Nucleic Acids Research*, vol. 51, pp. 263–268. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad284>
- Tobias B., Waldner T.K., Strobl C., Niederstätter H., Musalek C., Saliari K., Töchterle U., Parson W., 2020. House of the dead-exceptional burials of the Avar period (seventh century AD) in Podersdorf am See (Burgenland/A), *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 12, no. 171. <https://doi.org/10.1007/S12520-020-01102-5>
- Unterländer M., Palstra F., Lazaridis I., Pilipenko A., Hofmanová Z., Groß M., Sell C., Blöcher J., Kirsanow K., Rohland N., Rieger B., Kaiser E., Schier W., Pozdniakov D., Khokhlov A., Georges M., Wilde S., Powell A., Heyer E., Currat M., Reich D., Samashev Z., Parzinger H., Molodin V., Burger J., 2017. Ancestry and demography and descendants of Iron Age nomads of the Eurasian Steppe, *Nature Communications*, vol. 8, n. 14615. <https://doi.org/10.1038/ncomms14615>
- Veselovskaya E.V., Rashkovskaya Y.V., Dyomin A.S., Mustafin K.K., Alborova I.E., 2024. Anthropology and Genetics of the Tolyonsky Burial Ground No. 93. Udmurtia, Polomskaya Archaeological Culture, *Russian Journal of Genetics*, vol. 60, no. 6, pp. 797–808. <https://doi.org/10.1134/S1022795424700248>
- Walsh S., Chaitanya L., Breslin K., Muralidharan C., Bronikowska A., Pospiech E., Koller J., Kovatsi L., Wollstein A., Branicki W., Liu F., Kayser M., 2017. Global skin colour prediction from DNA, *Human Genetics*, vol. 136, no. 7, pp. 847–863. <https://doi.org/10.1007/s00439-017-1808-5> / Erratum in: *Human Genetics*, vol. 136, no. 7, pp. 865–866. <https://doi.org/10.1007/s00439-017-1817-4>
- Walsh S., Chaitanya L., Clarisse L., Wirken L., Draus-Barini J., Kovatsi L., Maeda H., Ishikawa T., Sijen T., de Knijff P., Branicki W., Liu F., Kayser M., 2014. Developmental validation of the HirisPlex system: DNA-based eye and hair colour prediction for forensic and anthropological usage, *Forensic Science International: Genetics*, vol. 9, pp. 150–161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.12.006>

REFERENCES

- Bagashev, A.N., 2000, *Paleoanthropology of West Siberia: forest steppe in Early Iron Age*. Nauka, Novosibirsk, 374 p. (In Russ.)
- Balanovsky, O.P., 2015, *Gene pool of Europe*. KMK, Moscow, 354 p. (In Russ.)
- Buldashev, V.A., Kovriguin, A.A., Koryakova, L.N., Kosintsev, P.A., Courtaud, P., Makhonina, G.I., Razhev, D.I., Pautreau, P., Sharapova, S.V., 1997, *The Trans-Urals Cattle-Breeders Culture on the Turn of Eras. Gajevsky Burial Ground of the Sargat Community: Anthropological Study*. Ekaterinburg, Ekaterinburg, 180 p. (In Russ.)
- Vasiliev, S.V., Rasskazova, A.V., Prosikova, E.A., Veselovskaya, E.V., Rashkovskaya, Yu.V., Kharlamova, N.V., Borutskaya, S.B., Aekhina, O.I., Frizen, S.Yu., Emelyanchik, O.A., Mustafin, Kh.Kh., Alborova, I.E., 2024, *Population of the ancient Russia (album of faces)*. AMA-Press, Moscow, 180 p. (In Russ.). <https://doi.org/10.33876/978-5-6046680-6-1/2024-11/1-180>
- Dmitriev, P.A., 1928, “Mysovskie sites and kurgans”, *To V.A. Gorodtsov on the 40th anniversary of his scientific activity*, RANION, Moscow, pp. 180–203. (Proceedings of the RANION Archeology Section, vol. 4) (In Russ.)
- Kilunovskaya, M.E., Alborova, I.E., Busova, V.S., Brown, S., Lazarevskaya, N.A., Mustafin, K.K., Semenov, V.A., Smirnov, N.Yu., Uchaneva, E.N., Khavrin, S.V., 2022, “A Comprehensive Study of the Monuments of the End of 2nd Millennium – Beginning of 1st Millennium BC in the Valley of the River Eerbeke (Central Tuva)”, *Siberian Historical Research*, vol. 4, pp. 267–307. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/2312461X/38/14>
- Kiseleva, D.V., Danilov, D.A., Domracheva, D.V., Trufanov, A.Ya., Khorkova, A.N., Sharapova, S.V., 2020, “Gas Chromatography–Mass Spectrometry (Gc–Ms) Study of the Archaeological Plant Mixture from an Elite Burial Mound of the Sargat Culture in the middle Irtysh river basin”, *Nanotechnologies in Russia*, vol. 15, no. 9–10, pp. 617–622. <https://doi.org/10.1134/S1995078020050055>
- Koryakova, L.N., 1977, “Sargat culture necropolis ensemble (statistical characteristic)”, *Archaeological research in Urals and West Siberia*, UrGU, Sverdlovsk, pp. 134–151. (In Russ.)
- Koryakova, L.N., 1988, *The Early Iron Age of the Trans-Urals and Western Siberia (Sargat culture)*. UrGU, Sverdlovsk, 240 p. (In Russ.)
- Koryakova, L.N., 1994, “Ural-Irtysh forest-steppe”, *Essays on cultural genesis of peoples of West Siberia. Vol. 2: The world – real and other*, TGU, Tomsk, pp. 113–169. (In Russ.)
- Livshits, V.A., 2002, “Three silver bowls from the first burial ground of Isakovka”, *Vestnik Drevnei Istorii*, no. 2, pp. 43–56. (In Russ.)
- Matveeva, N.P., 1991, “About funeral rites of the Sargat cemeteries of the Ishm river basin”, *Problems of the Sargat culture study*, OmGU, Omsk, pp. 16–20. (In Russ.)
- Matveeva, N.P., 1993, *Sargat Culture at Middle Tobol River Basin*. Nauka, Novosibirsk, 175 p. (In Russ.)
- Matveeva, N. P., 1994, *Early Iron Age of Ishim River Basin*. Nauka, Novosibirsk, 152 p. (In Russ.)

- Matveeva, N. P., 2000, *Socio-economic structures of the population of Western Siberia in the Early Iron Age (forest-steppe and subtaiga zones)*. Nauka, Novosibirsk, 399 p. (In Russ.)
- Matvejeva, N.P., 2016, "A szargatkai és gorohovói kultúra történeti interpretációja. A korai vaskor Nyugat-Szibéria erdős sztyeppi területén a régészeti adatok alapján", *Conference: 3. Nemzetközi Korai Magyar Történeti és Régészeti Konferencia. Budapest, 2016. Június 6–10*, Pauker Nyomdaipari Kft, Budapest, pp. 15–34. (In Russ.) https://doi.org/10.55722/Arpad.Kiad.2018.6_02
- Matyushchenko, V.I., 1991, "About Relation to so called Scythian-Siberian cultural and historical unity", *Problems of the Sargat culture study*, OmGU, Omsk, pp. 14–16. (In Russ.)
- Matyushchenko, V.I., Tataurova, L.V., 1997, *Sidorovka cemetery in Omsk Irtysh River Basin*. Nauka, Novosibirsk, 198 p. (In Russ.)
- Mogilnikov, V.A., 1972, "On Sargat culture", *Problems of archaeology and ancient history of the Ugrians*, Nauka, Moscow, pp. 66–86. (In Russ.)
- Mogilnikov, V.A., 1973, "To ethnocultural characteristics of the western Siberia during the Iron Age", *From the history of Siberia*, iss. 7, TGU, Tomsk, pp. 175–189. (In Russ.)
- Mogilnikov, V.A., 1992, "Forest-steppe of Trans-Urals and West Siberia", *Steppe strip of the Asian part of the USSR in the Scythian-Sarmatian period*, Nauka, Moscow, pp. 274–311, tabl. 121–128. (Archeology of the USSR) (In Russ.)
- Mogilnikov, V.A., Kolesnikov A.D., Kujbyshev A.V., 1977, "Works in Irtysh river basin", *Archaeological discoveries of 1976*, Nauka, Moscow, pp. 225–226. (In Russ.)
- Molodin, V.I., Mylnikova, L.N., Durakov, I.A., Mylnikov, V.P., Efremova, N.S., Nenakhov, D.A., Pilipenko, A.S., Chkischeva, T.A., 2025, *Elite Kurgans of the early Iron Age (Ob-Irtysh forest-steppe, Novosibirsk region)*, IAET SO RAN, Novosibirsk, 686 p. (In Russ.)
- Moshkova, M.G., Gening, V.F., 1972, "Abat kurgans and their place among forest-steppe cultures of Trans-Urals and West Siberia", *Sites of Southern Urals and West Siberia of Sarmatian period*, AN SSSR, Moscow, pp. 87–118. (MIA, no. 153) (In Russ.)
- Mustafin, Kh.Kh., Alborova, I.E., Stasyuk, I.V., 2021, "Medieval Gene Pool of the Vod' Land of Novgorod the Great", *Stratum plus*, no. 5, pp. 397–410. <https://doi.org/10.55086/sp215397410>
- Mustafin, Kh.Kh., Engovatova, A.V., Alborova, I.E., Tarasova, A.A., 2022, "Genetic Examination of Remains from the Two Largest Mass Burials of 1238 in Yaroslavl Detynets", *The Volga River Region Archaeology*, vol. 2, no. 40, pp. 215–230. (In Russ.) <https://doi.org/10.24852/pa2022.2.40.215.230>
- Mylnikova, L.N., Molodin, V.I., Parkhomchuk, E.V., Menshanov, P.N., Nenakhov, D.A., Babina, K.A., Ershova, O.V., 2024, "Sacrificial complex of the Early Iron Age in the Tartas-2 burial ground (Baraba forest-steppe): radiocarbon chronology and isotopic analysis data", *Russian Archaeology*, no. 4, pp. 50–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0869606324040048>
- Pilipenko, A.S., Cherdantsev, S.V., Trapezov, R.O., Molodin, V.I., Kobeleva, L.S., Pozdnyakov, D.V., Polosmak, N.V., 2017, "Kinship analysis of Human Remains from the Sargat Mounds, Baraba forest-steppe, Western Siberia", *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, vol. 45, no. 4, pp. 132–142. (In Russ.) <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2017.45.4.132-142>
- Pilipenko, A.S., Cherdantsev, S.V., Trapezov, R.O., Tomilin, M.A., Balabanova, M.A., Pristyzhnyuk, M.S., Zhuravlev, A.A., 2020, "On the Issue of the Sarmatian Population Genetic Composition in the Lower Volga Region (Paleogenetic Data)", *Science Journal of VolSU. History. Area Studies. International Relations*, vol. 25, no. 4, pp. 17–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2020.4.2>
- Pogodin, L.I., 1996, "The Golden embroidery of Western Siberia (the first half of the 1st millennium A.D.)", *Historical Yearbook*, OmGU, Omsk, pp. 123–137. (In Russ.)
- Pogodin, L.I., 1998a, *Arming the population of Western Siberia in the Early Iron Age*. OmGU, Omsk, 84 p. (In Russ.)
- Pogodin, L.I., 1998b, "Laque items from the Iron Age sites of the Western Siberia", *Interactions of the Sargat tribes with outside world*, OmGU, Omsk, pp. 26–38. (In Russ.)
- Polosmak, N.V., 1987, *Baraba in the Early Iron Age*. Nauka, Novosibirsk, 144 p. (In Russ.)
- Razhev, D.I., 2009, *Bioanthropology of Sargat community population*. UrO RAN, Ekaterinburg, 492 p. (In Russ.)
- Sleptsova, A.V., 2023, *Anthropological characteristics of the Iron Age West Siberian population based on dental anthropology: Sargat, Gorokhovo and Kashino cultures*. Dissertation Abstract ... Candidate of Historical Sciences. Tyumen, 19 p. (In Russ.)
- Smirnov, K.F., 1964, *Sauvromatians (Early history and culture of Sarmatians)*. Nauka, Moscow, 379 p. (In Russ.)
- Stoyanov, V.E., 1977, "Some features of the social-economic organization of the ancient population in the Trans-Uralian and West Siberian forest-steppe (the Early Iron Age)", *Archaeological research in Urals and West Siberia*, UrGU, Sverdlovsk, pp. 152–159. (In Russ.)
- Chernetsov, V.N., 1953, "Ust-Poluj age in the Ob river basin", *Ancient History of the Low Ob region*, AN USSR, Moscow, pp. 221–241. (MIA, no. 35) (In Russ.)
- Cikisheva, T.A., 2024, "Affinities of the Sargat Population in the Baraba Forest-Steppe", *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, vol. 52, no. 3, pp. 136–147. (In Russ.) <http://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.3.136-147>

- Sharapova, S.V., 2022, *Antiquities of the Early Iron Age of the forest-steppe Trans-Urals and Western Siberia*. Uralsky Rabochy, Ekaterinburg, 208 p. (In Russ.)
- Sharapova, S.V., 2025, "The Sargat Culture: Between Archaeological Evidence and Historiographical Tradition", *KSIA*, no. 280, pp. 360–377. (In Russ.) <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.280.360-377>
- Sharapova, S.V., Bachura, O.P., Grachev, M.A., Karapetian, M.K., Kiseleva, D.V., Kosintsev, P.A., Kostomarov, V.M., Okuneva, T.G., Shagalov, E.S., Yakimov, A.S., 2023, "Informative Capacity of the Sargat Culture's Disturbed Burials: Kurgan Novopokrovka 16 in the Middle Irtysh River Basin", *The Lower Volga Archaeological Bulletin*, vol. 22, no. 2, pp. 65–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2023.2.4>
- Sharapova, S.V., Grachev, M.A., Karapetian, M.K., Kiseleva, D.V., Okuneva, T.G., Perevozchikova, A.A., Rybakova, A.D., Shagalov, E.S., 2026, "Analysis of isotopes $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ for study of intentional cranial deformation (Sargat culture)", *Southern Urals during the Early Iron Age and Great Migration of the Peoples: connections and interactions of the cultures. Materials of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 90th anniversary of the birth of A.H. Pshenichnyuk*, IYal UFIC RAN, Ufa, pp. 74–79. (In Russ.)
- Sharapova, S.V., Pilipenko, A.S., Razhev, D.I., Trapezov, R.O., Cherdantsev, S.V., 2020, "Two male burials from Sargat culture kurgan: bioarchaeological and paleogenetic review", *Stratum plus*, no. 3, pp. 353–378.
- Sharapova, S.V., Trufanov, A.Y., Kiseleva, D.V., Shagalov, E.S., Danilov, D.A., Khorkova, A.N., Okuneva, T.G., Soloshenko, N.G., Ryanskaya, A.D., Uporova, N.S., 2022, "A find of The North-Caucasian ceramics in the elite burial of the Isakovka I burial ground (Western Siberia)", *History, Archaeology and Ethnography of the Caucasus*, vol. 18, no. 2, pp. 429–462. (In Russ.) <https://doi.org/10.32653/CH182429-462>
- Sharapova, S.V., Cherdantsev, S.V., Trapezov, R.O., Pilipenko, A.S., 2019, "Nomads and forest-steppe: archaeology, anthropology, paleogenetics", *Crimea during Sarmatian epoch (II century BC – V century AD)*, vol. 5, Salta, Simpheropol, pp. 321–327. (In Russ.)
- Engovatova, A.V., Alborova, I.E., Mustafin, Kh.Kh., Lunkov, V.Yu., Lunkova, Yu.V., Kanapin, A.A., Samsonova, A.A., Mednikova, M.B., 2023, "Ancient DNA of the Bearers of the Fatyanovo and Abashevo Cultures (Concerning Migrations of the Bronze Age people in the Forest Belt on the Russian Plain)", *Stratum plus*, no. 2, pp. 207–228. <https://doi.org/10.55086/sp232207228>
- Alaçamlı, E., Naidoo, T., Güler, M.N., Sağlıcan, E., Aktürk, Ş., Mapelli, I., Vural, K.B., Somel, M., Malmström, H., Günther, T., 2024, "READv2: advanced and user-friendly detection of biological relatedness in archaeogenomics", *Genome Biology*, vol. 25, no. 216. <https://doi.org/10.1186/s13059-024-03350-3>
- Andreeva, T.V., Soshkina, A.D., Gusev, F.E. Malyarchuk, A.B., Dotsenko, G.S., Dudko, N.A., Plotnikov, M. Yu., Kunizheva, S.S., Manakhov, A.D., Ustkachkintseva, T.V., Protasova, M.S., Volodin, S.A., Buzhilova, A.P., Razuvaev, Yu.D., Berezina, N.Ya., Berezin, Ya.B., Kantorovich, A.R., Maslov, V.E., Barinov, D.G., Dobrovolskaya, M.V., Rogae, E.I., 2025, "Genetic history of Scythia", *Science Advances*, vol. 11, no. 30, eads8179. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ads8179>
- Chaitanya, L., Breslin, K., Zuñiga, S., Wirken, L., Pospiech, E., Kukla-Bartoszek, M., Sijen, T., de Knijff, P., Liu, F., Branicki, W., Kayser, M., Walsh, S., 2018, "The HIRISplex-S system for eye, hair and skin colour prediction from DNA: Introduction and forensic developmental validation", *Forensic Science International: Genetics*, vol. 35, pp. 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.04.004>
- Csáky, V., Gerber, D., Koncz, I., Csiky, G., Mende, B.G., Szeifert, B., Egyed, B., Pamjav, H., Marcsik, A., Molnár, E., Pálfi, G., Gulyás, A., Kovácsóczy, B., Lezsák, G.M., Lőrinczy, G., Szécsényi-Nagy, A., Vida, T., 2020a, "Genetic insights into the social organisation of the Avar period elite in the 7th century AD Carpathian Basin", *Scientific Reports*, vol. 10, no. 948. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57378-8>
- Csáky, V., Gerber, D., Szeifert, B., Egyed, B., Stégmár, B., Botalov, S.G., Grudochko, I.V., Matveeva, N.P., Zelenkov, A.S., Sleptsova, A.V., Goldina, R.D., Danich, A.V., Mende, B.G., Türk, A., Szécsényi-Nagy, A., 2020b, "Early medieval genetic data from Ural region evaluated in the light of archaeological evidence of ancient Hungarians", *Scientific Reports*, vol. 10, no. 19137. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75910-z>
- Dabney, J., Knapp, M., Glocke, I., Gansauge, M.-T., Weihmann, A., Nickel, B., Valdiosera, C., García, N., Pääbo, S., Arsuaga, J.-L., Meyer, M., 2013, "Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 110, no. 39, pp. 15758–15763. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1314445110>
- Damgaard, P. de B., Marchi, N., Rasmussen, S., Peyrot, M., Renaud, G., Korneliussen, T., Moreno-Mayar, J.V., Pedersen, M.W., Goldberg, A., Usmanova, E., Baimukhanov, N., Loman, V., Hedeager, L., Pedersen, A.G., Nielsen, K., Afanasiev, G., Akmatov, K., Aldashev, A., Alpaslan, A., Baimbetov, G., Bazaliiskii, V.I., Beisenov, A., Boldbaatar, B., Boldgiv, B., Dorzhu, C., Ellingvag, S., Erdenebaatar, D., Dajani, R., Dmitriev, E., Evdokimov, V., Frei, K.M., Gromov, A., Goryachev, A., Hakonarson, H., Hegay, T., Khachatryan, Z., Khaskhanov, R., Kitov, E., Kolbina, A., Tabaldiev, K., Kukushkin, A., Kukushkin, I., Lau, N., Margaryan, A., Merkyte, I., Mertz, I.V., Mertz, V.K., Mijiddorj, E., Moiyesev, V., Mukhtarova, G., Nurmukhanbet, B., Orozbekova, Z., Panyushkina, I., Pieta, K., Smrčka, V., Shevnina, I., Logvin, A., Sjögren, K.G., Štolcová, T., Tashbaeva, K., Tkachev, A., Tulegenov, T., Voyakin, D., Yepiskoposyan, L., Undrakhbold, S., Varfolomeev, V., Weber, A., Krادين, N., Allentoft, M.E., Orlando, L., Nielsen, R., Sikora, M., Heyer, E., Kristiansen, K., Willerslev, E., 2018, "137 ancient human genomes from across the Eurasian steppes", *Nature*, vol. 557, no. 7705, pp. 369–374. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0094-2>
- Duday, H., 2009, *The archaeology of the dead. Lectures in archaeoethnology*. Oxbow Books, Oxford and Oakville, 158 p.

Gnecchi-Ruscone, G.A., Khussainova, E., Kahbatkyzy, N., Musralina, L., Spyrou, M.A., Bianco, R.A., Radzeviciute, R., Martins, N.F.G., Freund, C., Iksan, O., Garshin, A., Zhaniyazov, Z., Bekmanov, B., Kitov, E., Samashev, Z., Beisenov, A., Berezina, N., Berezin, Y., Biró, A.Z., Évinger, S., Bissembaev, A., Akhatov, G., Mamedov, A., Onggaruly, A., Voyakin, D., Chotbayev, A., Kariyev, Y., Buzhilova, A., Djansugurova, L., Jeong, C., Krause, J., 2021, “Ancient genomic time transect from the Central Asian Steppe unravels the history of the Scythians”, *Science Advances*, vol. 7, no. 13: eabe4414. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe4414>

Illumäe, A.-M., Reidla, M., Chukhryaeva, M., Järve, M., Post, H., Karmin, M., Saag, L., Agdzhoyan, A., Kushniarevich, A., Litvinov, S., Ekomasova, N., Tambets, K., Metspalu, E., Khusainova, R., Yunusbayev, B., Khusnutdinova, E.K., Osipova, L.P., Fedorova, S.A., Utevska, O., Koshel, S., Balanovska, E., Behar, D.M., Balanovsky, O.P., Kivisild, T., Underhill, P.A., Villems, R., Rootsi, S., 2016, “Human Y Chromosome Haplogroup N: A Non-trivial Time-Resolved Phylogeography that Cuts across Language Families”, *American Journal of Human Genetics*, vol. 99, no. 1, pp. 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2016.05.025>

Koryakova, L.N., 1996, “The Southern Ugrian society on the eve of Great migration of people”, *Congressus octavus internationalis Fenno-Ugristarum*, pars 8, Suomalais-Ugrilainen Seura, Jyväskylä, pp. 318–323.

Maróti, Z., Neparáczi, E., Schütz, O., Maár, K., Varga, G.I.B., Kovács, B., Kalmár, T., Nyerki, E., Nagy, I., Latinovics, D., Tihanyi, B., Marcsik, A., Pálfi, G., Bernert, Z., Gallina, Z., Horváth, C., Varga, S., Költő, L., Raskó, I., Nagy, P.L., Balogh, C., Zink, A., Maixner, F., Götherström, A., George, R., Szalontai, C., Szenthe, G., Gáll, E., Kiss, A.P., Gulyás, B., Kovácsóczy, B.N., Gál, S.S., Tomka, P., Török, T., 2022, “The genetic origin of Huns, Avars, and conquering Hungarians”, *Current Biology*, vol. 32, no. 13, pp. 2858–2870. e7. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.04.093>

Matsvay, A.D., Alborova, I.E., Pimkina, E.V., Markelov, M.L., Khafizov, K., Mustafin, K.K., 2019, “Experimental approaches for ancient DNA extraction and sample preparation for next generation sequencing in ultra-clean conditions”, *Conservation Genetics Resources*, vol. 11, no. 3, pp. 345–353. <https://doi.org/10.1007/s12686-018-1016-1>

McKenna, A., Hanna, M., Banks, E., Sivachenko, A., Cibulskis, K., Kernysky, A., Garimella, K., Altshuler, D., Gabriel, S., Daly, M., DePristo, M.A., 2010, “The Genome Analysis Toolkit: A MapReduce framework for analyzing next-generation DNA sequencing data”, *Genome Research*, vol. 20, no. 9, pp. 1297–1303. <https://doi.org/10.1101/gr.107524.110>

McLaren, W., Gil, L., Hunt, S.E., Riat, H.S., Ritchie, G.R., Thormann, A., Flicek, P., Cunningham, F., 2016, “The Ensembl Variant Effect Predictor”, *Genome Biology*, vol. 17, no. 122. <https://doi.org/10.1186/s13059-016-0974-4>

Popli, D., Peyrégne, S., Peter, B.M., 2023, “KIN: a method to infer relatedness from low-coverage ancient DNA”, *Genome Biology*, vol. 24, no. 10. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-02847-7>

Poznik, G.D., 2016, “Identifying Y-chromosome haplogroups in arbitrarily large samples of sequenced or genotyped men”, *bioRxiv: 088716*. <https://doi.org/10.1101/088716>

Ralf, A., González, D.M., Zhong, K., Kayser, M., 2018, “Yleaf: Software for Human Y-Chromosomal Haplogroup Inference from Next-Generation Sequencing Data”, *Molecular Biology and Evolution*, vol. 35, no. 5, pp. 1291–1294. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy032>

Ringbauer, H., Huang, Y., Akbari, A., Mallick, S., Olalde, I., Patterson, N., Reich, D., 2024, “Accurate detection of identity-by-descent segments in human ancient DNA”, *Nature Genetics*, vol. 56, pp. 143–151. <https://doi.org/10.1038/s41588-023-01582-w>

Schmieder, R., Edwards, R., 2011, “Quality control and preprocessing of metagenomic datasets”, *Bioinformatics*, vol. 27, no. 6, pp. 863–864. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr026>

Schönherr, S., Weissensteiner, H., Kronenberg, F., Forer, L., 2023, “Haplogrep 3 – an interactive haplogroup classification and analysis platform”, *Nucleic Acids Research*, vol. 51, pp. 263–268. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad284>

Tobias, B., Waldner, T.K., Strobl, C., Niederstätter, H., Musalek, C., Saliari, K., Töchterle, U., Parson, W., 2020, “House of the dead-exceptional burials of the Avar period (seventh century AD) in Podersdorf am See (Burgenland/A)”, *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 12, no. 171. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01102-5>

Unterländer, M., Palstra, F., Lazaridis, I., Pilipenko, A., Hofmanová, Z., Groß, M., Sell, C., Blöcher, J., Kirisanow, K., Rohland, N., Rieger, B., Kaiser, E., Schier, W., Pozdnyakov, D., Khokhlov, A., Georges, M., Wilde, S., Powell, A., Heyer, E., Currat, M., Reich, D., Samashev, Z., Parzinger, H., Molodin, V., Burger, J., 2017, “Ancestry and demography and descendants of Iron Age nomads of the Eurasian Steppe”, *Nature Communications*, vol. 8, no. 14615. <https://doi.org/10.1038/ncomms14615>

Veselovskaya, E.V., Rashkovskaya, Y.V., Dyomin, A.S., Mustafin, K.K., Alborova, I.E., 2024, “Anthropology and Genetics of the Tolyonsky Burial Ground No.93. Udmurtia, Polomskaya Archaeological Culture”, *Russian Journal of Genetics*, vol. 60, no. 6, pp. 797–808. <https://doi.org/10.1134/S1022795424700248>

Walsh, S., Chaitanya, L., Breslin, K., Muralidharan, C., Bronikowska, A., Pospiech, E., Koller, J., Kovatsi, L., Wollstein, A., Branicki, W., Liu, F., Kayser, M., 2017, “Global skin colour prediction from DNA”, *Human Genetics*, vol. 136, no. 7, pp. 847–863. <https://doi.org/10.1007/s00439-017-1808-5> / Erratum in: *Human Genetics*, vol. 136, no. 7, pp. 865–866. <https://doi.org/10.1007/s00439-017-1817-4>

Walsh, S., Chaitanya, L., Clarisse, L., Wirken, L., Draus-Barini, J., Kovatsi, L., Maeda, H., Ishikawa, T., Sijen, T., de Knijff, P., Branicki, W., Liu, F., Kayser, M., 2014, “Developmental validation of the HIRISplex system: DNA-based eye and hair colour prediction for forensic and anthropological usage”, *Forensic Science International: Genetics*, vol. 9, pp. 150–161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.12.006>

Сведения об авторах

Ирина Эдуардовна Альборова, кандидат биологических наук, Московский физико-технический институт, Российская Федерация, г. Долгопрудный. E-mail: ira_teuchezh@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1950-3885, Scopus ID: 57193530304

Харис Харрасович Мустафин, кандидат технических наук, Московский физико-технический институт, Российская Федерация, г. Долгопрудный. E-mail: kh-mstf@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8891-2319, Scopus ID: 57192419217

Александр Яковлевич Труфанов, кандидат исторических наук, Сургутский краеведческий музей, Российская Федерация, г. Сургут. E-mail: trufanov.al@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3638-4731

Федор Сергеевич Шарко, кандидат биологических наук, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Российская Федерация, г. Москва. E-mail: fedosic@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1189-5597, Scopus ID: 56986506300

Светлана Владимировна Шарапова, кандидат исторических наук, Институт истории и археологии УрО РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9227-3767, Scopus ID: 6602394286

Information About the Authors

Irina E. Alborova, Cand. Sc. (Biology), Moscow Institute of Physics and Technology, Russian Federation, Dolgoprudny. E-mail: ira_teuchezh@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1950-3885, Scopus ID: 57193530304

Kharis Kh. Mustafin, Cand. Sc. (Engineering), Moscow Institute of Physics and Technology, Russian Federation, Dolgoprudny. E-mail: kh-mstf@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8891-2319, Scopus ID: 57192419217

Alexander Ya. Trufanov, Cand. Sc. (History), Surgut Local History Museum, Russian Federation, Surgut. E-mail: trufanov.al@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3638-4731

Fedor S. Sharko, Cand. Sc. (Biology), Kurchatov Institute Research Center, Russian Federation, Moscow, E-mail: fedosic@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1189-5597, Scopus ID: 56986506300

Svetlana V. Sharapova, Cand. Sc. (History), Institute of History and Archaeology, Ural Branch of RAS, Russian Federation, Ekaterinburg. E-mail: svetlanasharapova01@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9227-3767, Scopus ID: 6602394286

Авторский вклад:

Авторы внесли равный вклад в исследование и написание статьи, ознакомились с окончательным текстом и несут равную ответственность

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' contributions:

All authors contributed equally to the research and writing of the article, reviewed the final text and bear equal responsibility

Conflict of interests: the authors declare the absence of conflict of interests