

doi 10.18699/vjgb-25-79

Митогеномный анализ представителя черняховской культуры в Среднем Поднестровье и его генетическая связь со славянами в контексте палеоантропологических данных

Е.В. Рождественских ¹, Т.В. Андреева ^{1, 2, 3} , А.Б. Малярчук ^{2, 3}, И.Ю. Адрианова ³, Д.С. Ходырева ⁴,
А.А. Евтеев ⁴, А.П. Бужилова ⁴, Е.И. Рогаев ^{1, 5} 

¹ Научный центр генетики и наук о жизни, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория «Сириус», Краснодарский край, Россия

² Центр генетики и генетических технологий, биологический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, Россия

⁴ Научно-исследовательский институт и Музей антропологии им. Д.Н. Анучина Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁵ Медицинская школа Чан Массачусетского университета, департамент психиатрии, Шрусбери, США

 andreeva@rogaevlab.ru; evivrecc@gmail.com

Аннотация. Занимая довольно обширную территорию в пределах Русской равнины, представители черняховской культуры взаимодействовали со многими синхронными племенами, принадлежащими к другим культурным группам и населявшими смежные регионы. Предметом многолетних дискуссий является вопрос о возможном присутствии протославянского компонента в структуре населения черняховской культуры, однако до сих пор отсутствует доказательная база генетического вклада представителей данной культуры в генофонд славян в последующем историческом периоде. В статье представлены результаты краниологического и генетического анализа индивида из могильника Кринички, предположительно, относящегося к славянской части населения черняховской культуры. Проведен краниометрический сравнительный анализ нескольких серий черепов восточных славян и представителей черняховской культуры. Сопоставление внутригрупповой изменчивости в группах двух культур показало заметные различия между ними по трем первым главным компонентам. В то же время диапазон краниологической изменчивости восточных славян и носителей черняховской культуры сопоставим. Различия в женских выборках не так резко выражены, как в мужских. На основе анализа данных полногеномного секвенирования определен женский пол исследуемого индивида. Реконструирована полная последовательность митохондриальной ДНК, которая относится к гаплогруппе H5a1a1. Для этой митохондриальной линии выявлена филогенетическая связь с восемью образцами, найденными в открытых базах данных геномных последовательностей, пять из которых относятся к представителям современных западно- и восточнославянских популяций. Более того, обнаружена идентичная митохондриальная последовательность, принадлежащая исследованному нами ранее индивиду из средневекового могильника на территории современной Вологодской области, для которого рассматривается славянское происхождение. Полное совпадение последовательности мтДНК представителя черняховской культуры и этого средневекового индивида предполагает их вероятное родство по материнской линии. Таким образом, впервые на основе геномных данных показана возможная преемственность между некоторыми представителями черняховской культуры (III в. н.э.) и населения Древней Руси (вторая половина XII–начало XIII вв.).

Ключевые слова: черняховская культура; славяне; древняя ДНК; митохондриальная ДНК; H5a1a1; краниология; филогеографический анализ

Для цитирования: Рождественских Е.В., Андреева Т.В., Малярчук А.Б., Адрианова И.Ю., Ходырева Д.С., Евтеев А.А., Бужилова А.П., Рогаев Е.И. Митогеномный анализ представителя черняховской культуры в Среднем Поднестровье и его генетическая связь со славянами в контексте палеоантропологических данных. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2025;29(5):722-731. doi 10.18699/vjgb-25-79

Финансирование. Результаты получены при финансовой поддержке исследования, реализуемого в рамках государственной программы федеральной территории «Сириус» «Научно-технологическое развитие федеральной территории «Сириус»», Соглашение № 18–03 от 10.09.2024 (Т.В.А.).

Mitogenomic analysis of a representative of the Chernyakhov culture in the Middle Dniester and their genetic relationship with the Slavs in the context of paleoanthropological data

E.V. Rozhdestvenskikh ¹, T.V. Andreeva ^{1, 2, 3} , A.B. Malyarchuk ^{2, 3}, I.Yu. Adrianova ³, D.S. Khodyreva ⁴,
A.A. Evteev ⁴, A.P. Buzhilova ⁴, E.I. Rogayev ^{1, 5} 

¹ Research Center for Genetics and Life Sciences, Sirius University of Science and Technology, Sirius Federal Territory, Krasnodar region, Russia

² Centre of Genetics and Genetic Technologies, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Research Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁵ Department of Psychiatry, UMass Chan Medical School, Shrewsbury, MA, USA

✉ andreeva@rogaevlab.ru; evivrec@gmail.com

Abstract. Occupying a fairly extensive territory within the East European Plain, representatives of the Chernyakhov culture interacted with many synchronous tribes of other cultures inhabiting neighbouring regions. The question of a possible Proto-Slavic component in the population of the Chernyakhov culture is a subject of many years of discussion, but there is still no evidence for the genetic contribution of representatives of this culture to the gene pool of the Slavs in the subsequent historical period. In this study, we present the results of the craniological and genetic analysis of an individual from the Krynichki burial ground, presumably belonging to the Slavic part of the population of the Chernyakhov culture. A craniometric comparative analysis was conducted for several series of skulls of the East Slavs and representatives of the Chernyakhov culture. The comparison of intragroup variability in the groups of the two cultures showed marked differences between them in the first three principal components. At the same time, the East Slavic and Chernyakhov cultures have similar levels of craniological variability. Differences between female specimens are not so pronounced as those of males. Based on the analysis of whole-genome sequencing data, the individual from the Krynichki was identified as being a female. The complete sequence of mitochondrial DNA, which belongs to the haplogroup H5a1a1, was reconstructed. For this mitochondrial lineage, a phylogenetic relationship was revealed with eight specimens from publicly available genomic databases, five of which belong to representatives of the present-day West and East Slavic populations. Furthermore, we revealed a mitochondrial sequence identical to that from our previous research on an individual from a medieval burial site located in the modern Vologda region, which is thought to have Slavic ancestry. The complete match between the medieval individual's mtDNA sequence and that of a representative of the Chernyakhov culture points to their likely maternal ancestry. Thus, a possible continuity between representatives of the Chernyakhov culture (3rd century AD) and the population of Ancient Rus' (the second half of the 12th–early 13th centuries AD) has for the first time been shown, as genomic data suggest.

Key words: Chernyakhov culture; Slavs; ancient DNA; mitochondrial DNA; H5a1a1; craniology; phylogeographic analysis

For citation: Rozhdestvenskikh E.V., Andreeva T.V., Malyarchuk A.B., Adrianova I.Yu., Khodyreva D.S., Evteev A.A., Buzhilova A.P., Rogaev E.I. Mitogenomic analysis of a representative of the Chernyakhov culture in the Middle Dniester and their genetic relationship with the Slavs in the context of paleoanthropological data. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektii* = *Vavilov J Genet Breed.* 2025;29(5):722–731. doi 10.18699/vjgb-25-79

Введение

В конце римского периода на территории Северного Причерноморья и верховьях Днестра–Западного Буга появилось новое многокомпонентное культурное образование, именуемое черняховской культурой (Магомедов, 2001). На данный момент теория полиэтнического происхождения носителей черняховской культуры является главенствующей среди специалистов (Седов, 1979; Магомедов, 2001; Зиньковская, Колесникова, 2020). Однако однозначного ответа, какие «варварские» племена были ядром образования рассматриваемой культуры, а какие вносили свой вклад уже после ее окончательного формирования, в настоящее время нет (Щукин, 2005). Археологи обсуждают вопрос присутствия славянского или протославянского компонента в ее составе, носители которого впоследствии освоили территории, некогда принадлежавшие представителям черняховской культуры (Седов, 1979; Щукин, 1997; Терпиловский, 2000). Присутствие культурных компонентов, связанных с ранним славянством, можно увидеть в поселениях черняховцев в Среднем Поднестровье (Ляпушкин, 1968; Рикман, 1975; Винокур, 2002), однако выделить предполагаемую протославянскую составляющую только на основе археологических и антропологических методов трудно (Терпиловский, 2000; Магомедов, 2001).

Кринички – один из памятников Среднего Поднестровья (Балтский район, Одесская область); как археологический объект известно еще с конца XIX в., однако рассмотре-

него как памятника черняховской культуры началось в XX в. (Гамченко, 1911; Сымонович, 1960). Находки, обнаруженные при раскопках на этом участке в 1957–1958 гг., проводившиеся отрядом Южно-Русской экспедиции Института истории материальной культуры АН СССР, подтвердили присутствие здесь черняховцев в III–IV вв. н. э. Работы были сосредоточены в балке Лабушна посад; обнаружены однослойное поселение и могильник, датированные III–IV вв. н. э. (Сымонович, 1960). Отличительными чертами могильника были: наличие только обряда трупоположения, хотя для памятников черняховской культуры характерны в различных соотношениях как ингумация, так и обряд трупосожжения (Никитина, 1985), а также обособленность данного могильника, которую невозможно объяснить семейственностью или захоронением отдельной социальной группы (Сымонович, 1960). Среди пяти обнаруженных скелетных останков только три имеют относительно хорошую сохранность, позволяющую проводить антропологические и генетические исследования.

В нашей работе представлено исследование индивида из погребения 4, представляющего собой яму овальной формы. Скелет неполовозрелого индивида был расположен в вытянутом положении на спине с ориентировкой головы на северо-восток и, предположительно, согласно сопровождающим артефактам, принадлежал девочке-подростку. Были найдены две бронзовые арбалетные фибулы подвижного типа и набор женских предметов: стеклянные

бусы, костяной многочастный гребень, скрепленный бронзовыми гвоздиками, глиняное пряслице цилиндрической формы с украшением по бокам в виде циркульных окружностей. Также в захоронении у левого локтя индивида лежала бронзовая посоховидная булавка, которая, предположительно, служила для закрепления ленты в косе (Никитина, 2008). Примечательно, что обычай украшения косы лентой был распространен у восточнославянских женщин вплоть до XIX–XX вв., что может быть косвенным признаком связи погребенной со славянским населением (Чистов, 1987).

Комплексные генетические исследования представителей черняховской культуры с привлечением антропологических данных могут помочь в определении их возможного генетического вклада в формирование славянских групп. При этом анализ митохондриального генома уже показал свою эффективность для получения информации об исторических процессах, и прежде всего о миграционных событиях (Андреева и др., 2024), а также для определения родственных связей между отдельными субъектами (Андреева и др., 2023б) и вероятного происхождения исследуемых индивидов (Андреева и др., 2023а).

Целью настоящего исследования стала комплексная оценка присутствия славянского компонента у представителей черняховской культуры с учетом данных палеоантропологии и генетики.

Материалы и методы

Были измерены и проанализированы 153 черепа представителей черняховской культуры из фондов Научно-исследовательского института и Музея антропологии МГУ; также для сравнительного анализа методами статистики изучено несколько краниологических серий восточных славян (229 черепов) (табл. 1). Подобранные для анализа материалы частично перекрывались географически, так как славянские группы занимали заметно большую территорию, чем черняховские.

При анализе использовали восемь измерений лицевого отдела черепа (Алексеев, Дебец, 1964): средняя ширина лица (46 Март.), верхняя высота лица (48 Март.), ширина орбиты (51 Март.), высота орбиты (52 Март.), ширина носа (54 Март.), высота *subspinale* над зигомаксиллярной хордой, симметрические ширина (SC Биом.) и высота (SS Биом.). Статистический анализ краниометрических данных вычисления проводили с помощью метода главных компонент (ГК) и ряда основанных на них дополнительных аналитических приемов в программе World PCA (подробное описание см. (Evteev et al., 2021)).

В качестве материала для проведения генетического анализа использован костный фрагмент из пирамиды височной кости музейного образца № 10917 (рис. 1, а), принадлежавшей подростку из погребения 4 памятника Кринички (см. рис. 1, б). Данное погребение датируется 230–270 гг. н. э. (Никитина, 2008).

Для извлечения препарата древней ДНК в специализированных стерильных помещениях на базе АНОО ВО «Университет “Сириус”» была отделена область улитки и взята часть массой 0.236 г. Работы по получению костного порошка и выделению из него ДНК проводили в соответствии с ранее описанным протоколом (Andreeva

et al., 2022). Препарат ДНК имеет идентификационный номер AB93.

Оценку качества ДНК проводили на приборе Agilent Bioanalyzer 2100 с использованием набора High Sensitivity DNA chip (“Agilent”). Из этой древней ДНК была приготовлена геномная библиотека (Gansauge et al., 2017), которую секвенировали на платформе Illumina HiSeq 2500 в режиме одноконцевых прочтений.

Биоинформатический анализ данных секвенирования включал несколько этапов. Для удаления адаптерных последовательностей использовали AdapterRemoval v2 (Schubert et al., 2016). Полученные нуклеотидные последовательности длиной более 30 нуклеотидов картировали на референсные геномы rCRS/NC_012920.1 (митохондриальный геном) (Anderson et al., 1981) и hg19/GRCh37 (ядерный геном человека) с помощью программы BWA (Li, Durbin, 2009). Для определения аутентичности древней ДНК проведена оценка уровня замен С→Т на концах прочтений, характерных для древней ДНК, с использованием MapDamage v.2.2.1 (Jónsson et al., 2013). Оценку контаминации проводили с помощью программы Schmutzi (Renaud et al., 2015). Для установления генетического пола исследуемого образца выявляли соотношение среднего покрытия половых хромосом (отдельно X и Y) к покрытию аутосом.

Для реконструкции митохондриальной последовательности (мтДНК) использовали прочтения с показателем качества картирования MQ > 20. Детекцию генетических вариантов в изучаемом образце производили с применением пакета BSFtools (Danecek et al., 2021). Дополнительно были проведены фильтрация по качеству определенных генотипов (QUAL > 30) и нормализация обнаруженных вставок и делеций. Найденные варианты нуклеотидных замен в митохондриальной ДНК проверяли в программе IGV (integrative genomics viewer) (Robinson et al., 2011).

Определение митохондриальной гаплогруппы образца выполняли с применением Haplogrep3 (Schönherr et al., 2023) на основе данных Phylotree build 17 (Van Oven, 2015), дополнительно использовали базу данных YFull MTree 1.02 (<https://www.yfull.com/mtree/>).

Поиск последовательностей мтДНК как современных, так и древних индивидов, имеющих максимальное сходство с образцом AB93, осуществляли в открытых базах данных NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>), Allen Ancient DNA Resource (AADR) (Mallick et al., 2024), YFull MTree 1.02 (<https://www.yfull.com/mtree/>) и AmtDB (Ehler et al., 2019). Для поиска и отбора последовательностей в базе данных NCBI использовали сервис BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) с указанием критериев Query cover – 100 % и Percent Identity – не ниже 99.98 %.

Для выполнения филогеографического анализа использовали программу mtPhyl (Eltsov, Volodko, 2016), с применением метода максимального правдоподобия. При построении основной клады, объединяющей образцы с наименьшим числом нуклеотидных замен, учитывали все позиции митохондриальной последовательности. Для образцов из предковой гаплогруппы из анализа исключали участки поли-(С)-трактов, участки tandemных повторов 522–524 и 573–576, а также нуклеотидную позицию 16519, характеризующуюся высокой частотой мутаций.

Таблица 1. Краниологические серии, использованные в антропологическом анализе

№ п/п	Серия	Географическое расположение памятника	Число изученных черепов	
			мужских	женских
Краниологические выборки представителей черняховской культуры (153 инд.)				
1	Баев	Волынская область		2
2	Будешты	Дубоссарский район	14	9
3	Викторовка	Николаевская область	1	1
4	Гавриловка	Херсонская область	6	8
5	Городок	Ровенская область		1
6	Данилова балка	Кировоградская область	7	1
7	Деревянная	Киевская область	1	1
8	Журавка	Черкасская область	32	27
9	Коблево	Николаевская область	7	2
10	Кривчаны	Хмельницкая область		1
11	Кринички	Одесская область	2	
12	Малаешты	Приднестровье	2	4
13	Михайловка	Херсонская область	3	
14	Ранжевое	Одесская область	1	1
15	Ридкодубы	Хмельницкая область	1	
16	Ромашки	Киевская область	2	
17	Ружичанка	Хмельницкая область	1	1
18	Сабодаш	Черкасская область		1
19	Фурмановка	Одесская область	1	
20	Черняхов	Киевская область	8	2
21	Чистилев	Тернопольская область	2	
		Всего	91	62
Краниологические выборки восточных славян (229 инд.)				
1	Новгородские могильники (Которск III, Удрай II, Удрай IV, Ретенское озеро, Логовеще, Конезерье, Славенка, Озертицы и Хрепле)	Новгородская область, по (Санкина, 2012)	48	
2	Костромская группа курганов (Плес, Городок, Новоселки)	Костромская область, по (Aleksiejewa, 1966)	12	
3	Курганные группы в бассейне среднего течения р. Москвы (Ильинское, Косино, Спас-Тушино, Лепешки)	Московская область, по (Aleksiejewa, 1966)	16	10
4	Курганные группы в зоне смоленского течения р. Днепра (Волочек, Сельцо, Варнавино, Селище, Старая Рудня, Ивановичи)	Смоленская область, по (Aleksiejewa, 1966)	27	28
5	Серия владимирско-рязанско-нижегородской группы курганов (Зиминки, Муром, Поповская, Городище, Терехово)	Владимирская, Рязанская, Нижегородская области, по (Aleksiejewa, 1966)	22	
6	Черниговская группа курганов (Гущино, Бахмач, Стольное, Шестовицы)	Черниговская область, по (Aleksiejewa, 1966)	13	
7	Переяславская группа курганов (Переяслав-Хмельницкий, Медвежье, Липовое)	Полтавская область, по (Aleksiejewa, 1966)	32	
8	Курганные группы по среднему течению р. Десны (Гочево, Александровка, Красное, Голубица, Сетный хутор)	Курская и Черниговская области, по (Aleksiejewa, 1966)		21
		Всего	170	59

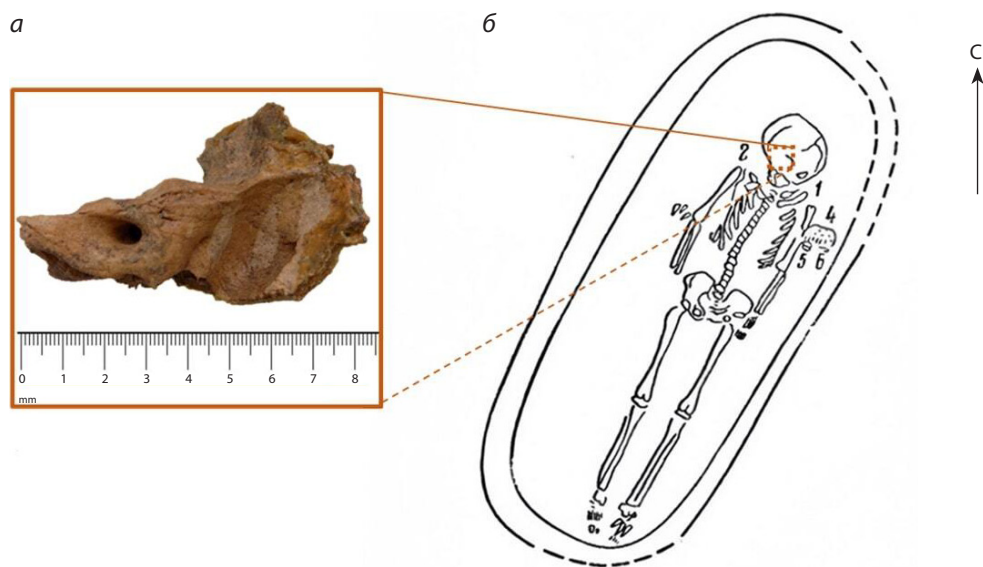


Рис. 1. Антропологический материал, использованный для генетического анализа.

а – пирамида правой височной кости индивида № 10917; б – схема погребения 4 из могильника в с. Кринички (Сымонович, 1960).

Результаты

На первом этапе работы проведено исследование нескольких краниологических серий черепов восточных славян и представителей черняховской культуры. На примере мужских черепов «черняховцев» было показано, что первые две главные компоненты (ГК) описывают суммарно 47.5 % изменчивости, а первые четыре – 78.5 %. Заметные различия наблюдаются по первым двум компонентам (рис. 2). Индивидам с большими значениями ГК1 свойственно увеличение высоты и ширины лица, профилировки нижней части лица, в меньшей степени – высоты глазницы и ширины носа. Индивидам с большими значениями ГК2 характерно уменьшение ширины лица, сочетающееся с увеличением размеров спинки носа. В целом изученные группы не формируют резко выраженные кластеры. Тем не менее расчет внутригрупповых средних попарных евклидовых расстояний по значениям ГК1–4 (СПЕР) показал, что выборки из Будешты и Черняхова (левобережье

Днестра, соврем. Дубоссарский район, Молдавия и соврем. Киевская область, Обуховский район, Украина соответственно) являются наиболее однородными ($СПЕР \leq 2.7$), тогда как серия из Гавриловки (соврем. Херсонская область, Украина) существенно более гетерогенна ($СПЕР \leq 4.5$).

В анализе женских черепов первые две ГК описывают суммарно 46 % общей изменчивости, первые четыре – 73.7 %. Морфологический смысл ГК1 полностью соответствует таковому в мужской части выборки: индивидам с большими значениями этой компоненты свойственно увеличение размеров лица, ширины глазницы и носа, усиление горизонтальной профилировки. Сходен в целом и смысл ГК2, которая описывает в первую очередь увеличение размеров носовых костей (в области больших значений). Таким образом, основные тенденции морфологической изменчивости лицевого отдела черепа в мужской и женской частях объединенной серии черняховской культуры обнаруживают сходство (см. рис. 2).

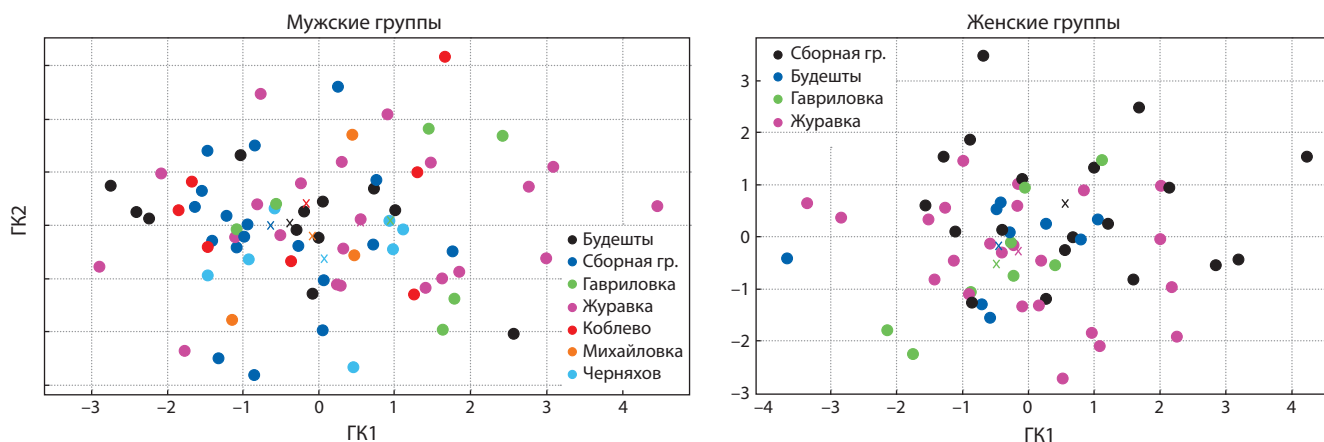


Рис. 2. Положение исследованных групп черняховской культуры в пространстве ГК1 и ГК2.

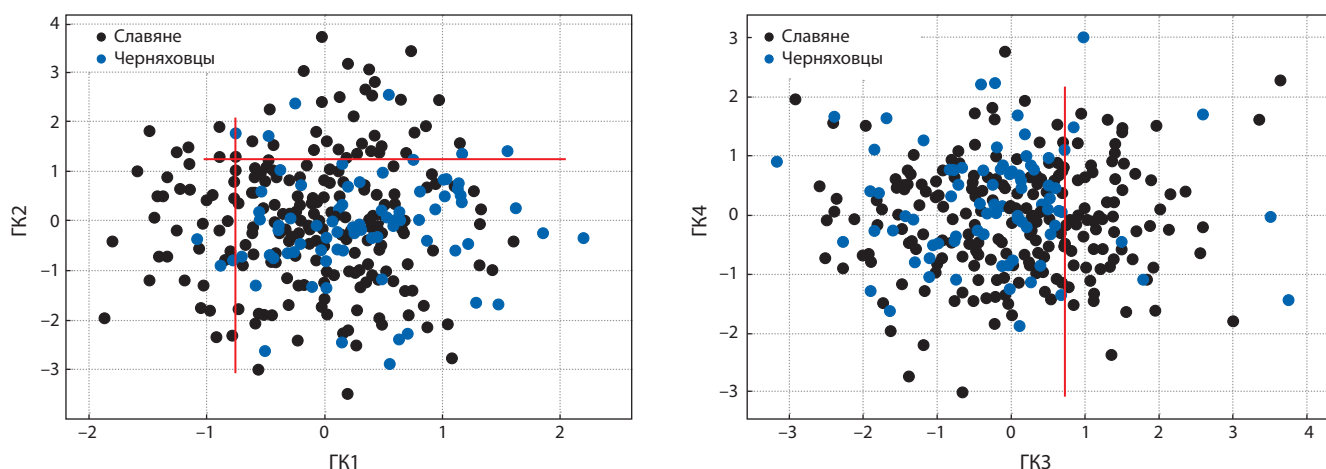


Рис. 3. Положение исследованных мужских черепов в пространстве четырех ГК (восточные славяне и представители черняховской культуры совместно).

Красные линии на рисунке ограничивают кластер восточных славян и черняховцев со сходными показателями ГК от кластера восточных славян со значительно отличающимися показателями.

Далее методом главных компонент был проведен сравнительный анализ выборок восточных славян и носителей черняховской культуры, показавший на примере мужских выборок заметные различия между ними по трем первым главным компонентам (рис. 3). Согласно критерию Кайзера (Дерябин, 2008), значимыми можно считать первые три ГК, а также условно и четвертую (собственное число 0.97). В то же время общий диапазон краниологической изменчивости восточных славян и носителей черняховской культуры вполне сопоставим (внутригрупповые СПЕР – 3.18 и 3.07 соответственно). Отметим, что некоторые локальные мужские серии черепов (Будешты и Черняхов) сближаются с восточнославянскими группами (смоленской, костромской и владимирско-рязанско-нижегородской земли). В обобщенных женских сериях черепов различия выражены не столь отчетливо, как в мужских.

На втором этапе проведен генетический анализ материала. Была реконструирована полная последовательность митохондриальной ДНК для образца костного фрагмента из черепа, принадлежащего представителю черняховской культуры. Данный индивид имеет предположительно протославянскую составляющую согласно археологическому контексту.

По результатам секвенирования и первичного биоинформатического анализа было получено около 115.8 млн коротких прочтений, из которых 51.5 % картировано на референсный геном человека. Повышенная частота замен С→Т, наблюдаемая по всей длине фрагментов (рис. 4), подтверждает аутентичность образца АВ93 древней ДНК. Такой специфичный признак, как «повышенный уровень дезаминирования ДНК», связан с постмортальными изменениями и хорошо маркирует ДНК, полученную из археолого-антропологических образцов. По отношению среднего покрытия половых хромосом и аутосом была показана принадлежность образца индивиду женского пола, что совпадает с археологическим описанием.

В результате картирования прочтений на референсный митохондриальный геном человека (NC_012920.1)

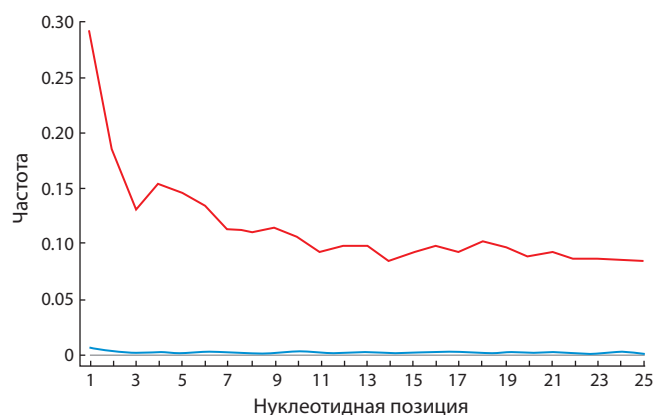


Рис. 4. Профиль нуклеотидных замен, полученный с помощью программы mapDamage2 (Jónsson et al., 2013) для прочтений, картированных на митохондриальный референсный геном.

Красной линией обозначены специфичные для древней ДНК замены С→Т среди первых 25 нуклеотидов с 5'-конца фрагментов ДНК.

реконструирована полная митохондриальная последовательность со средней глубиной покрытия x48,32, что позволило определить митохондриальную гаплогруппу исследуемого образца и провести филогеографический анализ. Обнаруженные при анализе последовательности мтДНК образца АВ93 варианты характерны для гаплогруппы H5a1a1 (табл. 2).

Помимо гаплообразующих вариантов, в последовательности мтДНК исследуемого образца найдена замена А на Г в нуклеотидной позиции 93 в гипервариабельном регионе 2 (ГВР2). Данный вариант не определяет гаплогруппу и является частным вариантом гаплотипа образца АВ93.

Для филогеографического анализа в базах данных полных митохондриальных последовательностей были отобраны образцы, принадлежащие к гаплогруппам H5a1a и H5a1a1, а также проведен поиск последовательностей

Таблица 2. Варианты однонуклеотидных замен, образующие митохондриальные гаплогруппы и выявленные в митохондриальной последовательности АВ93

Координата нуклеотидной замены на митохондриальном референсном геноме rCRS	Референсный вариант→ вариант АВ93	Гаплогруппа, образуемая заменой
456	C→T	H5'36
16304	T→C	H5
4336	T→C	H5a
15833	C→T	H5a1
721	T→C	H5a1a
16483	G→A	H5a1a1

мтДНК, отличающихся не более чем на три гаплогруппы образующие замены. Таким образом, для проведения фило-географического анализа было отобрано 38 образцов, включая АВ93, для которых известна географическая, этническая или культурная принадлежность. Из них три последовательности принадлежали древним индивидам (табл. 3) и 35 – современным.

На рис. 5 представлен фрагмент полученного фило-географического дерева митохондриальной линии H5a1a, на котором из восьми найденных в базах данных образцов пять принадлежат представителям современных славянских популяций, а один – ранее исследованному индивиду из средневекового могильника в современной Вологодской области. Данный индивид относится ко второй половине XII–началу XIII в. и имеет славянское происхождение (Рождественских и др., 2024). Последовательности мтДНК представителя черняховской культуры (АВ93) и средневекового индивида (DB37) из памятника Минино II оказались идентичными.

Обсуждение

По результатам проведенного антропологического анализа морфологическая изменчивость в общей выборке черняховской культуры демонстрирует в целом равно-

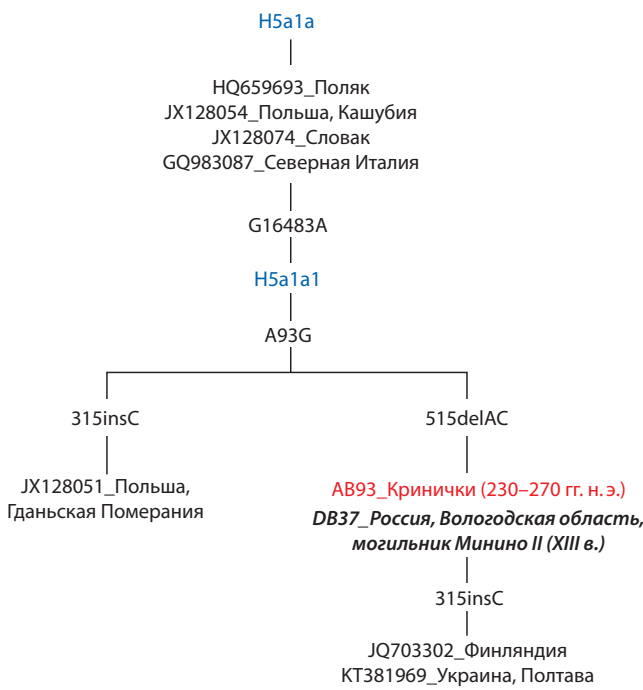


Рис. 5. Фрагмент филогеографического дерева, полученного с помощью программы mtPhyl для образцов мтДНК, принадлежащих к митохондриальной ветви H5a1a. Исследуемый образец обозначен красным цветом, древний индивид – полужирным курсивом. Для современных образцов приведены идентификационный номер и географическая/этническая принадлежность. Синим цветом обозначены гаплогруппы линии H5a1. Для транзаций указаны номер позиции и вариант замены. ins – инсерция и ее положение в геноме, del – делеция с указанием позиции в геноме отсутствующих нуклеотидов.

мерный характер в пространстве главных компонент, без выделения ярко выраженных кластеров. При этом общий размах краниологической изменчивости велик и не уступает таковому в обобщенных краниологических сериях по всей территории расселения средневековых восточных славян. Этот результат свидетельствует о том, что краниологические серии представителей черняховской культуры обладают неоднородностью, в том числе, возможно, обусловленной генетическими факторами.

Таблица 3. Древние образцы, митохондриальные последовательности которых принадлежат к гаплогруппе H5a1a

Образец	Датировка	Культурная принадлежность	Регион, памятник	Гаплогруппа*	Литературный источник
AB93	230–270 гг. н. э.	Черняховская культура	Одесская область, могильник Кринички	H5a1a	Данное исследование
MH605032 (BM5)	Ранний бронзовый век	Фракийская культура	Болгария, Берекетска могила	H5a1a	Modi et al., 2019
DB37	Вторая половина XII–начало XIII в. н. э.	Русский Север	Вологодская область, Минино II	H5a1a	Рождественских и др., 2024
PCA0044	100–300 гг. н. э.	Вельбаркская культура	Польша, Ковалевко	H5a1a	Stolarek et al., 2023
PCA0403	XI–XII вв. н. э.	–	Польша, Любушское воеводство, Санток	H5a1a	Stolarek et al., 2023

* Гаплогруппа указана в соответствии с классификацией консенсусного дерева PhyloTree; фоном отмечены образцы, не вошедшие в филогеографический анализ.

Митохондриальная последовательность представителя черняховской культуры АВ93 относится к гаплогруппе H5a1a1, которая принадлежит к предковой кладе H5a1a. Данная предковая гаплогруппа распространена в настоящее время в Центральной и Восточной Европе среди представителей славянского населения (Mielnik-Sikorska et al., 2013; Malyarchuk et al., 2017). Ее обнаруживают как среди восточных славян (русские, украинцы, белорусы), так и среди западных (поляки, чехи, словаки, кашубы) (Mielnik-Sikorska et al., 2013; Malyarchuk et al., 2017). С наибольшей частотой (13.29 % от общей выборки) гаплогруппа H5a1a встречается у современных жителей Польши (<https://www.familytreedna.com/>).

Все выявленные древние индивиды, у которых митохондриальные последовательности принадлежат к гаплогруппе H5a1a, происходят с территории Восточной Европы. Самый ранний носитель этой гаплогруппы относится к периоду раннего бронзового века и найден на территории современной Болгарии, в восточной части Балканского полуострова (Фракии) (Modi et al., 2019). На территории Польши гаплогруппа H5a1a обнаружена у представителя вельбаркской культуры (100–300 гг. н. э.) (Stolarek et al., 2023), а также у средневекового индивида из некрополя Санток на западе Польши. Данный некрополь относят к местному населению Померании и датируют XI–XII вв. н. э. (Stolarek et al., 2023). Предполагается, что основу вельбаркской культуры составляло автохтонное население бассейна рек Висла и Западный Буг, а также готские племена, переселившиеся с юга Скандинавии (Stolarek et al., 2023). Кроме того, считается, что местные племена представляли собой протославянское население Восточной Европы (Гжесик, 2017). Примечательно, что при исследовании гипервариабельных регионов митохондриальных последовательностей выявлена преемственность митохондриальных линий на территории современной Польши, начиная по крайней мере с римского времени, при этом было показано, что местные материнские линии принадлежат к митохондриальной ветви H5a1 (Juras et al., 2014).

Мы обнаружили, что митохондриальная последовательность исследуемого представителя черняховской культуры Среднего Поднестровья полностью совпадает с последовательностью средневекового индивида с Русского Севера (территория современной Вологодской области) (Рождественских и др., 2024). Следует отметить, что, хотя погребение этого юноши расположено в регионе, преимущественно населенном местными финно-угорскими племенами, оно было выдержано в нормах христианского обычая захоронений (Археология севернорусской деревни..., 2007) и относится к периоду активных взаимодействий славянских и финно-угорских групп на ранних этапах формирования Древнерусского государства. Наиболее вероятно, что юноша был не местным представителем славянского населения (Рождественских и др., 2024). Идентичность митохондриальных последовательностей предполагает вероятное родство по материнской линии этих двух индивидов – девочки-подростка из погребения на юге Руси и юноши из северного могильника, что позволяет предположить вероятные пути миграции древнего населения в пределах Русской равнины.

Заключение

Проведенный нами краниологический анализ демонстрирует сопоставимый диапазон краниологической изменчивости восточных славян и носителей черняховской культуры. Генетический анализ также свидетельствует о том, что выявленная у представителя черняховской культуры митохондриальная линия характерна для славянских групп, как современных, так и древних, населявших территории, связанные с вероятным происхождением и расселением славян. В связи с этим мы можем предполагать наличие генетической связи по материнской линии между представителями черняховской культуры и древним населением Восточной Европы, на основе которого сформировалась славянская общность. Однако следует отметить, что впервые полученные нами в результате анализа митохондриальных геномов данные о генетической связи представителей черняховской культуры и славян требуют дальнейших подтверждений как с использованием дополнительных генетических маркеров, так и с привлечением дополнительного антропологического материала.

Список литературы / References

- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1964
- [Alekseev V.P., Debets G.F. Craniometry. Anthropological Research Methods. Moscow: Nauka Publ., 1964 (in Russian)]
- Андреева Т.В., Добровольская М.В., Седов В.В., Вдовиченко М.В., Решетова И.К., Сошкина А.Д., Дудко Н.А., Быданов А.С., Адрианова И.Ю., Бужилова А.П., Рогаев Е.И. Люди из каменного саркофага № 11 Юрьева монастыря: генетическая история на основе митохондриальных геномов. *Краткие сообщения Института археологии*. 2023a;270:418-437. doi 10.25681/IARAS.0130-2620.270.418-437
- [Andreeva T.V., Dobrovolskaya M.V., Sedov V.V., Vdovichenko M.V., Reshetova I.K., Soshkina A.D., Dudko N.A., Bydanov A.S., Adrianova I.Yu., Buzhilova A.P., Rogaev E.I. People from the stone sarcophagus No. 11 at the St. Georges (Yuriev) Monastery: a genetic history based of mitochondrial genomes. *Kratkie Soobshcheniya Instituta Archeologii = Brief Communications of the Institute of Archaeology*. 2023a;270:418-437. doi 10.25681/IARAS.0130-2620.270.418-437 (in Russian)]
- Андреева Т.В., Малярчук А.Б., Родинкова В.Е., Сошкина А.Д., Рождественских Е.В., Добровольская М.В., Рогаев Е.И. Индивид волынцевского времени из Куриловки: первые археогенетические данные. *Российская археология*. 2023b;(3):57-71. doi 10.31857/S0869606323030030
- [Andreeva T.V., Malyarchuk A.B., Rodinkova V.E., Soshkina A.D., Rozhdestvenskikh E.V., Dobrovolskaya M.V., Rogaev E.I. An individual of the Volyntsevo period from Kurilovka: the first archeogenetic data. *Russijskaja Archeologija = Russian Archaeology*. 2023b;(3):57-71. doi 10.31857/S0869606323030030 (in Russian)]
- Андреева Т.В., Жилин М.Г., Малярчук А.Б., Энговатова А.В., Сошкина А.Д., Добровольская М.В., Бужилова А.П., Рогаев Е.И. Археогеномика человека из слоя верхневолжской культуры – наибольшее генетическое сходство с восточно-европейскими охотниками-собираателями и древними представителями мезолита/неолита Европы. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*. 2024;64:113-125. doi 10.20874/2071-0437-2024-64-1-10
- [Andreeva T.V., Zhilin M.G., Malyarchuk A.B., Engovatova A.V., Soshkina A.D., Dobrovolskaya M.V., Buzhilova A.P., Rogaev E.I. Archaeogenomics of humans from the layer of the Upper Volga Culture revealed their greatest genetic similarity with Eastern European hunter-gatherers and ancient representatives of Mesolithic/Neolithic Europe. *Vestnik Archeologii, Antropologii i Etnografii*. 2024;64:113-125. doi 10.20874/2071-0437-2024-64-1-10 (in Russian)]

- Археология севернорусской деревни X–XIII веков: средневековые поселения и могильники на Кубенском озере: в 3 т. Том I: Поселения и могильники. М.: Наука, 2007. Доступно: https://archaeolog.ru/media/series/arch-northrus-village/Arch_northrus_village-1.pdf
[Archaeology of the Northern Russian Village of the 10–13th Centuries: Medieval Settlements and Burial Grounds on Lake Kubenskoye, Vol. I: Settlements and Burial Grounds. Moscow: Nauka Publ., 2007. Available at: https://archaeolog.ru/media/series/arch-northrus-village/Arch_northrus_village-1.pdf (in Russian) (in Russian)]
- Винокур И.С. Славяно-фракийские контакты в Среднем и Верхнем Поднестровье. В: Древнейшие общности земледельцев и скотоводов Северного Причерноморья (V тыс. до н.э.–V в. н.э.). Тирасполь, 2002;400–404
[Vinokur I.S. Slavic-Thracian contacts in the Middle and Upper Transnistria. In: Ancient Communities of Farmers and Herders in the Northern Black Sea Region (5th millennium BC–5th century AD). Tiraspol, 2002;400–404 (in Russian)]
- Гамченко С.С. Археологические исследования в Подолье по трипольской культуре в 1909 г. СПб., 1911
[Gamchenko S.S. Archeological Research on the Tripoli Culture in Podillya in 1909. St. Petersburg, 1911]
- Гжесик Р. Этногенез славян в польской исторической рефлексии XX–XXI вв. *Studia Slavica et Balcanica Petropolitana*. 2017;(2): 107–121. doi 10.21638/11701/spbu19.2017.209
[Grzesik R. Ethnogenesis of the Slavs in the Polish historical reflection of the 20th–21st century. *Studia Slavica et Balcanica Petropolitana*. 2017;(2):107–121. doi 10.21638/11701/spbu19.2017.209 (in Russian)]
- Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М.: Изд-во МГУ, 2008
[Deryabin V.E. Lectures on Multidimensional Biometrics for Anthropologists. Moscow: Moscow State University Publ., 2008 (in Russian)]
- Зиньковская И.В., Колесникова А.Ю. Проблемы черняховской культуры в современной украинской археологии (2000–2019 годы). *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: История. Политология. Социология*. 2020;(1):35–40
[Zinkovskaya I.V., Kolesnikova A.Y. Problems of the Chernyakhov culture in modern Ukrainian archaeology (2000–2019). *Vestnik VGU. Seriya: Istoriya. Politologiya. Sotsiologiya = Proceedings of Voronezh State University. Series: History. Political Science. Sociology*. 2020;(1):35–40 (in Russian)]
- Ляпушкин И.И. Славяне Восточной Европы накануне образования древнерусского государства (VIII–первая половина IX в.). Л.: Наука, 1968
[Lyapushkin I.I. Slavs of Eastern Europe on the eve of the formation of the Old Russian state (8th–the first half of the 9th century). Leningrad: Nauka Publ., 1968 (in Russian)]
- Магомедов Б.В. Черняховская культура. Проблема этноса. Lublin, 2001. Доступно: http://www.archaeology.ru/Download/Magomedov/Magomedov_2001_Czerniachov_ethnos.pdf
[Magomedov B.V. Chernyakhov Culture: The Issue of Ethnicity. Lublin, 2001. Available at: http://www.archaeology.ru/Download/Magomedov/Magomedov_2001_Czerniachov_ethnos.pdf (in Russian)]
- Никитина Г.Ф. Систематика погребального обряда племен черняховской культуры. М.: Наука, 1985
[Nikitina G.F. Systematics of Burial Rituals among Chernyakhov Culture Tribes. Moscow: Nauka Publ., 1985 (in Russian)]
- Никитина Г.Ф. Черняховская культура Поднестровья (по результатам анализа археологических источников). М.: Таус, 2008. Доступно: https://archaeolog.ru/media/books_2008/Nikitina_2008.pdf
[Nikitina G.F. Chernyakhov Culture in Transnistria according to the Analysis of Archaeological Data. Moscow: Taus Publ., 2008. Available at: https://archaeolog.ru/media/books_2008/Nikitina_2008.pdf (in Russian)]
- Рикман Э.А. Этническая история населения Поднестровья и прилегающего Подунавья в первых веках нашей эры. М.: Наука, 1975
[Rickman E.A. The Ethnic History of Transnistria and the Adjacent Danube Region in the First Centuries of Common Era. Moscow: Nauka Publ., 1975 (in Russian)]
- Рожественских Е.В., Манахов А.Д., Андреева Т.В., Кунижева С.С., Мальячук А.Б., Быданов А.С., Савинецкий А.Б., Крылович О.А., Добровольская М.В., Бужилова А.П., Макаров Н.А., Робаев Е.И. Юноша с хорьком из средневекового могильника Минино на Кубенском озере: археогенетическая идентификация. *Краткие сообщения Института археологии*. 2024;274: 348–368. doi 10.25681/IARAS.0130-2620.274.348-368
[Rozhdestvenskikh E.V., Manakhov A.D., Andreeva T.V., Kunizheva S.S., Malyarchuk A.B., Bydanov A.S., Savinetsky A.B., Krylovich O.A., Dobrovol'skaya M.V., Buzhilova A.P., Makarov N.A., Rogaev E.I. A youth with a polecat from the medieval Minino cemetery at the Kubenskoe Lake: archaeogenetic identification. *Kratkiye Soobshcheniya Instituta Arkheologii = Brief Communications of the Institute of Archaeology*. 2024;274:348–368. doi 10.25681/IARAS.0130-2620.274.348-368 (in Russian)]
- Санкина С.Л. Этническая история средневекового населения Новгородской земли по данным антропологии. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012
[Sankina S.L. The Ethnic History of the Medieval Population of the Novgorod Land According to Anthropological Data. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 (in Russian)]
- Седов В.В. Происхождение и ранняя история славян. М.: Наука, 1979
[Sedov V.V. The Origin and Early History of the Slavs. Moscow: Nauka Publ., 1979 (in Russian)]
- Сымонович Э.А. Памятники черняховской культуры в с. Кричики. Черняховская культура. *Материалы и исследования по археологии СССР*. 1960;82:239–252.
[Symonovich E.A. Artifacts of the Chernyakhov culture in the village of Krinichki. Chernyakhov culture. *Materialy i Issledovaniya po Arkheologii SSSR = Materials and Studies on USSR Archeology*. 1960;82:239–252 (in Russian)]
- Терпиловский Р.В. Киевская и черняховская культуры. Проблема контактов. *Stratum plus. Археология и культурная антропология*. 2000;(4):303–311
[Terpilovsky R.V. The Kiev and Chernyakhovskaya cultures: contacts. *Stratum plus. Archaeology and Cultural Anthropology*. 2000; (4):303–311 (in Russian)]
- Щукин М.Б. Стратум, структуры и катастрофы: Рождение славян. СПб.: Нестор, 1997;110–147
[Shchukin M.B. Stratum: Structures and Catastrophes: The Birth of Slavs. St. Petersburg: Nestor Publ., 1997;110–147 (in Russian)]
- Щукин М.Б. Готский путь (готы, Рим и черняховская культура). СПб.: СПбГУ, 2005
[Shchukin M.B. The Gothic Way: Goths, Rome, and the Chernyakhov Culture). Saint-Petersburg: St. Petersburg State University Publ., 2005 (in Russian)]
- Чистов К.В. Этнография восточных славян. М.: Наука, 1987
[Chistov K.V. Ethnography of Eastern Slavs. Moscow: Nauka Publ., 1987 (in Russian)]
- Aleksiejewa T. Wschodniosłowiańskie czaszki z kurhanów plemiennych. *Materialy i prace antropologiczne*. Kraków, 1966;3–142
[Alexeyeva T. East Slavic skulls from tribal barrows. *Materialy i prace Antropologiczne = Anthropological Materials and Studies*. Kraków, 1966;3–142 (in Polish)]
- Anderson S., Bankier A.T., Barrell B.G., de Bruijn M.H., Coulson A.R., Drouin J., Eperon I.C., Nierlich D.P., Roe B.A., Sanger F., Schreier P.H., Smith A.J., Staden R., Young I.G. Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature*. 1981;290(5806):457–465. doi 10.1038/290457a0
- Andreeva T.V., Manakhov A.D., Gusev F.E., Patrikeev A.D., Golovanova L.V., Doronichev V.B., Shirobokov I.G., Rogaev E.I. Genomic analysis of a novel Neanderthal from Mezmaiskaya Cave provides insights into the genetic relationships of Middle Palaeolithic population. *Sci Rep*. 2022;12(1):13016. doi 10.1038/s41598-022-16164-9

- BLAST – Basic Local Alignment Search Tool. Available: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Danecek P., Bonfield J.K., Liddle J., Marshall J., Ohan V., Pollard M.O., Whitwham A., Keane T., McCarthy S.A., Davies R.M., Li H. Twelve years of SAMtools and BCFtools. *GigaScience*. 2021; 10(2):giab 008. doi 10.1093/gigascience/giab008
- Ehler E., Novotný J., Juras A., Chylenski M., Moravcik O., Paces J. AmtDB: a database of ancient human mitochondrial genomes. *Nucleic Acids Res*. 2019;47(D1):D29-D32. doi 10.1093/nar/gky843
- Eltsov N., Volodko N. MtPhul: Software tool for human mtDNA analysis and phylogeny reconstruction. 2016. Available online: <http://eltsov.org> (Available from: <https://sites.google.com/site/mtphyl/home>)
- Evteev A.A., Staroverov N.E., Potrakhov N.N. Analytical techniques and software for the study of intragroup metric variation using principal component analysis. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. 2021;33(1):7539. doi 10.4000/bmsap.7539
- FamilyTreeDNA. Available: <https://www.familytreedna.com/>
- Gansauge M.T., Gerber T., Glocke I., Korlevic P., Lippik L., Nagel S., Reihl L.M., Schmidt A., Meyer M. Single-stranded DNA library preparation from highly degraded DNA using T4 DNA ligase. *Nucleic Acids Res*. 2017;45(10):e79. doi 10.1093/nar/gkx033
- Jónsson H., Ginolhac A., Schubert M., Johnson P.L., Orlando L. mapDamage2.0: fast approximate Bayesian estimates of ancient DNA damage parameters. *Bioinformatics*. 2013;29(13):1682-1684. doi 10.1093/bioinformatics/btt193
- Juras A., Dabert M., Kushniarevich A., Malmström H., Raghavan M., Kosicki J.Z., Metspalu E., Willerslev E., Piontek J. Ancient DNA reveals matrilineal continuity in present-day Poland over the last two millennia. *PLoS One*. 2014;9(10):110839. doi 10.1371/journal.pone.0110839
- Li H., Durbin R. Fast and accurate short read alignment with Burrows–Wheeler transform. *Bioinformatics*. 2009;25(14):1754-1760. doi 10.1093/bioinformatics/btp324
- Mallick S., Micco A., Mah M., Ringbauer H., Lazaridis I., Olalde I., Patterson N., Reich D. The Allen Ancient DNA Resource (AADR) a curated compendium of ancient human genomes. *Sci Data*. 2024; 11(1):182. doi 10.1038/s41597-024-03031-7
- Malyarchuk B., Litvinov A., Derenko M., Skonieczna K., Grzybowski T., Grosheva A., Shneider Y., Rychkov S., Zhukova O. Mitogenomic diversity in Russians and Poles. *Forensic Sci Int Genet*. 2017;30:51-56. doi 10.1016/j.fsigen.2017.06.003
- Mielnik-Sikorska M., Daga P., Malyarchuk B., Derenko M., Skonieczna K., Perkova M., Dobosz T., Grzybowski T. The history of Slavs inferred from complete mitochondrial genome sequences. *PLoS One*. 2013;8(1):e54360. doi 10.1371/journal.pone.0054360
- Modi A., Nesheva D., Sarno S., Vai S., Karachanak-Yankova S., Luiselli D., Pilli E., ... Antonova O., Hadjidekova S., Galabov A., Toncheva D., Caramelli D. Ancient human mitochondrial genomes from Bronze Age Bulgaria: new insights into the genetic history of Thracians. *Sci Rep*. 2019;9(1):5412. doi 10.1038/s41598-019-41945-0
- Renaud G., Slon V., Duggan A.T., Kelso J. Schmutzi: estimation of contamination and endogenous mitochondrial consensus calling for ancient DNA. *Genome Biol*. 2015;16:224. doi 10.1186/s13059-015-0776-0
- Robinson H.J., Thorvaldsdóttir H., Winckler W., Guttman M., Lander E.C., Getz G., Mesirov J.P. Integrative genomics viewer. *Nat Biotechnol*. 2011;29(1):24-26. doi 10.1038/nbt.1754
- Schönherr S., Weissensteiner H., Kronenberg F., Forer L. Haplogrep 3 – an interactive haplogroup classification and analysis platform. *Nucleic Acids Res*. 2023;51(W1):W263-W268. doi 10.1093/nar/gkad284
- Schubert M., Lindgreen S., Orlando L. AdapterRemoval v2: rapid adapter trimming, identification, and read merging. *BMC Res Notes*. 2016;12(9):88. doi 10.1186/s13104-016-1900-2
- Stolarek I., Zenczak M., Handschuh L., Juras A., Marcinkowska-Swojak M., Spinek A., Dębski A., Matla M., Kóčka-Krenz H., Piontek J.; Polish Archaeogenomics Consortium Team; Figlerowicz M. Genetic history of East-Central Europe in the first millennium CE. *Genome Biol*. 2023;24(1):173. doi 10.1186/s13059-023-03013-9
- Van Oven M. PhyloTree Build 17: growing the human mitochondrial DNA tree. *Forensic Sci Int Genet Suppl Ser*. 2015;5:e392-e394. doi 10.1016/j.fsigs.2015.09.155
- YFull MTree 1.02 (under construction). Available: <https://www.yfull.com/mtree/>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 19.11.2024. После доработки 26.12.2024. Принята к публикации 28.12.2024.