

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭТНОГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОПУЛЯЦИЙ ЭПОХИ БРОНЗЫ ЮГО-ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (некоторые итоги и перспективы)

© 2023 г. В. И. Молодин^{1,*}, А. С. Пилипенко^{2,**}, Д. В. Поздняков^{1,***}

¹ Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

² Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

*E-mail: molodin@archaeology.nsc.ru

**E-mail: alexpil@bionet.nsc.ru

***E-mail: dimolka@gmail.com

Поступила в редакцию 25.07.2022 г.

После доработки 08.10.2022 г.

Принята к публикации 11.10.2022 г.

В статье характеризуется современное состояние мультидисциплинарных исследований, проводимых под руководством авторов, посвященных объективной реконструкции этногенетических процессов, протекавших на территории Юго-Западной Сибири, в первую очередь, в лесостепной зоне (Барабинская лесостепь) на протяжении эпохи бронзы. В основу используемого подхода положен анализ репрезентативной диахронной выборки представителей древнего населения методами палеогенетики с интерпретацией данных в археологическом и антропологическом контексте исследуемых разновременных материалов. Особое внимание уделено возможным направлениям развития диахронных моделей с учетом репрезентативности выборок и глубины молекулярно-генетического анализа. Эти направления проиллюстрированы на примере различных современных аспектов развития барабинской диахронной модели, которая была первой в России и одной из первых аналогичных моделей, сформированных и исследованных на территории Евразии. Обоснована необходимость непрерывного исследования таких моделей по мере накопления новых археологических и антропологических материалов и развития методов палеогенетики, а также создания инструментов для хранения, анализа и интерпретации результатов исследования таких моделей в форме мультидисциплинарных баз данных.

Ключевые слова: этногенетические реконструкции, мультидисциплинарное исследование, археология, физическая антропология, палеогенетика, диахронная выборка (модель), репрезентативность выборок, эпоха бронзы, Западная Сибирь, Барабинская лесостепь.

DOI: 10.31857/S0869606323010142, **EDN:** MCDSGP

Для регионов России, в которых систематические археологические исследования проводятся уже достаточно длительное время, основная роль археологии постепенно смещается с накопления и интерпретации первичных археологических источников, получаемых в результате полевых исследований и первичной камеральной обработки материалов, к координации усилий специалистов из широкого спектра научных направлений в рамках комплексного подхода к реконструкции этногенетических процессов в исследуемом регионе. В последние годы все более значимую роль в такого рода реконструкциях играют методы палеогенетики, которые приобретают статус одного из ключевых и наиболее информативных подходов для анализа популяционно-генетических аспектов истории древних популяций человека. Особую информативность при проведении этно-

генетических реконструкций с привлечением методов палеогенетики демонстрирует диахронный анализ, подразумевающий исследование выборок этнокультурных групп, последовательно сменяющих друг друга на одной и той же территории на протяжении значительного периода.

К числу таких хорошо исследованных археологически регионов Евразии безусловно относятся юго-западные районы Сибири, включая лесостепную (и север степной) зону Западной Сибири, Алтае-Саянскую горную систему и прилегающие к ним районы. В данной работе основное внимание среди перечисленных выше районов будет уделено Барабинской лесостепи (рис. 1), эпоха бронзы которой, как, впрочем, и периоды неолита и раннего железа, изучены достаточно полно (Молодин, 2012, 2014; Молодин, Гришин,

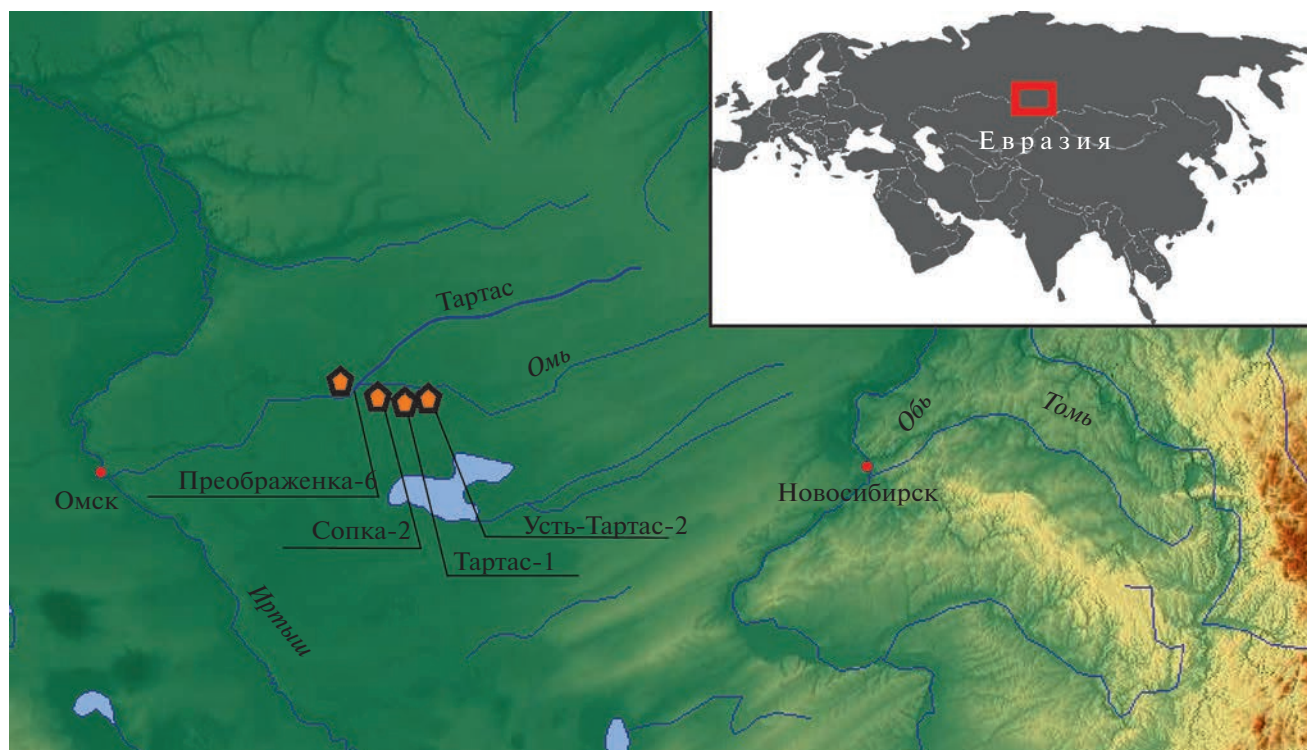


Рис. 1. Расположение основных могильников эпохи неолита-бронзы в Барабинской лесостепи, включенных в состав диахронной модели.

Fig. 1. Location of the main burial grounds of the Neolithic-Bronze Age in the Baraba forest-steppe included in the diachronic model

2016; Молодин и др., 2017). Обобщающие исследования выполнены и в области физической антропологии (Чижишева, 2012). Именно для данной территории под руководством авторов этой статьи в настоящее время осуществляется новый этап комплексной реконструкции этногенетических процессов, протекавших в различные периоды эпохи бронзы, осуществляемый на основе мультидисциплинарного подхода методами археологии, физической антропологии и палеогенетики. При таком подходе методами археологии проводится анализ динамики элементов материальной и духовной культуры исследуемых групп, а методами физической антропологии и палеогенетики – биологических характеристик исследуемых популяций. При этом антропология и палеогенетика используют различные инструменты анализа популяций, получая таким образом независимые популяционно-генетические данные о динамике состава населения. Выводы, полученные каждым из направлений, могут быть сопоставлены для получения комплексной картины.

Следует отметить, что именно Барабинская лесостепь является первым для территории России и одним из первых в Евразии регионов, для которых было выполнено подобное мультидисциплинарное исследование диахронного ма-

териала (его первая фаза). В частности, на протяжении 2008–2012 гг. здесь было проведено исследование разнообразия вариантов митохондриальной ДНК (мтДНК) в выборке образцов из разновременных этнокультурных групп Баробы эпохи бронзы, общей численностью чуть более 100 образцов от носителей усть-таргасской, одиновской, кротовской (классический вариант), познекотовской (черноозерской), андроновской (федоровской) культур, восточного варианта пахомовской культуры эпохи поздней бронзы и населения городища Чича-1 переходного периода от поздней бронзы к раннему железному веку (Пилипенко, 2010; Молодин и др., 2013; Molodin et al., 2012). Общая выборка, таким образом, охватила почти все основные группы, составлявшие население Барабинской лесостепи на протяжении более трех тысячелетий (с IV тыс. до н.э. до первой трети I тыс. до н.э.). Следует отметить, что на момент проведения первого этапа исследования эта диахронная серия мтДНК была одной из наиболее репрезентативных в Евразии локальных выборок. На материалах данной выборки нам удалось реконструировать предварительную картину состава генофонда разновременных популяций, выявить автохтонные компоненты (Pilipenko et al., 2015), зафиксировать некоторые диа-

хронные изменения генофонда и установить их корреляцию с основными миграционными волнами в регионе, известными по данным археологии и физической антропологии (Molodin et al., 2012; Молодин, Пилипенко, Поздняков, 2017). Следует подчеркнуть, что перечисленные результаты получены на уровне митохондриального генофонда, отражающего, в большей степени, генетическую историю женской части популяции.

Несмотря на относительно высокую общую численность диахронной выборки мтДНК, число образцов мтДНК в составе отдельных серий сильно варьировало – от совсем небольших (6–8) до ~20 образцов. Такие серии, конечно, нельзя было назвать полноценно репрезентативными по отношению к генофонду мтДНК других популяций, к которым они относились. Они давали нам представление лишь о составе основных компонентов генофонда мтДНК (гаплогрупп) в той или иной популяции, а выводы о зафиксированных нами на первом этапе изменениях в составе серий (или наоборот, отсутствия значимых изменений), в основном, носили предварительный характер. Исключением является случай с населением переходного периода от бронзы к железу (городище Чича-1), где мы наблюдали почти полную смену состава генофонда, по сравнению со всеми предшествующими группами (Пилипенко и др., 2008, 2009), а также изменения состава генофонда мтДНК, связанные с миграционной волной андроновского (федоровского) населения, для которого были проанализированы относительно многочисленные (для первого этапа исследования) серии.

После выполнения начального этапа, работы над развитием и междисциплинарным исследованием диахронной выборки (модели) барабинского населения не прекращались. Было продолжено полевое исследование разновременных памятников археологами, накопление данных о ранее полученных материалах, характеристика обширных палеоантропологических коллекций методами физической антропологии. При этом палеогенетическое исследование барабинских серий, в силу высокой себестоимости и трудозатратности палеогенетических работ, в течение ряда лет проводилось в минимальных объемах, что не позволяло полноценно реализовать потенциал мультидисциплинарного исследования. Потенциальная высокая информативность модели и необходимость интенсификации исследования (в частности, его палеогенетического аспекта) в рамках нового этапа работ были обусловлены целым рядом факторов:

– Полевое исследование целого ряда памятников эпохи бронзы (в том числе и вновь открытых за этот период), проведенные за последние несколько лет (2013–2021 гг.) на территории Бара-

бинской лесостепи силами Западно-Сибирского археологического отряда ИАЭТ СО РАН под руководством В.И. Молодина, привели к накоплению значительного числа новых палеоантропологических материалов, относящихся к периодам неолита – поздней бронзы, не включенных ранее в наше мультидисциплинарное исследование (см., например: Молодин, Мыльникова, Нестерова, 2016; Молодин, Мыльникова, 2019);

– Накопление новых серий радиоуглеродных дат позволило более объективно судить об абсолютной и относительной хронологии отдельных памятников и их групп. Кроме этого, археологами продолжен комплексный анализ археологических данных для уточнения культурной интерпретации ряда исследованных ранее археологических памятников (например, была осуществлена полная ревизия культурной атрибуции погребальных комплексов обширного могильника Тартас-1) (Молодин, Хансен, Дураков и др., 2016);

– Значительно возросли возможности межинститутской лаборатории молекулярной палеогенетики и палеогеномики ИЦИГ СО РАН (Новосибирск, руководитель – А.С. Пилипенко), на базе которой выполняется данное исследование, по получению и оценке качества больших серий образцов древней ДНК и генотипированию образцов приемлемого качества в отношении широкого спектра молекулярно-генетических маркеров, включая как использованную нами на первом этапе исследования мтДНК, так и новые информативные маркеры – мужскую Y-хромосому, маркеры аутосомного ядерного генома, информативные в отношении филогеографии и/или функционально/физиологически значимые, имеющие известное фенотипическое проявление (как маркеры пигментации волос, глаз и кожи) и другие. Имеющийся на данном этапе в распоряжении лаборатории приборный парк и уровень компетенции персонала позволяют использовать при проведении исследования как традиционные методы (основанные на ПЦР, фрагментом анализе и др.), так и методы высокопроизводительного секвенирования, что многократно увеличивает потенциал получения палеогенетических данных.

Перечисленные предпосылки позволили рассчитывать, что новый этап мультидисциплинарных исследований даст возможность существенно усилить исследуемую нами диахронную модель населения Барабинской лесостепи и сделать наши комплексные этногенетические реконструкции более объективными и детальными.

Текущий этап исследований диахронной модели для Барабы характеризуется несколькими основными направлениями работ. Одним из них является включение в состав модели новых этнокультурных и хронологических групп древнего

населения. Речь идет о группах, предшествующих эпохе бронзы (неолитическое население Барабы), а также популяциях более поздних эпох — раннего железного века (саргатская культура) и средневековья (древнетюркское население и популяции монгольского времени). Кроме того, это популяции эпохи бронзы, не включенные в состав модели на раннем этапе исследования по различным причинам (отсутствие в доступе образцов приемлемой сохранности и другие), например, носителей ирменской культуры, ключевой региональной группы для периода поздней бронзы.

Другим направлением является более детальное изучение генофонда мтДНК тех групп, которые уже были первично исследованы на предыдущем этапе. Новый этап подразумевает как существенное (зачастую на порядок) увеличение численности серий образцов мтДНК от отдельных этнокультурных/хронологических групп населения (рис. 2), так и более подробный анализ структуры образцов за счет анализа позиций в кодирующей части мтДНК, вплоть до секвенирования полных митохондриальных геномов высокопроизводительными методами. Поскольку для локусов с однородительским типом наследования (мтДНК — материнский тип наследования) репрезентативность данных по отношению к генофонду популяции очень сильно зависит от численности исследованной серии образцов, особое внимание уделено увеличению количества образцов для всех серий, где есть такая возможность. В результате, за исключением неолитического населения и населения городища Чича-1, коллекции для которых пока невелики, мы увеличиваем численность выборки до минимум ~ 50 образцов (максимальная численность отдельной серии на данный момент превышает 250 образцов для комплексов средней бронзы могильника Тартас-1). При такой численности серии ($N = 50$) мы с высокой вероятностью фиксируем все основные компоненты генофонда (гаплогруппы), абсолютное большинство минорных компонентов, а также можем объективно судить о соотношении различных компонентов, т.е. о частоте их встречаемости в генофонде (подробнее об используемых нами методах оценки репрезентативности серий мтДНК, включая математическую оценку этого параметра, см., напр., в нашей работе: Piliipenko et al., 2018). Таким образом, мы получаем полноценное представление о генофонде мтДНК исследуемой группы древнего населения, и дальнейшее расширение серии с высокой вероятностью не приведет к существенным изменениям наших представлений об этом параметре генофонда (что было неоднократно проверено нами экспериментально), хотя и может обогатить представления о более тонких чертах структуры гено-

фонда (например, о разнообразии конкретных структурных вариантов мтДНК).

Важным аспектом подбора материала для увеличения численности исследуемых серий является включение в состав выборок образцов из различных археологических памятников, при наличии такой возможности. Для рассматриваемой территории Барабы это возможно для многих культурных групп эпохи бронзы. На наш взгляд, включение в состав серии образцов из разных могильников также делает нашу выборку более репрезентативной по отношению к исследуемой популяции в целом, так как позволяет нам существенно снизить влияние особенностей конкретного памятника (например, обусловленных погребением в могильнике индивидов, связанных той или иной степенью родства) на итоговое представление о генофонде древней популяции. Кроме того, такой подход позволяет нам ставить вопросы о внутривнутрипопуляционной структурированности населения исследуемой группы в пределах рассматриваемого региона, а при наличии достоверных данных еще и о различии в датировках погребальных комплексов одной этнокультурной группы на разных могильниках. В результате мы получаем возможность рассматривать генофонд населения данной конкретной группы также в качестве диахронной модели, т.е. отслеживать динамику генетического состава конкретной популяции на разных этапах ее существования (ниже этот подход рассмотрен на примере населения одиновской культуры Барабы).

Другим направлением развития выборок в составе моделей является формирование большой серии образцов из одного крупного могильника. Поскольку материалы крупных могильников, даже относящихся к одной эпохе, могут отражать этнокультурные процессы в динамике. Это также является перспективным направлением исследований (рассмотрено ниже на примере могильника Тартас-1 андроновской (федоровской) культуры). Разумеется, это направление сочетается с анализом синхронных материалов из других памятников (как с территории Барабы, так и из других регионов).

Мы не случайно рассмотрели различные аспекты, связанные с характером расширения серий исследуемых образцов, на примере мтДНК. Помимо высокой филогенетической и филогеографической информативности мтДНК, анализ этого маркера является одним из основных инструментов оценки степени сохранности ДНК в останках и оценки наличия/отсутствия контаминации образцов. То есть исследование структуры мтДНК (с той или иной степенью подробности), как правило, является неотъемлемой частью любого палеогенетического исследования. К тому же более высокая сохранность мтДНК по сравне-

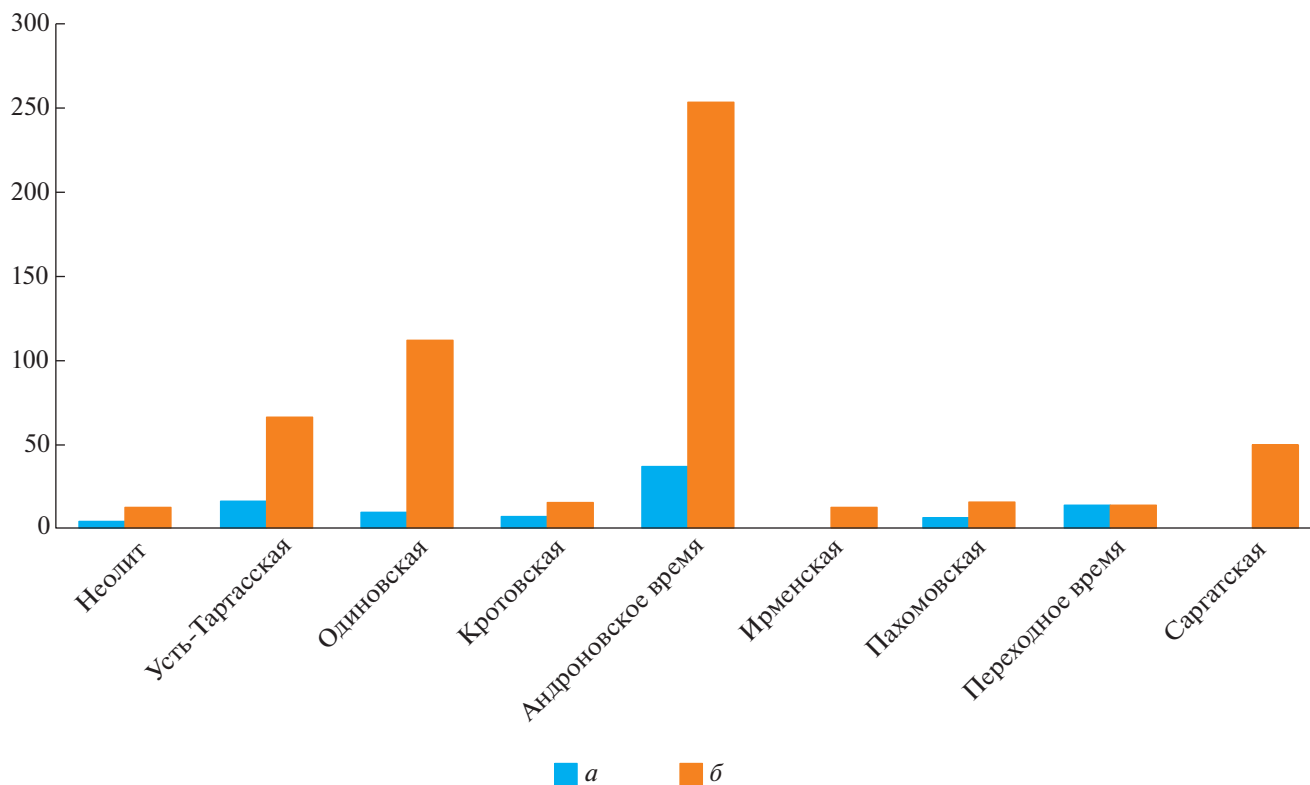


Рис. 2. Численность серий образцов митохондриальной ДНК, исследованных в рамках барабинской диахронной модели на раннем и современном этапах работы (а – первый этап, б – 2022 г.).

Fig. 2. The number of series of mitochondrial DNA samples studied within the Baraba diachronic model framework at the early and modern stages of work (a – the first stage, b – 2022)

нию с маркерами ядерного генома, а также наличие мтДНК в останках индивидов как женского, так и мужского пола (в отличие, например, от Y-хромосомы, которая присутствует только в геноме мужчин) обеспечивают наибольшую численную репрезентативность именно данных по мтДНК. В то же время все обозначенные выше нюансы проблемы репрезентативности выборок и подходы к их решению (при выборе материала) справедливы и при анализе других генетических маркеров, с той лишь разницей, что для них достижение более высокой репрезентативности данных сопряжено с негативным влиянием более слабой степени сохранности ядерной ДНК (меньший процент образцов, пригодных для анализа в первоначально сформированной выборке). Особые сложности возникают при анализе серий Y-хромосомы, также имеющей однородительский (отцовский) тип наследования, поскольку: анализ могут быть подвергнуты только останки индивидов мужского пола; сохранность ДНК Y-хромосомы ниже, чем у мтДНК и даже аутосом (по причине низкой копийности – одна копия на клетку); существуют значительные технические затруднения, связанные с необходимостью анализа многочисленных маркеров (однонуклеотид-

ных полиморфизмов или коротких tandemных повторов), локализованных удаленно друг от друга на протяжении нерекombинируемого участка Y-хромосомы. Для маркеров аутосомного ядерного генома проблема численной репрезентативности стоит менее остро при условии применения “полногеномных” методов анализа, позволяющих извлекать существенно больший спектр популяционно-генетических данных из меньших по объему серий, хотя и в этом случае острота репрезентативности данных остается высокой (Пилипенко и др., 2022).

Таким образом, получение репрезентативных данных о структуре генофонда популяций, включенных в барабинскую диахронную модель, является одной из основных задач современного этапа исследования. При этом в настоящий момент мы сосредоточены на получении репрезентативных данных именно о составе генофонда Y-хромосомы, т.е. особенностях структуры мужского генофонда разновременных групп населения Барабы. Начаты работы по анализу многочисленных маркеров аутосомного генома. В результате спектр активно используемых нами в рамках исследования молекулярно-генетических маркеров посто-

янно расширяется в зависимости от конкретных задач.

Таким образом, новый этап развития диахронной Барабинской модели подразумевает выполнение большого объема палеогенетических исследований в тесной связке с работами, выполнение которых непрерывно продолжается методами археологии, антропологии и других смежных направлений.

Хотя в настоящее время большинство направлений в рамках нового этапа исследования продолжают активно развиваться, рассмотрим кратко ряд примеров задач, которые мы решаем по мере качественного и количественного развития барабинской диахронной модели, а также предварительные результаты, которые нам удалось достичь.

Анализ генофонда мтДНК носителей одиновской культуры. Работу по существенному расширению выборки от одной этнокультурной группы мы проиллюстрируем на примере носителей одиновской культуры Барабы (III тыс. до н.э., эпоха ранней бронзы) (рис. 3). На первом этапе исследования мы использовали лишь образцы из могильников Сопка-2/4а (N = 9) (Молодин, 2012), в меньшей степени – Преображенка-6 (N = 3). Общая численность выборки составляла 12 образцов мтДНК (Пилипенко, 2010; Molodin et al., 2012). На новом, современном этапе мы ведем исследование одиновского генофонда с использованием материалов сразу четырех могильников, расположенных на расстоянии нескольких километров друг от друга – Сопка-2/4а, Усть-тартас-2, Тартас-1 и Преображенка-6 (рис. 1). Общая численность выборки, отобранной для исследования, превышает 200 носителей одиновской культуры. Новый этап начался с существенного увеличения численности одиновских образцов мтДНК из базового для данной культуры могильника Сопка-2/4а (с 9 до более 60 образцов) (Трапезов и др., 2021). Затем исследование было продолжено анализом серий из трех других могильников и получением данных по мужскому генофонду одиновского населения (выполнение этих этапов продолжается в настоящее время). Расширенная серия мтДНК из могильника Сопка-2/4а позволила нам, с одной стороны, подтвердить некоторые наши предварительные выводы о наиболее общих чертах генофонда мтДНК одиновской популяции (доминирование западной-евразийских компонентов над восточно-евразийскими, состав некоторых наиболее представленных гаплогрупп, присутствие компонентов автохтонного для западносибирской лесостепи происхождения (подробнее см. Трапезов и др., 2021). Однако расширенная серия помогла нам более адекватно оценить вклад тех компонентов, которые мы ранее уже выявили, в общий генофонд популяции.

Вместе с тем наиболее важными представляются данные о появлении в генофонде одиновской культуры новых для региона компонентов западно-евразийского происхождения (варианты гаплогрупп K, HV6), с которыми мы склонны связывать приток в регион нового населения, вошедшего в состав одиновской популяции. Наиболее вероятно, что это население мигрировало из более южных районов Евразии, представляющих степной пояс. Появление этих компонентов свидетельствует, что культурные контакты одиновцев с населением более южных районов Евразии, зафиксированное археологами ранее по появлению импортных предметов материальной культуры, прежде всего бус (Молодин, 2012), изображения лошади среднеазиатской, а не центральноазиатской породы, фигурки колесничего (Молодин, 2021), а также многочисленными костями овец из захоронений, сопровождалось миграционным потоком, оставившим след в генофонде одиновской популяции (Трапезов и др., 2021). Таким образом, предварительный вывод об отсутствии явных следов миграции с юга, сопровождавшей соответствующие культурные контакты в период существования одиновской культуры, сделанный нами по итогам анализа небольшой серии мтДНК (N=12), не подтвердился. Этот пример наглядно иллюстрирует важность исследования репрезентативных выборок для получения более объективных заключений.

Сравнивая результаты, полученные на базовом некрополе одиновской культуры Сопка-2/4а, с предварительными данными по другим могильникам, мы можем получить ряд дополнительных выводов. В целом основные черты структуры генофонда мтДНК, выявленные для Сопки-2/4а, оказались характерными для одиновского населения в целом. При этом за последнее время были получены данные, позволяющие выстраивать исследованные одиновские могильники в хронологическую цепь от более ранних к более поздним в следующем порядке: Усть-Тартас-2 – Сопка-2/4а – Тартас-1 – Преображенка-6. Это позволяет нам рассматривать нашу суммарную одиновскую серию в качестве диахронной подмодели. Хотя часть серий еще нуждаются в существенном увеличении численности, уже на данном этапе можно констатировать, что: состав основных компонентов генофонда мтДНК остается относительно стабильным на протяжении значительного времени; обнаруженные нами на памятнике Сопка-2/4а новые для региона (пришлые) компоненты присутствуют во всех хронологических сериях одиновского населения. Таким образом, их проникновение в регион связано с ранними этапами существования (или формирования) одиновской культуры. Проникновение это было либо достаточно масштабным (большой миграционный поток), либо генетический контакт был дли-



Рис. 3. Материалы одиновской культуры из памятников Барабинской лесостепи: 1, 4–8 – Сопка-2/4А, 2, 3, 10, 12, 13 – Тартас-1, 9 – Усть-Тартас-2, 11, 14 – Преображенка-6; 1–3 – планы погребений, 4, 5 – керамика, 6, 7, 9 – рог, 8 – кап, 10, 11, 14 – бронза, 12, 13 – камень (по: Молодин, 2012).

Fig. 3. The Odino culture materials from sites in the Baraba forest-steppe

тельным, что позволило компонентам внешнего происхождения длительное время сохраняться в одиновском генофонде мтДНК (на протяжении порядка 1000 лет).

В настоящее время мы также получили первые данные по генофонду Y-хромосомы мужской ча-

сти одиновского населения, параллельно с другими популяциями Барабы эпохи неолита, раннего металла, ранней и развитой бронзы. Уже первые результаты по Y-хромосоме этих популяций позволили нам существенно усложнить структуру нашей модели, так как данный маркер оказался

весьма информативным (на момент написания статьи рассматриваемые ниже данные по мужскому генофонду готовятся к печати). Если на раннем этапе мы рассматривали данную модель как простой ряд этнокультурных групп, последовательно сменявших друг друга, то на новом этапе мы смогли учесть появившиеся у археологов новые данные о потенциально более сложном характере взаимоотношений между рассматриваемыми этнокультурными группами Барабы. По результатам анализа материальной культуры, в первую очередь, керамических комплексов, связанных с основными группами населения региона эпохи неолита – развитой бронзы, археологами было высказано предположение о возможной дуальности развития культуры: в Барабе наблюдаются две параллельные линии развития материальной культуры (Молодин, 2019). Преемственность в развитии демонстрируют, с одной стороны, население раннего неолита, усть-тартасской культуры раннего металла, классического и позднего (черноозерского) этапов кротовской культуры, а с другой – население позднего неолита (артынская культура), байрыкского этапа (гребенчато-ямочная общность, ранний металл) и одиновской культуры. Полученные нами предварительные данные по разнообразию вариантов Y-хромосомы в части этих популяций предварительно свидетельствуют о возможной дуальности и в развитии генетического состава населения. Так, популяции усть-тартасской и позднекротовской (черноозерской) культур характеризуются присутствием общих доминирующих вариантов Y-хромосомы (одна из подгрупп R1b-гаплогруппы), в то время как позднеолигитическое и одиновское население – присутствием других основных компонентов (варианты гаплогрупп Q и C Y-хромосомы). Безусловно, этот вывод носит пока лишь предварительный характер, так как требуется существенное расширение серий исследованных образцов Y-хромосомы. Тем не менее это хорошо иллюстрирует возможности усложнения структуры диахронной модели по мере увеличения репрезентативности включенных в нее материалов и глубины исследования за счет привлечения новых информативных молекулярно-генетических маркеров.

Другим направлением в рамках развития барабинской диахронной модели является детальное исследование материалов, входящих в состав крупного могильника. В частности, на данном этапе мы активно изучаем большие серии ДНК, происходящие из погребальных комплексов андроновского времени могильника Тартас-1. Основная часть этого памятника была сформирована непосредственно в период миграции носителей андроновской (федоровской) культуры на юг Сибири. К андроновскому времени относятся погребальные комплексы позднего этапа кротов-

ской культуры, население которой представляет собой аборигенов региона, встретивших миграционную волну, а также собственно андроновские (федоровские) погребения. На раннем этапе развития модели мы включили в нее суммарно около 30 индивидов из могильника Тартас-1 – позднекротовцы (черноозерцы) и, преимущественно, андроновцы (федоровцы), – происходящих из одного участка могильного поля. Это позволило установить, что на уровне мтДНК в регионе происходило интенсивное взаимодействие мигрантов и аборигенов, а также выявить некоторые потенциальные маркеры миграции (включая гаплогруппу T мтДНК) (Пилипенко, 2010; Молодин и др., 2013; Molodin et al., 2012). На новом этапе развития исследования мы существенно увеличили нашу выборку мтДНК, которая на данный момент составляет суммарно более 250 образцов (более 200 – из андроновских (федоровских) комплексов и более 50 – из позднекротовских (черноозерских)). На сегодняшний день это самая численно репрезентативная выборка образцов мтДНК, происходящая из приблизительно синхронных погребений одного крупного могильника. Формирование такой обширной выборки стало возможно благодаря завершению основной фазы раскопок могильника Тартас-1 и, самое главное, полной ревизии археологического контекста всех исследованных материалов, позволившей выполнить культурную атрибуцию большинства погребений (а для небольшой части погребальных комплексов констатировать затруднительность такой атрибуции на основе не вполне ясного археологического контекста). Формирование выборок образцов (более 310 индивидов) было выполнено с упором на результаты этой работы. При этом важным критерием стало включение в состав общей серии образцов из всех планиграфических частей обширного могильника. В отличие от первого этапа, сформированная расширенная выборка репрезентативна по отношению ко всему могильнику, а не какой-то его отдельной части. В настоящее время исследование серии мтДНК в основном завершено, а исследование большей выборки образцов Y-хромосомы еще находится в активной фазе. Тем не менее уже сейчас мы смогли получить целый ряд выводов, основанных на надежном репрезентативном материале. Так, безусловно подтвердилось интенсивное смешение мигрантов (андроновцев (федоровцев) и аборигенов (позднекротовцев) в период формирования могильника Тартас-1. На уровне мтДНК серия из позднекротовских погребений не имеет принципиальных отличий от суммарной андроновской (т.е., обе эти серии представляют уже смешанное население), за исключением частоты в генофонде некоторых компонентов. Андроновские (федоровские) комплексы из различных частей мо-

гильника демонстрируют существенные отличия друг от друга по составу вариантов мтДНК: для южной и центральной частей могильника характерно большее сходство андроновских (федоровских) комплексов с аборигенными группами, в то время как в северной (более поздней) части могильника фиксируются сильные отличия, такие, как снижение доли аборигенных для региона компонентов мтДНК (хотя они все же присутствуют), и иной состав подгрупп многих гаплогрупп мтДНК. Мы склонны рассматривать эти явления как свидетельство формирования различных планиграфических участков могильника Тартас-1 на разных этапах миграции андроновского (федоровского) населения в регион, причем северная часть памятника, по-видимому, связана с более поздним этапом, что коррелирует с полученными данными о несколько более поздних датах погребений из северной части и имеющимися новациями в погребальной практике (наличие выраженных земляных сооружений, соответствующих могилам, своеобразные нюансы в инвентаре). В настоящее время мы приступили к интегральному анализу исследованной серии и попыткам более тонкой корреляции полученных данных палеогенетики, археологии и физической антропологии. По результатам этого анализа мы планируем опубликовать серию работ, касающихся ряда аспектов формирования памятника, включая основные особенности генетического состава населения, сформировавшего различные части могильника Тартас-1 (по мтДНК и Y-хромосоме), а также влиянии различных вариантов степени родства погребенных на планиграфическое устройство отдельных групп погребений (рядов, коллективных захоронений) и другие аспекты. Формирование выборки с включением в нее всех частей могильника уже позволило нам продемонстрировать, что подобный первичный анализ вариантов мтДНК можно эффективно использовать для локализации групп потенциальных близких родственников на обширном пространстве памятника (Трапезов и др., в печати). Эта информация, с одной стороны, позволяет выбрать наиболее перспективные модели (планиграфические группы погребений) для углубленного анализа степени родства погребенных, а с другой — учитывать наличие таких групп родственников при формировании популяционной выборки и избежать влияния близкородственных связей индивидов на характеристики выборки, которая должна быть репрезентативна по отношению ко всей популяции, сформировавшей крупный могильник. Таким образом, детальное исследование материалов крупных могильников позволяет существенно увеличить глубину тонких этнокультурных реконструкций и даже видения конкретных эпизодов реконструируемых этнокультурных процессов.

Из приведенных выше данных нетрудно понять, что исследование с применением методов палеогенетики репрезентативной диахронной модели, ее развитие представляет собой по сути непрерывный процесс. В этом плане диахронное палеогенетическое исследование не отличается от археологического исследования региона, хотя, как правило, оно более сжато по времени. Этапы такого палеогенетического исследования, в том числе и обозначенные нами для барабинской модели, выделяются, разумеется, лишь условно. Однажды начатое палеогенетическое исследование диахронной модели следует продолжать по мере накопления новых археологических и антропологических материалов, а также при появлении возможностей более углубленного генетического анализа исследованных ранее образцов и разработке методов более объективной интерпретации данных. При этом можно однозначно ожидать, что комплексные реконструкции, полученные по результатам каждого последующего условного этапа такого мультидисциплинарного исследования, будут все в большей степени соответствовать реально происходившим в регионе сложным этнокультурным процессам, что и является основной целью любой подобной научной работы. Оптимальным инструментом для работы с накапливаемыми разносторонними результатами исследования диахронной модели является создание интегрированной базы данных, содержащей разностороннюю информацию об исследуемых материалах (археологические, антропологические и генетические характеристики выборок и отдельных индивидов) в форме, удобной для их сравнительного анализа, интерпретации и визуализации. Создание такой базы данных в настоящее время реализуется под руководством авторов данной статьи, а конкретные результаты этой работы постоянно вводятся в научный оборот.

Палеогенетическое исследование барабинской диахронной модели выполнено в рамках гранта РФФИ № 20-29-01-24 “Генетическая история населения юга Западной Сибири эпохи неолита — развитой бронзы (VII — начало II тыс. до н.э.) в контексте этнокультурных процессов в Северной Евразии” и за счет средств бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0259-2019-0010-С-01.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Молодин В.И.* Памятник Сопка-2 на реке Оми: культурно-хронологический анализ погребальных комплексов одиновской культуры. Т. 3. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2012. 220 с.
- Молодин В.И.* Этнокультурная мозаика в Западной Барабе (эпоха поздней бронзы — переходное время от эпохи поздней бронзы к железному веку. XIV—VIII вв. до н.э.) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2014. № 4 (60). С. 54–64.

- Молодин В.И.* Современное состояние проблемы относительной и абсолютной хронологии Обь-Иртышской лесостепи в эпоху неолита и бронзы // Мультидисциплинарные исследования в археологии. 2019. № 1. С. 3–12.
- Молодин В.И.* Пластическое искусство одиновской культуры // Археологические памятники Южной Сибири и Центральной Азии: от появления первых скотоводов до эпохи сложения государственных образований / Отв. ред. А.В. Поляков, Н.Ю. Смирнов. СПб.: ИИМК РАН, 2021. С. 62–66.
- Молодин В.И., Гришин А.Е.* Памятник Сопка-2 на реке Оми. Т. 4. Культурно-хронологический анализ погребальных комплексов кротовской культуры. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2016. 452 с.
- Молодин В.И., Мыльникова Л.Н.* Исследование разновременного комплекса “Усть-Тартасские курганы” в урочище Таи // РФФИ – к 100-летию российской академической археологии: каталог научных проектов, осуществленных при финансовой поддержке РФФИ в 1992–2018 гг.: в 2 т. Т. 2. Экспедиции. Научные форумы / Сост. А.А. Малышев и др. М.: Рос. фонд фундаментальных исслед., 2019. С. 209–212.
- Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Нестерова М.С.* Погребальные комплексы эпохи неолита Венгеро-2А (юг Западно-Сибирской равнины): результаты междисциплинарных исследований // Археология, этнография и антропология Евразии. 2016. Т. 44. № 2. С. 30–46.
- Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Селин Д.В., Нескоров А.В.* Восточный вариант пахомовской культуры в Центральной Барабе / Отв. ред. А.П. Деревянко. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2017. 180 с.
- Молодин В.И., Пилипенко А.С., Поздняков Д.В.* Этногенетические реконструкции популяций юга Западной Сибири в голоцене (неолит – позднее средневековье). Комплексный подход // Мультидисциплинарные методы в археологии: новейшие итоги и перспективы: материалы междунар. симп. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2017. С. 148–158.
- Молодин В.И., Пилипенко А.С., Чикишева Т.А., Ромащенко А.Г., Журавлев А.А., Поздняков Д.В., Трапезов Р.О.* Мультидисциплинарные исследования населения Барабинской лесостепи V–I тыс. до н.э.: археологический, палеогенетический и антропологический аспекты. Новосибирск: Изд-во Сибирского отд. РАН, 2013. 220 с.
- Молодин В.И., Хансен С., Дураков И.А., Райнхольд С., Кобелева Л.С., Ненахова Ю.Н., Ненахов Д.А., Демашина М.С., Селин Д.В.* Новейшие археологические открытия на памятнике Тартас-1 // Проблемы археологии, антропологии, этнографии Сибири и сопредельных территорий. Т. XXII. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2016. С. 357–361.
- Пилипенко А.С.* Реконструкция процессов формирования населения Барабы эпохи бронзы методами анализа вариабельности мтДНК: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2010. 16 с.
- Пилипенко А.С., Ромащенко А.Г., Молодин В.И., Куликов И.В., Кобзев В.Ф., Поздняков Д.В., Новикова О.И.* Особенности захоронения младенцев в жилищах городища Чича I Барабинской лесостепи по данным анализа структуры ДНК // Археология, этнография и антропология Евразии. 2008. № 2 (34). С. 57–67.
- Пилипенко А.С., Ромащенко А.Г., Молодин В.И., Куликов И.В., Кобзев В.Ф., Поздняков Д.В., Новикова О.И.* Особенности структуры генофонда митохондриальной ДНК населения городища Чича-1 (IX–VII вв. до н.э.) в Барабинской лесостепи // Чича – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Т. 3 / Отв. ред. В.И. Молодин и др. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2009. С. 108–127.
- Пилипенко А.С., Трапезов Р.О., Черданцев С.В.* Исследование миграционных процессов в Евразии методами палеогенетики // Археология, этнография и антропология в Евразии. 2022. Т. 50. № 2. С. 140–149.
- Трапезов Р.О., Черданцев С.В., Томилин М.А., Пристяжнюк М.С., Пилипенко И.В., Нестерова М.С., Поздняков Д.В., Молодин В.И., Пилипенко А.С.* Новый этап палеогенетического исследования носителей одиновской культуры (Барабинская лесостепь): первые результаты // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. XXVII. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2021. С. 690–695.
- Трапезов Р.О., Черданцев С.В., Томилин М.А., Пристяжнюк М.С., Пилипенко И.В., Поздняков Д.В., Кобелева Л.С., Молодин В.И., Пилипенко А.С.* Особенности планиграфического распределения вариантов митохондриальной ДНК в комплексах андроновского времени могильника Тартас-1 // Археология, этнография и антропология в Евразии. (В печати).
- Чикишева Т.А.* Динамика антропологической дифференциации населения юга Западной Сибири в эпохи неолита – раннего железа. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии Сибирского отд. РАН, 2012. 468 с.
- Molodin V.I., Pilipenko A.S., Romaschenko A.G., Zhuravlev A.A., Trapezov R.O., Chikisheva T.A., Pozdnyakov D.V.* Human migrations in the southern region of the West Siberian Plain during the Bronze Age: Archaeological, palaeogenetic and anthropological data // Population Dynamics in Pre- and Early History: New Approaches Using Stable Isotopes and Genetics. Berlin, 2012. P. 95–113.
- Pilipenko A.S., Trapezov R.O., Zhuravlev A.A., Molodin V.I., Romaschenko A.G.* MtDNA Haplogroup A10 Lineages in Bronze Age Samples Suggest That Ancient Autochthonous Human Groups Contributed to the Specificity of the Indigenous West Siberian Population // PLoS ONE. 2015. 10 (5). e0127182.
- Pilipenko A.S., Trapezov R.O., Cherdantsev S.V., Babenko V.N., Nesterova M.S., Pozdnyakov D.V., Molodin V.I., Polostak N.V.* Maternal genetic features of the Iron Age Tagar population from Southern Siberia (1st millennium BC) // PLoS ONE. 2018. . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204062>

CURRENT STATE OF ETHNOGENETIC RECONSTRUCTIONS OF BRONZE AGE POPULATIONS OF SOUTHWESTERN SIBERIA (some results and prospects)

Vyacheslav I. Molodin^{a,#}, Aleksandr S. Pilipenko^{b,##}, Dmitry V. Pozdnyakov^{a,###}

^a Institute of Archaeology and Ethnography of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

^b Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

[#]E-mail: molodin@archaeology.nsc.ru

^{##} E-mail: alexpil@bionet.nsc.ru

^{###}E-mail: dimolka@gmail.com

The article characterizes the current state of multidisciplinary research under the authors' guidance focused on the objective reconstruction of ethnogenetic processes that took place in southwestern Siberia, primarily, in its forest-steppe zone (Baraba forest-steppe) during the Bronze Age. The approach used is based on the analysis of a representative diachronic sample of the ancient population by means of palaeogenetic methods with the interpretation of data in the archaeological and anthropological context of the materials from different periods. Particular attention is paid to possible directions for the development of diachronic models based on the sample representativeness and the depth of molecular genetic analysis. These directions are shown with various modern aspects of the development of the Baraba diachronic model, which was the first in Russia and one of the first similar models built and studied in the territory of Eurasia. The authors prove the necessity of continuous studies in such models as new archaeological and anthropological materials are being accumulated, moreover, there has been progress in the development of palaeogenetic methods and tools for storing, analyzing and interpreting the results of the research on such models in the form of multidisciplinary databases.

Keywords: ethnogenetic reconstructions, multidisciplinary research, archaeology, physical anthropology, palaeogenetics, diachronic sampling (model), sample representativeness, Bronze Age, Western Siberia, Baraba forest-steppe.

REFERENCES

- Chikisheva T.A.*, 2012. Dinamika antropologicheskoy differentsiatsii naseleniya yuga Zapadnoy Sibiri v epokhi neolita – rannego zheleza [Dynamics of anthropological differentiation in the population of the south of Western Siberia in the Neolithic – Early Iron Age]. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. 468 p.
- Molodin V.I.*, 2012. Pamyatnik Sopka-2 na reke Omi: kul'turno-khronologicheskiy analiz pogrebal'nykh kompleksov odinovskoy kul'tury [The Sopka-2 site on the Om River: a cultural and chronological analysis of the Odino burial complexes], 3. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. 220 p.
- Molodin V.I.*, 2014. Ethnic and cultural mosaic in Western Baraba (Late Bronze Age – transitional period from the Late Bronze Age to the Iron Age. 14th–8th centuries BC). *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*, 4 (60), pp. 54–64. (In Russ.)
- Molodin V.I.*, 2019. The current state of the issue of relative and absolute chronology for the Ob-Irtysh forest-steppe in the Neolithic and Bronze Ages. *Mul'tidistsiplinarnye issledovaniya v arkheologii [Multidisciplinary research in archaeology]*, 1, pp. 3–12. (In Russ.)
- Molodin V.I.*, 2021. Plastic art of the Odino culture. *Arkheologicheskie pamyatniki Yuzhnoy Sibiri i Tsentral'noy Azii: ot poyavleniya pervykh skotovodov do epokhi slozheniya gosudarstvennykh obrazovaniy [Archaeological sites of South Siberia and Central Asia: from the emergence of first pastoralists to the formation of states]*. A.V. Polyakov, N.Yu. Smirnov, eds. St. Petersburg: Institut istorii material'noy kul'tury Rossiyskoy akademii nauk, pp. 62–66. (In Russ.)
- Molodin V.I., Grishin A.E.*, 2016. Pamyatnik Sopka-2 na reke Omi [The Sopka-2 site on the Om River], 4. Kul'turno-khronologicheskiy analiz pogrebal'nykh kompleksov krotovskoy kul'tury [Cultural and chronological analysis of the Krotovo burial complexes]. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. 452 p.
- Molodin V.I., Khansen S., Durakov I.A., Raynkhol'd S., Kobleva L.S., Nenakhova Yu.N., Nenakhov D.A., Demakhina M.S., Selin D.V.*, 2016. The latest archaeological discoveries at the Tartas-1 site. *Problemy arkheologii, antropologii, etnografii Sibiri i sopredel'nykh territoriy [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories]*, XXII. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, pp. 357–361. (In Russ.)
- Molodin V.I., Myl'nikova L.N.*, 2019. Research on the multi-temporal complex of Ust-Tartas mounds in Tai locality. *RFFI – k 100-letiyu rossiyskoy akademicheskoy arkheologii: katalog nauchnykh proektov, osushchestvlenykh pri finansovoy podderzhke RFFI v 1992–2018 gg. [RFBR – to the 100th anniversary of Russian academic archaeology: a catalog of research projects funded by the RFBR in 1992–2018]*, 2. *Ekspeditsii. Nauchnye forumy [Expeditions. Scientific forums]*. A.A. Malyshev, comp.

- Moscow: Rossiyskiy fond fundamental'nykh issledovaniy, pp. 209–212. (In Russ.)
- Molodin V.I., Myl'nikova L.N., Nesterova M.S., 2016. Neolithic burial complexes of Vengerovo-2A (south of the West Siberian Plain): Results of interdisciplinary research. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*, vol. 44, no. 2, pp. 30–46. (In Russ.)
- Molodin V.I., Myl'nikova L.N., Selin D.V., Neskorov A.V., 2017. Vostochnyy variant pakhomovskoy kul'tury v Tsentral'noy Barabe [Eastern variant of the Pakhomovskaya culture in Central Baraba]. A.P. Derevyanko, ed. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. 180 p.
- Molodin V.I., Pilipenko A.S., Chikisheva T.A., Romashchenko A.G., Zhuravlev A.A., Pozdnyakov D.V., Trapezov R.O., 2013. Mul'tidistsiplinarnye issledovaniya naseleniya Barabinskoy lesostepi V–I tys. do n.e.: arkheologicheskiy, paleogeneticheskiy i antropologicheskiy aspekty [Multidisciplinary studies of the Baraba forest-steppe population of the 5th–1st millennia BC: Archaeological, palaeogenetic and anthropological aspects]. Novosibirsk: Izdatel'stvo Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. 220 p.
- Molodin V.I., Pilipenko A.S., Pozdnyakov D.V., 2017. Ethnogenetic reconstructions of populations in the south of Western Siberia in the Holocene (Neolithic – Late Middle Ages). A complex approach. *Mul'tidistsiplinarnye metody v arkheologii: noveyshie itogi i perspektivy: materialy mezhdunarodnogo simpoziuma [Multidisciplinary methods in archaeology: Recent results and perspectives: Proceedings of the International symposium]*. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, pp. 148–158. (In Russ.)
- Molodin V.I., Pilipenko A.S., Romashchenko A.G., Zhuravlev A.A., Trapezov R.O., Chikisheva T.A., Pozdnyakov D.V., 2012. Human migrations in the southern region of the West Siberian Plain during the Bronze Age: Archaeological, palaeogenetic and anthropological data. *Population Dynamics in Pre- and Early History: New Approaches Using Stable Isotopes and Genetics*. Berlin, pp. 95–113.
- Pilipenko A.S., 2010. Rekonstruktsiya protsessov formirovaniya naseleniya Baraby epokhi bronzy metodami analiza variabel'nosti mtDNK: avtoreferat dissertatsii ... kandidata biologicheskikh nauk [Reconstruction of the formation of the Baraba's Bronze Age population by means of mtDNA variability analysis: an Author's Abstract of the Thesis for the Doctoral Degree in Biology]. Novosibirsk. 16 p.
- Pilipenko A.S., Romashchenko A.G., Molodin V.I., Kulikov I.V., Kobzev V.F., Pozdnyakov D.V., Novikova O.I., 2008. Peculiarities of infant burials in the dwellings of the Chicha I fortified settlement, Baraba forest-steppe, based on DNA structure analysis. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*, 2 (34), pp. 57–67. (In Russ.)
- Pilipenko A.S., Romashchenko A.G., Molodin V.I., Kulikov I.V., Kobzev V.F., Pozdnyakov D.V., Novikova O.I., 2009. Features of the mtDNA gene pool structure of the population of the fortified settlement Chicha-1 (9th–7th centuries BC) in the Baraba forest-steppe. *Chicha – gorodishche perekhodnogo ot bronzy k zhelezu vremeni v Barabinskoy lesostepi [Chicha – a fortified settlement of the transitional period from Bronze to Iron in the Baraba forest-steppe]*, 3. V.I. Molodin, ed. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, pp. 108–127. (In Russ.)
- Pilipenko A.S., Trapezov R.O., Cherdantsev S.V., 2022. Study of migration processes in Eurasia with palaeogenetic methods. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya v Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*, vol. 50, no. 2, pp. 140–149. (In Russ.)
- Pilipenko A.S., Trapezov R.O., Cherdantsev S.V., Babenko V.N., Nesterova M.S., Pozdnyakov D.V., Molodin V.I., Polosmak N.V., 2018. Maternal genetic features of the Iron Age Tagar population from Southern Siberia (1st millennium BC). *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204062>
- Pilipenko A.S., Trapezov R.O., Zhuravlev A.A., Molodin V.I., Romashchenko A.G., 2015. MtDNA Haplogroup A10 Lineages in Bronze Age Samples Suggest That Ancient Autochthonous Human Groups Contributed to the Specificity of the Indigenous West Siberian Population. *PLoS ONE*, 10 (5), e0127182.
- Trapezov R.O., Cherdantsev S.V., Tomilin M.A., Pristiyazhnyuk M.S., Pilipenko I.V., Nesterova M.S., Pozdnyakov D.V., Molodin V.I., Pilipenko A.S., 2021. New stage of palaeogenetic study of the Odino culture bearers (Baraba forest-steppe): First results. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territoriy [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories]*, XXVII. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, pp. 690–695. (In Russ.)
- Trapezov R.O., Cherdantsev S.V., Tomilin M.A., Pristiyazhnyuk M.S., Pilipenko I.V., Pozdnyakov D.V., Kobleva L.S., Molodin V.I., Pilipenko A.S., 2022. Features of the planigraphic distribution of mtDNA variants in the Andronovo period complexes of the Tartas-1 burial ground. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya v Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*. (In print). (In Russ.)