

В. И. МОЛОДИН, А. С. ПИЛИПЕНКО



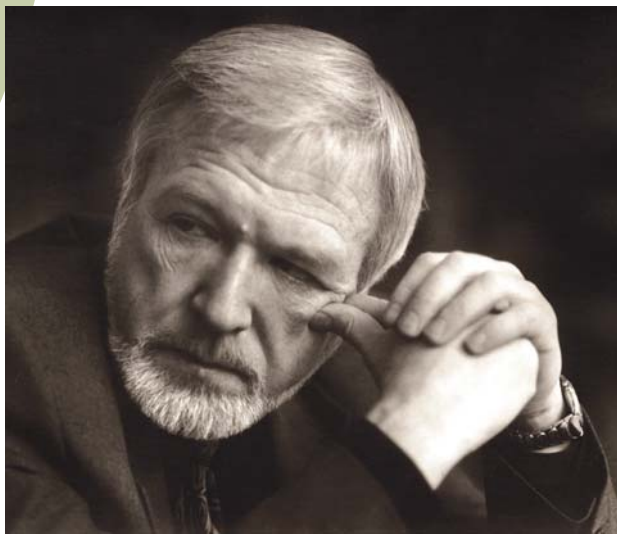
Охотники за древними генами

Генетическая летопись населения Западной Сибири в эпоху палеометалла

Палеогенетика, родившаяся в качестве научного направления только в начале 80-х гг., в наши дни превратилась в полноценный раздел молекулярной генетики человека, с арсеналом методов, позволяющих решать практически любые задачи, связанные с достоверным анализом последовательности древней ДНК человека. Это открыло широкие перспективы сотрудничества для специалистов в области палеогенетики, археологии и физической антропологии в решении широкого круга вопросов: от установления степени родства, пола и фенотипических характеристик отдельных представителей древнего населения до реконструкции масштабных этногенетических процессов, протекавших на территории различных регионов Сибири в голоцене



ПИЛИПЕНКО Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, заведующий межинститутским сектором молекулярной палеогенетики Института цитологии и генетики СО РАН, научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН и Новосибирского государственного университета. Область научных интересов – изучение структуры генофонда древнего населения Сибири и сопредельных территорий методами палеогенетики, анализ древней ДНК животных, микроорганизмов из археологических памятников. Автор и соавтор более 50 научных работ



МОЛОДИН Вячеслав Иванович – академик РАН, доктор исторических наук, заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН, профессор НГУ, научный руководитель совместной лаборатории «Мультидисциплинарные исследования первобытного искусства Евразии», член-корреспондент Германского археологического института, лауреат международной премии им. А. П. Карпинского (2000), Государственной премии РФ в области науки и техники (2004). Автор и соавтор более 1260 работ

© В. И. Молодин, А. С. Пилипенко, 2015



Во все времена наиболее интересным для нас, интенсивно и разносторонне изучаемым объектом был сам человек. Среди всех посвященных ему научных направлений за последние годы выделилась молекулярная генетика, исследующая генетическое разнообразие популяций человека и принципы организации и функционирования его генома, а успех международной программы «Геном человека» позволил ей стать ведущим направлением среди всех биомедицинских исследований.

Но, несмотря на все эти достижения, огромное число проблем, связанных с происхождением и эволюцией человека как вида и нашей физиологии все еще остаются не до конца решенными. Поэтому исследователи все время находятся в поиске новых методов и подходов. Так, непрерывное совершенствование методов получения и анализа структуры ДНК дало возможность проводить генетические исследования не только на ныне живущих людях, но и используя образцы из человеческих останков различного возраста, вплоть до ископаемых.

ДНК, которой тысячи лет

Палеогенетика в качестве научного направления родилась в середине 1980-х гг., когда был проведен первый анализ фрагмента митохондриальной ДНК (мтДНК), выделенной из музейных останков кватри – вымершего

представителя рода лошадей/зебр возрастом около 140 лет (Higuchi et al., 1984). Уже в следующем году была опубликована первая работа по анализу ДНК из древних останков человека – египетской мумии возрастом около 2,4 тыс. лет (Raabo, 1985).

Внедрение во второй половине 1980-х гг. в практику молекулярно-генетических исследований нового метода – полимеразной цепной реакции (ПЦР), позволяющей получать практически неограниченное число копий короткого целевого фрагмента ДНК даже при его чрезвычайно низкой концентрации, расширило спектр источников, пригодных для выделения и анализа древней ДНК. В короткий срок появились многочисленные работы, посвященные молекулярно-генетическому анализу ископаемых останков не только человека, но и животных, растений и микроорганизмов, живших сотни, тысячи и даже миллионы лет назад (Thomas et al., 1989; Golenberg et al., 1990; Cano et al., 1992).

Однако первоначальный оптимизм, вызванный очевидной перспективностью направления и кажущейся простотой методов, был быстро развеян работами по изучению процессов деградации ДНК и, особенно,

Ключевые слова: древние миграции человека, палеогенетика, древняя ДНК, митохондриальная ДНК, стабильные изотопы.
Key words: Prehistoric human migrations, paleogenetics, ancient DNA, mitochondrial DNA, stable isotopes

контаминации (загрязнения) древних образцов современной ДНК, из-за которой исследователь может получить ложные результаты. Дальнейшие исследования биохимии процессов деградации ДНК после смерти организма, влияния различных условий среды на сохранность ДНК в останках доказали, что даже в условиях умеренного климата ДНК, пригодная для анализа, может сохраниться в останках возрастом в несколько тысяч лет (Roïnar et al., 1996). С этого момента первоочередной задачей любого палеогенетического исследования стало доказательство достоверности полученных экспериментальных результатов.

Важной вехой в развитии палеогенетики стало создание методов высокопроизводительного параллельного секвенирования ДНК, позволявших получать большой объем генетической информации из минимального количества исходного ДНК-содержащего материала, что снимает проблему разрушения уникального образца при анализе. Эти методы практически уравнили потенциальную информативность образцов древней и современной ДНК.

Таким образом, в наши дни палеогенетика превратилась в полноценный раздел молекулярной генетики человека, с арсеналом методов, позволяющих решать практически любые задачи, связанные с достоверным анализом последовательности древней ДНК человека. Можно исследовать отдельную «букву» (позицию) или короткий участок в составе древней ДНК, а можно и практически полный геном древнего индивида, хотя стоимость подобного анализа для древней ДНК будет все-таки существенно выше. И, конечно, далеко не все останки могут быть исследованы методами палеогенетики, ведь в части из них ДНК слишком сильно деградирована или очень сильно загрязнена современной ДНК, что особенно часто встречается при работе с ДНК из останков людей современного анатомического типа. Большинство палеоантропологических материалов более-менее хорошей сохранности вполне подходят для такого исследования.

Все началось с «Пазырыка»

Одним из первых научных учреждений археологического профиля, включившихся в работы еще на стадии становления новой науки, стал Институт археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск), а его партнером – Институт цитологии и генетики СО РАН, ближайший «сосед» по Новосибирскому Академгородку.

Начало совместных палеогенетических работ было положено в ходе реализации Международной программы комплексных исследований «Пазырык» в середине 1990-х гг., когда по инициативе директоров ИАЭТ СО РАН и ИЦиГ СО РАН академиком А. П. Деревянко и В. К. Шумного в ИЦиГ СО РАН началось проведение

молекулярно-генетических исследований мумифицированных останков носителей пазырыкской культуры из уникальных погребений с мерзлотой, обнаруженных и исследованных на плато Укок (Горный Алтай, Россия) экспедиционными отрядами ИАЭТ под руководством Н. В. Полосьмак и В. И. Молодина. Палеогенетические исследования в этот период выполнялись командой молекулярных генетиков ИЦиГ СО РАН под руководством члена-корреспондента РАН М. И. Воеводы и к. б. н. А. Г. Ромащенко. Руководителем работ со стороны ИАЭТ СО РАН был академик В. И. Молодин.

Уникальная сохранность палеоантропологического материала из погребений с мерзлотой позволила выполнить анализ структуры митохондриальной ДНК нескольких индивидов (Воевода и др., 1998). Исследование межинститутской команды легли в основу серии интеграционных проектов СО РАН в области палеогенетики. Интегральный анализ археологических, антропологических и палеогенетических данных позволил подготовить крупную обобщающую работу по различным аспектам истории пазырыкского населения Горного Алтая, изданную в виде коллективной монографии в 2003 году (Молодин и др., 2003).

С середины 2000-х гг. спектр палеогенетических исследований ИАЭТ СО РАН и ИЦиГ СО РАН начал существенно расширяться, в него вовлекались все новые материалы, росло число направлений исследований, возрастала и методическая сложность стоящих перед исследователями задач. В этот период руководством институтов были приняты принципиальные решения по развитию инфраструктуры для палеогенетических исследований в ИЦиГ СО РАН (под руководством академиком Н. А. Колчанова и В. И. Молодина) и формировании коллектива молодых специалистов-палеогенетиков, подготовленных специально для реализации совместных исследований ИЦиГ и ИАЭТ СО РАН в области древней ДНК. К 2009 г. были запущены экспериментальные работы в новых специально подготовленных для палеогенетических исследований помещениях ИЦиГ СО РАН. В 2010 г. было принято решение о формировании научного подразделения, направленного на проведение исключительно палеогенетических исследований. В результате в структуре

Одна из актуальных проблем палеогенетики, как и всей генетики в целом, – это трудность в выделении четких генетических маркеров, связанных с теми или иными фенотипическими характеристиками. К сожалению, за последние десять лет набор генов, которые можно использовать в палеогенетических исследованиях, практически не расширился, и даже в случае определения цвета волос, кожи и глаз древних людей мы можем говорить лишь о вероятности



Мумифицированное тело женщины из «замерзшего» погребения Пазырыкской культуры в Горном Алтае (курган 1 могильника Ак-Алаха 3)

Реконструкция женского костюма из кургана 1 могильника Ак-Алаха 3.
Рис. Д. Поздняков

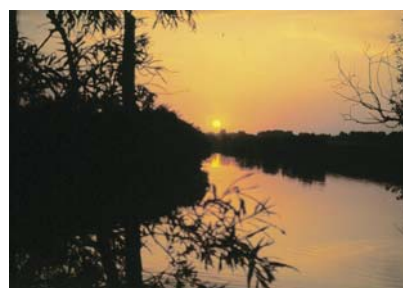
ИЦиГ СО РАН был создан межинститутский сектор молекулярной палеогенетики, возглавляемый в настоящее время кандидатом биологических наук А. С. Пилипенко. Коллектив сектора состоит из молодых специалистов-палеогенетиков, подготовленных при реализации совместных исследований ИАЭТ СО РАН и ИЦиГ СО РАН.

В настоящее время ИАЭТ СО РАН и ИЦиГ СО РАН продолжают развивать инфраструктурную и прибор-

ную базу для проведения совместных исследований. Построен и вводится в эксплуатацию новый лабораторный корпус, отвечающий всем современным стандартам в данной области, увеличивается творческий коллектив межинститутского сектора молекулярной палеогенетики, активно развиваются связи с заинтересованными в проведении палеогенетических исследований научными учреждениями России. Развивается и крепнет международное сотрудничество.



Первый импульс внешнего влияния на население западно-сибирской лесостепи фиксируется на раннем этапе кротовской культуры (начало II тыс. до н.э.). В погребальных комплексах этого периода появляются предметы, характерные для культур Средней Азии (ножи особой формы, украшения) (Молодин, 1988). Данные физической антропологии и палеогенетики свидетельствуют о том, что это влияние не сопровождалось миграцией в Барабинскую лесостепь генетически контрастного населения



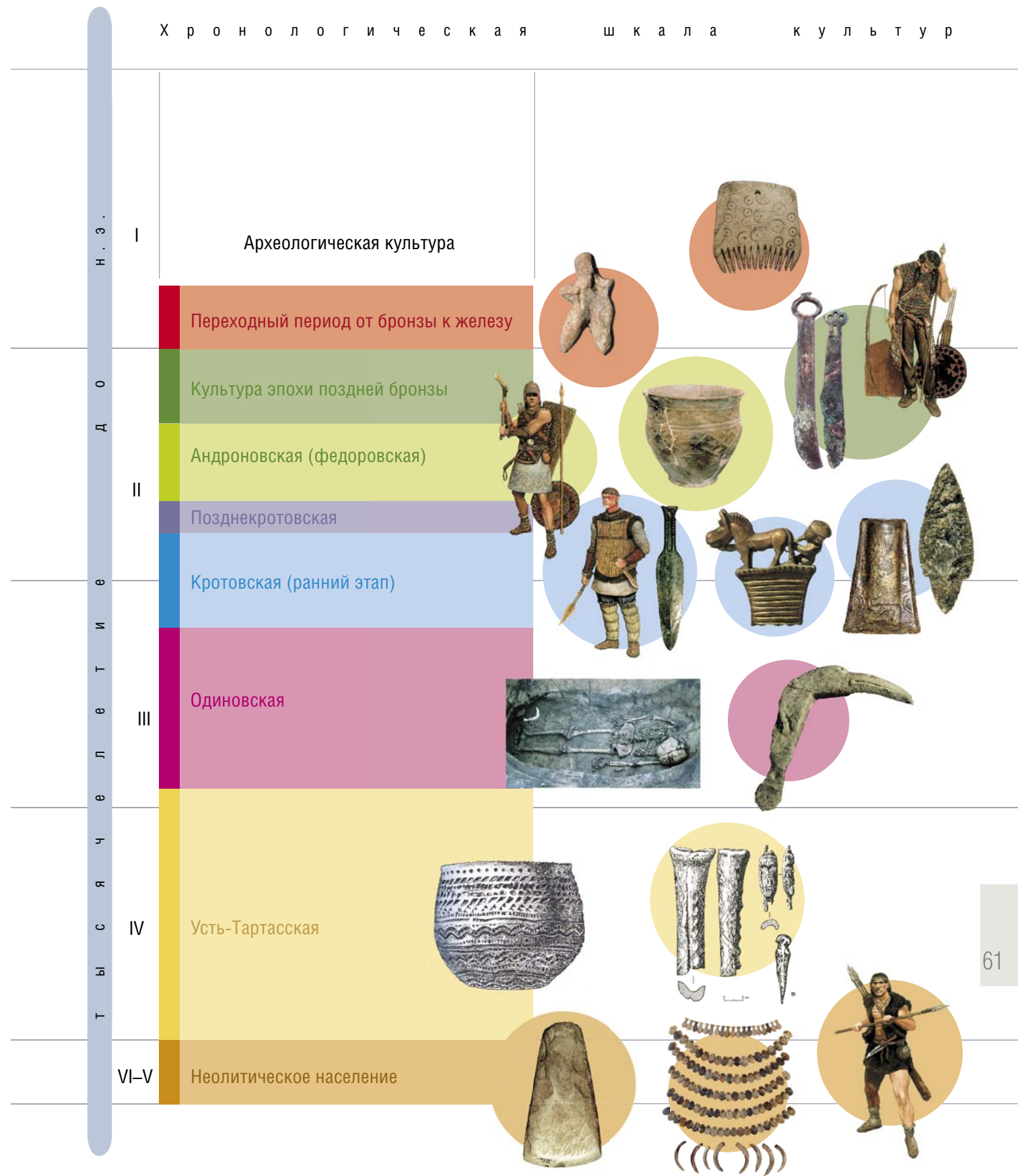
Хронологическая шкала археологических культур Барабинской лесостепи неолита и эпохи бронзы, исследованных методами археологии, палеогенетики и физической антропологии

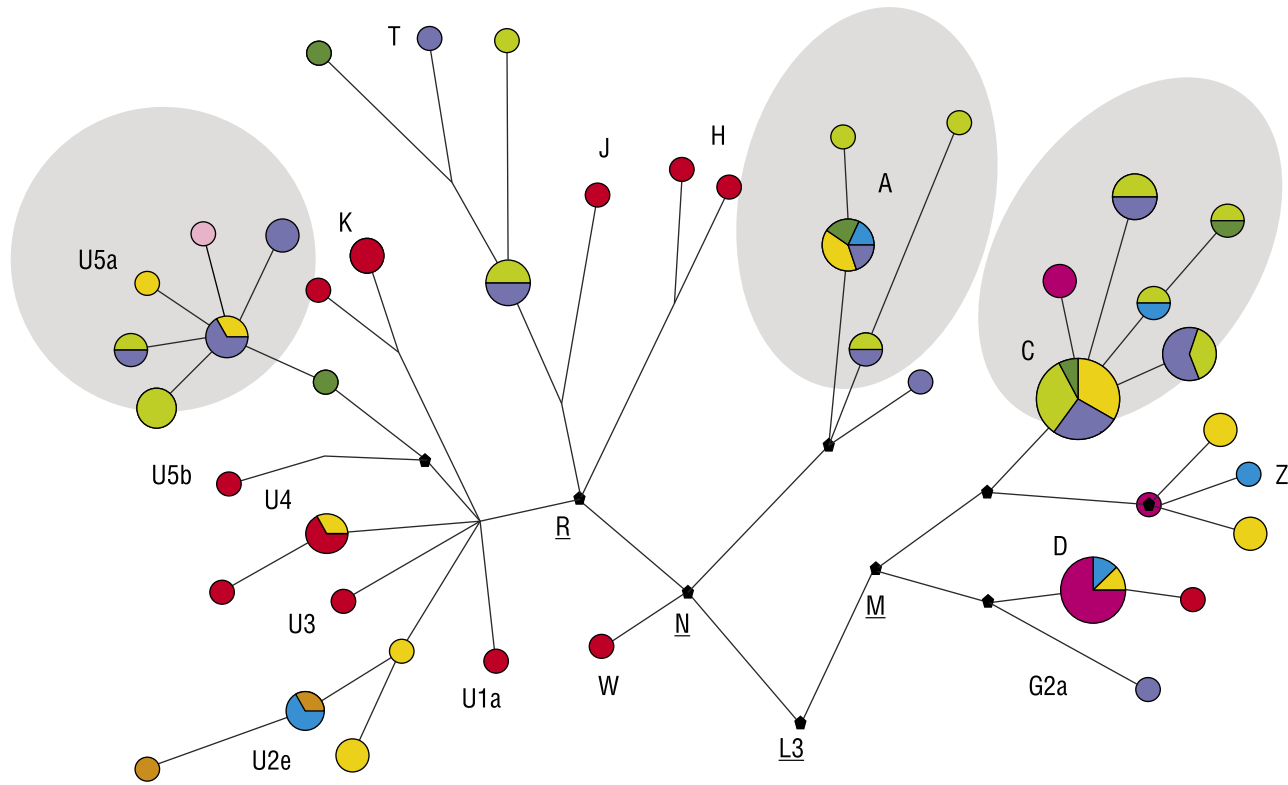
Бараба как палеогенетическая модель

Тесное сотрудничество наших специалистов в области палеогенетики, археологии и физической антропологии на всех стадиях исследований позволило получить оригинальные, максимально объективные и достоверные данные об этнической истории населения Сибири и других регионов Евразии от новокаменного века до нового и новейшего времени. Круг вопросов, решаемых с использованием методов палеогенетики, чрезвычайно широк: от установления степени родства, пола и фенотипических характеристик отдельных представителей древнего населения до реконструкции масштабных этногенетических процессов, протекавших на территории различных регионов Сибири в голоцене.

Сегодня мы можем непосредственно оценить генофонд в группах древнего населения, последовательно сменявших друг друга на протяжении большого хронологического периода, и сравнить генетический состав населения в разные исторические эпохи. Материалы для таких исследований берутся с достаточно локальных территорий, что обеспечивает репрезентативность выборок. Успех этой работы практически полностью зависит от совместных усилий разных специалистов по отбору наиболее адекватного материала и последующей интерпретации данных. Работа эта очень трудоемкая, зато в результате мы получаем довольно точную картину популяционных

Хронологическая шкала культур





Схематическое изображение филогенетического дерева митохондриальной ДНК представителей населения Барабы различных периодов эпохи бронзы. Кругами обозначены отдельные структурные варианты мтДНК. Размер круга пропорционален численности обнаруженных индивидов – носителей данного структурного варианта мтДНК. Цветовые обозначения этнокультурной принадлежности образцов аналогичны обозначениям на Хронологической шкале археологических культур. Контурами выделены группы мтДНК, маркирующие генетическую преемственность между разновременными популяциями

генетических изменений, которую можно сопоставить с данными других наук и получить представление об исторических процессах, которые могли привести к этим изменениям.

Пилотным регионом для реализации такого подхода стала Барабинская лесостепь – территория в лесостепной зоне междуречья Оби и Иртыша. Для этого региона, на протяжении более 40 лет интенсивно изучавшегося археологами ИАЭТ СО РАН, уже была разработана система классификации этнокультурных групп голоцена, в которой была отражена хронология, особенности материальной культуры, возможные направления миграций, культурные и демографические связи (Молодин, 1983). Кроме того, имелся и многочисленный антропологический материал довольно хорошей сохранности.

К настоящему времени удалось проанализировать генофонд митохондриальной ДНК (которая передается только по материнской линии и отражает, в первую очередь, историю женской части популяции) для населения Барабы разных исторических эпох – неолита, эпохи бронзы, раннего железного века и средневековья, узнав много подробностей генетической истории населения этого региона.

Сосуд Андроновской (Федоровской) культуры



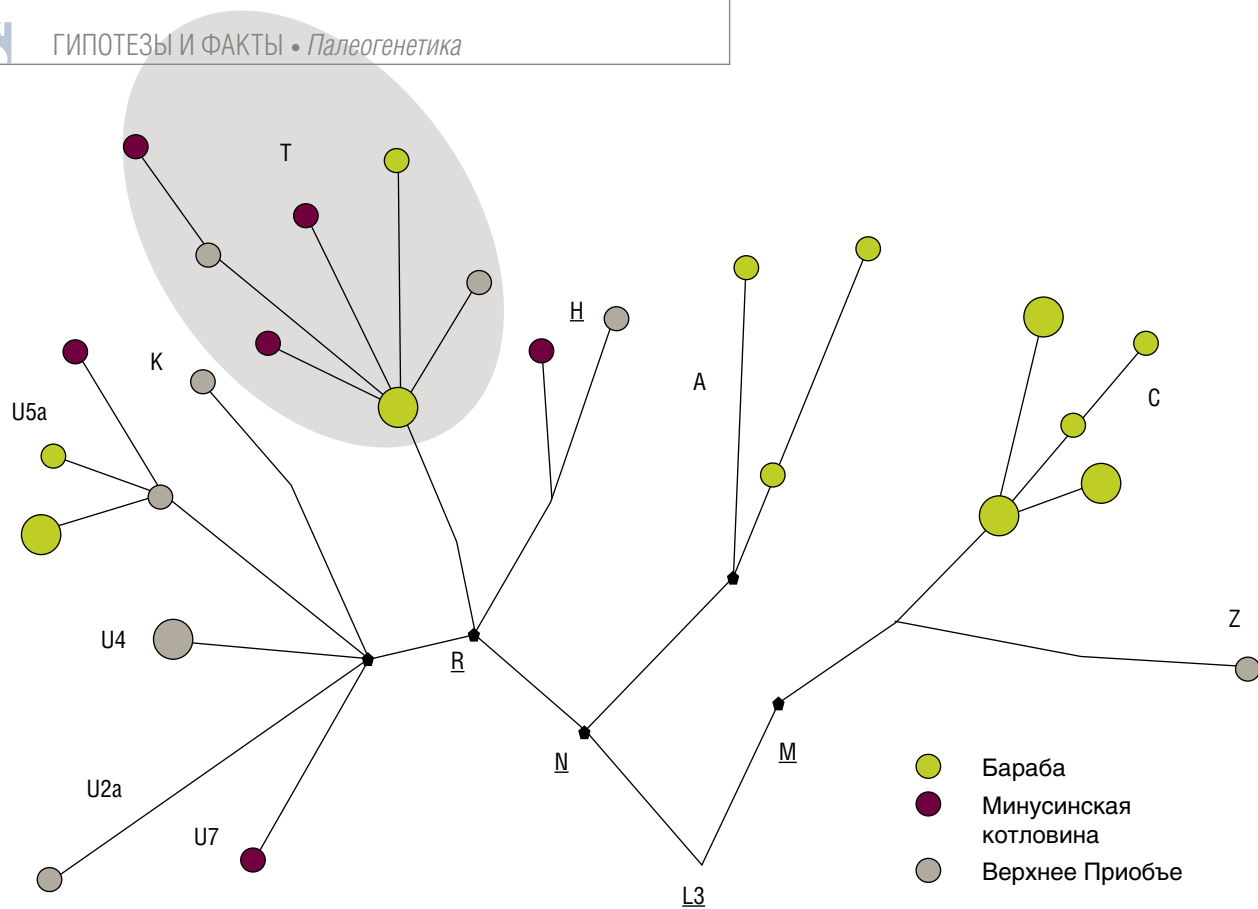
Предполагаемое направление миграции носителей андроновской (федоровской) культуры в Барабинскую лесостепь (первая половина II тыс. до н. э. (согласно антропологическим и генетическим данным). На территории Барабы мигранты сосуществуют с аборигенным позднекротовским населением и взаимодействуют с ним на уровне материальной культуры (Молодин и др., 2009), митохондриальной ДНК (Пилипенко и др., 2009) и генетических контактов

Аборигены и мигранты Западной Сибири

Наиболее ранними группами населения Барабы, доступными для палеогенетических исследований, являются неолитические популяции эпохи раннего металла, жившие в период начала IV–VI тыс. до н. э. Они и стали той генетической основой, на которую на протяжении около 5 тыс. лет накладывались результаты всех последующих популяционных процессов.

У митохондриального генофонда этого населения Барабы обнаружались реликтовые признаки, сближающие его с генофондами охотников-собирателей, обитавших на обширных территориях Северо-Западной Евразии. Вероятно, они были унаследованы от людей современного физического типа, которые первоначально заселили этот регион еще в верхнем палеолите. Интересно, что в Барабе эти признаки сохранялись очень долго, вплоть до начала эпохи развитой бронзы, что и позволило их зафиксировать (Molodin *et al.*, 2012).

Большая часть материалов в палеоантропологических коллекциях представлена костными останками, из них наиболее пригодными для проведения молекулярно-генетического анализа признаются зубы и длинные кости конечностей. Остатки мягких тканей и волосы лишь изредка сохраняются в особенно благоприятных условиях среды (в мерзлоте, очень сухом климате), и первоначально именно они привлекали внимание палеогенетиков. Сейчас мягкие ткани, в отличие от костей и волос, не считают хорошими источниками для выделения древней ДНК. Информативными объектами могут быть копролиты (окаменевшие фекалии), но они встречаются редко



Очень важным открытием стало обнаружение генетических компонентов, свидетельствующих о достаточно долгой независимой эволюции населения Западной Сибири. Эта гипотеза была высказана антропологами еще в середине прошлого века, но до недавних пор не было обнаружено никаких генетических доказательств в ее пользу: исследования генофонда мтДНК современных популяций обнаружило чужеродные элементы, проникшие с других территорий. Исследования новосибирских палеогенетиков доказали, специфическая гаплогруппа мтДНК – A10, является «местным» компонентом. По-видимому, она появилась в Западной Сибири еще до начала эпохи голоцена, т. е. более 10 тыс. лет назад, и эволюционировала здесь в течение нескольких тысячелетий (Pilipenko *et al.*, 2015).

Сейчас мы знаем, почему это открытие не удалось сделать на современных популяциях: за последние тысячелетия Западную Сибирь наводнили потоки мигрантов с запада и востока, которые попросту «размыли» реликтовую структуру генофонда. Но сами эти поздние миграционные потоки оказались чрезвычайно интересным объектом для исследования.

Каждая из основных миграционных волн за последние 4 тыс. лет, установленных сначала по археологическим и антропологическим данным, по-своему отразилась не только на материальной стороне общественного бытия, но и на генофонде населения региона. Например,

Схематическое изображение филогенетического дерева митохондриальной ДНК представителей андроновского (федоровского) населения Барабы (Западная Сибирь) из различных районов юга Западной Сибири. Кругами обозначены отдельные структурные варианты мтДНК. Размер круга пропорционален численности обнаруженных индивидов – носителей данного структурного варианта мтДНК. Цветами обозначена принадлежность к локальным группам (см. расшифровку).

Контуром выделена гаплогруппа T мтДНК, маркирующая миграцию андроновского населения в западносибирскую лесостепь

масштабная волна миграции андроновского (федоровского) населения, мигрировавшего сюда предположительно с территории Казахстана в первой половине II тысячелетия до н.э., привела в резкому изменению материальной культуры населения, тысячелетиями развивавшейся на местной основе. Но вот на уровне митохондриальной ДНК перемены оказались не столь значительны.

Нам, правда, удалось зафиксировать генетический маркер этой миграционной волны – гаплогруппу T, а также изменение встречаемости некоторых других гаплогрупп, что служит доказательством миграционной

Городище Чича – протогород переходной эпохи от бронзового к железному веку: раскопки участков поселения и глиняная фигурка далекого предка была спрятана под полом жилища



активности на юге Сибири. Однако многие компоненты митохондриального генофонда остались неизменными, что дало основания считать, что местное население, с которым столкнулись в регионе пришлые андроновцы, активно вовлекалось в брачные связи. А первые данные по исследованию ядерного генома, а именно – «мужской» Y-хромосомы, дают основания считать, что такие контакты были характерны преимущественно для пришлого мужского населения и местного женского «контингента». Вот на таких моделях мы получаем данные не только о самих миграциях, но и об особенностях взаимодействия культурно и генетически разных популяций между собой.

Южане на Чиче

Таким образом, анализируя изменения генофонда мы можем судить о ходе территориальной экспансии и процесса смешивания местного и пришлого населения. И в этом смысле большой интерес представляют результаты исследования знаменитого городища Чича-1, также расположенного в Барабе на берегу одноименного озера.

Здесь в начале I тысячелетия до н.э. возникло большое городище с улицами и сложной системой укреплений в виде валов и рвов. Археологи зафиксировали на городище следы разных культурных групп, а само его устройство имеет много черт, свойственных более южным центрам цивилизации. Все это свидетельствует, что в данном случае мы имеем дело с местом, где происходил контакт между разными культурами, где вместе сосуществовали общности.

Нам удалось исследовать мтДНК небольшой выборки населения городища. Образцы для анализа были

взяты из расположенного рядом некрополя, а также от скелетов детей, которые были погребены под полом многих жилищ в разных частях городища. Оказалось, что население Чича-1 генетически очень сильно отличалось от предшествующего местного населения и было близко к населению Средней и Передней Азии. Очевидно, в этот период до Сибири докатились первые отголоски масштабных популяционных процессов, которые инициировали в степном поясе Евразии ранние кочевники. Этот вывод хорошо согласуется с данными археологии и антропологии.

Дальнейшие исследования показали, что это «вторжение» генетически контрастного населения с юга не было кратковременным. Саргатское население западносибирской лесостепи (вторая половина I тыс. до н.э. – первые века I тыс. н.э.) по своему происхождению также оказалось преимущественно южным. Так как археологические данные свидетельствуют о том, что саргатцы могли иметь отношение к сарматскому миру, следующим нашим шагом стало исследование сарматских популяций с Нижнего Поволжья...

Все наши результаты свидетельствуют, что юг Сибири был «ареной», на которой протекали многие ключевые события истории значительной части народов Центральной и Северной Евразии. И сейчас мы приступили в масштабному исследованию древнего населения региона уже по маркерам Y-хромосомы, чтобы получить данные и для мужской части генофонда и таким образом составить целостную картину. Подход, опробованный в Барабе, реализуется и для других регионов Сибири, в частности, Минусинской котловины и Горного Алтая.

Еще один подход к этногенетическим реконструкциям, который мы сегодня реализуем в применении к ко-

чевникам Евразии, – анализ синхронных материалов, полученных с обширных территорий. В данном случае исследуются палеогенетические материалы от кочевых племен эпохи раннего железного века, гунно-сарматского времени и раннего средневековья, и не только из Сибири, но и из многих районов евразийского степного пояса и сопредельных регионов, от Центральной Азии до Восточной Европы. Над этим проектом мы работаем совместно с коллегами из Майнцкого университета им. Иоганна Гутенберга (Германия), возглавляемых профессором Й. Бургером.

Как амазонка с Укока ... поменяла пол

Для археологов очень важно, что с помощью палеогенетики они могут точно определять пол и степень родства древних индивидов.

Половую принадлежность останков древних людей ранее устанавливали методами физической антропологии (т.е. по морфологии скелета), а также из анализа археологического контекста, например, по специфичности погребального инвентаря. Однако эти методы имеют свои ограничения: так, очень трудно, а иногда и невозможно определить по скелету пол у молодого человека или ребенка, а также при плохой сохранности скелета.

Об определении степени родства и говорить не приходится. Это удавалось сделать на основании антропологических данных лишь в тех исключительных случаях, когда погребенные имели какие-то редкие, генетически обусловленные аномалии развития скелета. Обычно же археолог строит реконструкции, пользуясь наиболее простыми моделями родства. И если изучается погребение женщины и ребенка, то из этого следует, что в нем погребены мать и ее дитя. Как это действительно произошло в случае кургана 1 могильника Олон-Куруин-Гол-6 (Северо-Западная Монголия), где этот факт был подтвержден палеогенетическим анализом (Pilipenko *et al.*, 2010). Но бывают и иные ситуации, и только палеогенетика позволяет получить объективные данные в этой сложной и во многом спекулятивной области археологии.

Ярким примером справедливости этого утверждения служат результаты исследования скелетных останков из кургана 1 могильника Ак-Алаха-1, обнаруженных в 1990 на плато Укок в Горном Алтае. В этом парном погребении с богатым погребальным инвентарем и полным набором вооружения, были похоронены, предположительно, зрелый мужчина и молодая девушка, принадлежащие к элите пазырыкского общества.

Так как тела не были мумифицированы, их пол и возраст были установлены по скелетным останкам

За многие десятилетия целенаправленных исследований археологических памятников были накоплены большие коллекции останков человека разного «геологического» возраста, географического происхождения и культурной принадлежности, т.е. с разным археологическим контекстом. Представители групп древнего населения в той или иной степени уже хорошо охарактеризованы с точки зрения особенностей материальной и духовной культуры, демографических параметров, фенотипических признаков и т.п. Но этот огромный массив материалов остается на сегодня практически неисследованным с точки зрения молекулярной генетики

методами физической антропологии. Пол погребенного в первой колоде, мужчины возрастом 45–50 лет, не вызвал сомнений, но что касается похороненного во второй колоде... Хотя антропологи были уверены, что в погребении была захоронена девушка возрастом 16–17 лет, они подчеркивали ее «неженские» черты: «череп очень крупный и кажется массивным... нижняя челюсть очень массивная... Кости посткраниального скелета очень длинные, не уступающие по абсолютным размерам и указателям массивности костям мужского скелета ... Длина тела очень большая» (Чикишева, 1994).

Выводы антропологов подтверждались и особенностями сопровождающего инвентаря: колода, деревянная подушка-валик, размер колчана – все было меньшего размера по сравнению с мужским погребением. Кроме того, в области таза погребенного были обнаружены 34 раковины каури, возможно, являвшиеся украшением ремня. Раковины встречались в могилах пазырыкцев крайне редко. Они лежали в сумочках вместе с бусинами и косточками экзотических фруктов и их считали амулетами. Известна семантика этих раковин как символа женской плодovitости.

Отличались и прически погребенных: на черепе мужчины были обнаружены длинные темно-каштановые волосы, при этом лоб и макушка были открыты. На черепе второго – тоненькая маленькая косичка.

Открытие погребения этой девушки – наездницы и воина, стало еще одним аргументом в пользу гипотезы о возможном существовании в пазырыкском обществе традиции, согласно которой молодые девушки из элиты общества, склонные к воинскому делу, до замужества могли осваивать практики владения оружием, хотя, безусловно, этот случай для пазырыкской культуры является уникальным (Полосьмак, 2001).

Однако 25 лет спустя для прояснения филогенетических и филогеографических характеристик, возможной степени родства погребенных и половой принадлежности их останки были изучены методами палеогенетики.



Исследования проводили с помощью молекулярно-генетического анализа с использованием четырех систем генетических маркеров (митохондриальной ДНК, полиморфного фрагмента гена амелогенина, STR-локусов аутосомии и STR-локусов Y-хромосомы) в Институте цитологии и генетики СО РАН (Пилипенко, Трапезов, Полосьмак, 2015).

В процессе проведения экспериментальных работ были получены многочисленные свидетельства различной степени сохранности ДНК в останках двух индивидов. Сохранность ДНК в останках более молодого погребенного была существенно ниже, нежели в останках зрелого мужчины. Тем не менее, были получены достоверные молекулярно-генетические данные, которые свидетельствуют о мужском поле обоих погребенных из кургана 1 могильника Ак-Алаха-1, хотя они и расходятся с результатами определения половой принадлежности останков младшего индивида методами физической антропологии.

Ученые считают, что «причиной может быть молодой возраст погребенного индивида – определение половой принадлежности останков индивидов подросткового возраста по морфологии скелета в некоторых случаях достаточно затруднительно». Но и с генетическим анализом этого индивида, оказалось не все так просто. Новые данные дали повод пересмотреть и возможные

Предметы найденные в погребении кургана № 1, могильник Ак-Алаха-1: серьга, представлявшая собой деревянную пластинку, обклеенную золотой фольгой, раковины каури, деталь горита, войлочный шлем. Реконструкция войлочного шлема Е.В. Шумаковой, рисунок к.и.н. Д.В. Позднякова (ИАЭТ СО РАН)

родственные отношения погребенных – ранее это парное погребение зрелого мужчины и молодой женщины рассматривалось в качестве погребения супругов, либо отца и дочери.

Реконструкция степени родства погребенных в коллективных погребениях или могильниках и определение половой принадлежности индивидов является одним из наиболее перспективных направлений применения палеогенетических методов в археологии. По результатам анализа маркеров с однородительским наследованием (мтДНК и Y-хромосома) была установлена вероятность близкого родства рассматриваемых индивидов из парного погребения как по женской, так и по мужской линии. Полученные данные по профилям аутосомных STR-локусов свидетельствуют, что исследуемые индивиды не являлись прямыми родственниками, в данном случае, с учетом пола погребенных, они не могли быть отцом и сыном (Пилипенко, Трапезов, Полосьмак, 2015).



Установив достаточно близкое родство между погребенными, генетики подтвердили выводы, сделанные Т.С. Балуевой, еще в 1994 создавшей реконструкции лиц обоих погребенных: «По внешнему виду в анфас носы мужчины и женщины из могильника Ак-Алаха 1 очень похожи... По форме подбородки женского и мужского черепов очень похожи».



На родство погребенных указывала и отмеченная Т.С. Балуевой схожесть патологических процессов в шейных позвонках: «...у мужчины был спондилез шейных позвонков, который затруднял движения головы, на черепе женщины в области суставных мыщелков затылочного отверстия наблюдаются следы таких же деформирующих процессов, о которых было сказано выше. Одинаковые признаки заболевания могут указывать на родственные связи погребенных в одном кургане».

И еще один поразительный факт: старший из мужчин к моменту смерти уже долгое время был малоподвижным инвалидом, который не мог самостоятельно сесть на коня. По мнению Т.А. Чикишевой, его скелет носил признаки сильного поражения одной из разновидностей хронического полиартрита: «В общий патологический процесс вовлечен практически весь костно-суставный аппарат ...заболевание умершего можно определить как анкилозирующий спондилартрит, известный также под названием одеревенение позвоночника или болезнь Бехтерева... Этиология заболевания неизвестна... Болезнь поражает преимущественно мужчин и начинается во второй или третьей декаде жизни». Причиной его смерти могло стать развитие заболевания. Что до причины смерти юноши, то ее до сих пор не смогли установить ни антропологи, ни генетики.

Сегодня методы и подходы палеогенетики стали мощным инструментом, с помощью которого археологи могут проследить ход реальных демографических процессов в популяциях древних народов, а также получить и уточнить информацию об отдельных индивидах в тех случаях, когда обычные методы археологии и антропологии бессильны, что и доказали работы межинститутской команды палеогенетиков Новосибирского научного центра.

Одинаково актуальными и перспективными с точки зрения генетики и археологии являются исследования молекулярно-генетических механизмов приспособления человека как к условиям окружающей среды, так и к уровню развития экономики и материальной культуры. Ведь очень важно знать, как человек на территории Сибири приспосабливался и к суровым условиям климата, и к изменениям характера питания связанным с его культурным развитием. Например, сейчас мы проводим исследование гена лактазы, который ответствен за способность к усвоению молочного сахара во взрослом возрасте.

Не меньший интерес представляют и реконструкции фенотипических параметров представителей древних популяций, таких черт внешнего вида, как, например, особенности пигментации глаз и волос. В настоящее время палеогенетика располагает все большими возможностями для реконструкции «портретов» древнего человека в прямом и переносном смысле.

Помимо останков человека, особое внимание уделяется нашим коллективом исследованию останков животных из археологических памятников. В настоящее время проводится масштабная программа исследований останков domesticiрованных животных юга Западной Сибири, которая позволит пролить свет на процессы проникновения и использования одомашненных животных древними популяциями Сибири. Не менее перспективными представляются исследования останков представителей дикой фауны, используемых древним человеком в своей хозяйственной деятельности.

Реализация столь широкого круга исследований стала возможной только благодаря тесной интеграции усилий междисциплинарной команды, созданной ИАЭТ СО РАН и ИЦиГ СО РАН, работающей вместе на всех стадиях работы. Так, сотрудники межинститутского сектора молекулярной палеогенетики принимают участие в работе экспедиций ИАЭТ СО РАН, что позволяет получать новые материалы для исследования с максимальными предосторожностями, а также лучше понять специфику исследуемых древних групп. По нашему глубокому убеждению, развитие межинститутского коллектива в направлении теснейшей интеграции усилий разноплановых специалистов позволит совершить еще массу интересных открытий в области истории населения Сибири. У палеогенетического направления исследований ИАЭТ и ИЦиГ СО РАН, безусловно, большое и интересное будущее.



Литература

Пилипенко А.С., Ромащенко А.Г., Молодин В.И. и др. 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. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН. 2009. Т. 3, Гл. 7. С. 108–127.

Пилипенко А.С., Ромащенко А.Г., Молодин В.И. и др. Особенности захоронения младенцев в жилищах городища Чича-1 Барабинской лесостепи по данным анализа структуры ДНК // Археология, этнография и антропология Евразии. 2008. № 2. С. 57–67.

Molodin V.I., Pilipenko A.S., Romaschenko A.G. et al. 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. et al. 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.

Пилипенко А.С., Трапезов Р.О., Полосьмак Н.В. Палеогенетическое исследование носителей пазырьковской культуры из могильника Ак-Алаха-1 (Горный Алтай) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2015. № 4. С. 146–152.

Молодин В.И., Пилипенко А.С., Чикишева Т.А. и др. Мультидисциплинарные исследования населения Барабинской лесостепи V–I тыс. до н.э.: археологический, палеогенетический и антропологический аспекты. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 220 с.



В публикации использованы иллюстрации из книги А.И. Соловьева «Оружие и доспехи» (Инфолио, 2003) и из архива авторов