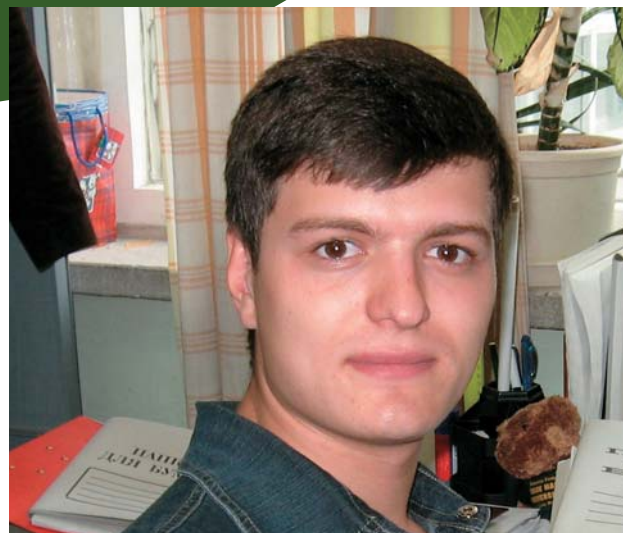


В. И. МОЛОДИН, А. С. ПИЛИПЕНКО

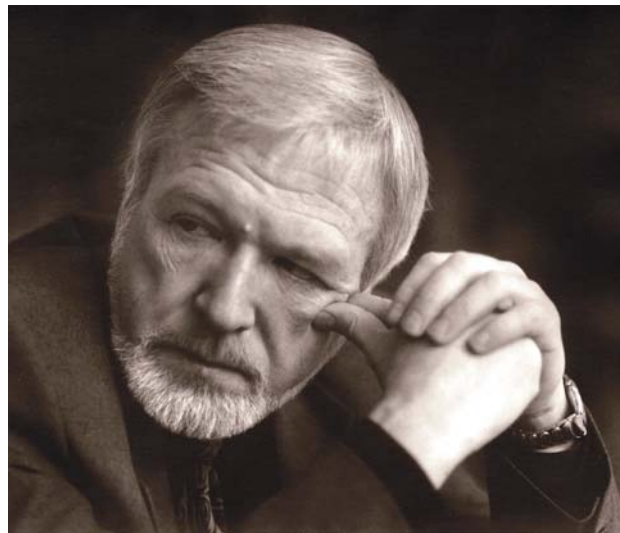
# ДРЕВНЯЯ ДНК И СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ – НОВЫЕ ОТВЕТЫ НА СТАРЫЕ ВОПРОСЫ



24—26 марта 2010 г. на базе Свободного университета Берлина (Freie Universität Berlin) проходила международная конференция «Миграции в доисторические времена и в ранней истории. Стабильные изотопы и популяционная генетика – новые ответы на старые вопросы?» («Migration in Prehistory and Early History. Stable Isotopes and Population Genetics – New Answers to Old Questions?»). Организаторами конференции являлись: Freie Universität Berlin и Stiftung Preussischer Kulturbesitz. Цель форума – впервые собрать на одной площадке представительное международное сообщество специалистов в области анализа стабильных изотопов, палеогенетики, археологии и смежных направлений для обсуждения возможностей использования новых естественно-научных методов в изучении древних миграционных событий, перспектив и направлений развития этих областей знаний, а также объединения усилий специалистов в сфере комплексных исследований миграций



ПИЛИПЕНКО Александр Сергеевич – окончил аспирантуру ИЦиГ СО РАН в 2008 г., младший научный сотрудник сектора палеогенетики лаборатории молекулярных основ генетики животных ИЦиГ СО РАН. 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 около 20 научных работ



МОЛОДИН Вячеслав Иванович – академик РАН, доктор исторических наук, заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН, профессор НГУ, член-корреспондент Германского археологического института, лауреат международной премии им. А. П. Карпинского (2000), Государственной премии РФ (2004)



Конференция проводилась на базе Свободного университета Берлина. На фотографиях – выдающиеся ученые и общественные деятели, связанные с университетом

Наибольшие надежды мирового научного сообщества на прогресс в области исследования древних миграционных процессов на данный момент связаны с развитием методологии анализа древней ДНК и стабильных изотопов из археологических останков. Активная работа в этом направлении ведется более чем в 30 научных центрах, расположенных во многих странах Европы и Америки. Еще более широка география регионов-объектов исследования – от Южной Америки до Западной Сибири и циркумполярных областей Северной Америки.

Сегодня наметились две тенденции в развитии подходов к исследованию древних миграций. Первая предполагает использование одного из новых направлений (анализ стабильных изотопов, палеогенетика) в качестве основного, в то время как другие подходы (включая традиционные – археологию, физическую палеоантропологию) играют роль вспомогательных.

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





В работе конференции приняли участие специалисты в области палеогенетики, анализа стабильных изотопов и археологии из 11 стран и более чем из 30 научных центров Европы и Америки, занимающиеся проблемами древних миграций человека и сопутствующих ему domesticiрованных животных

Вторая, альтернативная, тенденция заключается также в комплексном подходе к объекту исследования, но в данном случае зарекомендовавшие себя ранее методы, такие как археологический анализ элементов материальной культуры древних этнокультурных групп с поиском аналогий, этнографические исследования, физическая антропология (краниометрия, одонтология), палеозоология (остеометрия), палеоботаника (в первую очередь палинология), выступают в качестве основных, дополняясь одним из новых методов. В результате такого подхода существовавшее ранее представление о миграционных процессах обогащается новыми данными.

По мнению авторов, будущее в изучении миграций принадлежит именно комплексному подходу, который в ближайшей перспективе, несомненно, дополнится новыми методами исследования.

### Новые инструменты археолога

Сложность и многогранность миграционных процессов, касающихся как человека, так и сопутствующих ему domesticiрованных животных, к настоящему моменту в наибольшей степени удалось оценить тан-дему археологов и этнографов. Именно при изучении памятников археологии исследователи сталкиваются с проявлениями и последствиями древних миграци-

онных событий самого разного масштаба и характера. Исследования этнографов часто помогают правильно интерпретировать обнаруженные явления. Представление археологов о ходе миграционных процессов, по-видимому, в наибольшей степени приближается к реальной картине событий прошлого\*.

На сегодняшний день методы изотопного анализа и палеогенетики начали широко применяться в исследовании древних миграций самого разного масштаба – от локальных до континентальных. При этом активность использования данных методов зависит от масштабов исследуемых миграций. Подавляющее большинство работ по изотопному анализу связано с исследованием миграций на локальном уровне (от единичных памятников до небольших территорий), и в меньшей степени – на уровне значительных по площади регионов\*\*.

\* Проблему необходимости учета и тщательного использования накопленных археологией данных о характере древних миграционных событий в своем докладе на конференции озвучил профессор W. Schier.

\*\* Например – пространство евразийского степного пояса (доклады Gerling et al., Shishlina et al.).



Проф. Молодин (справа) и проф. Бургер



Проф. Парцингер во время доклада

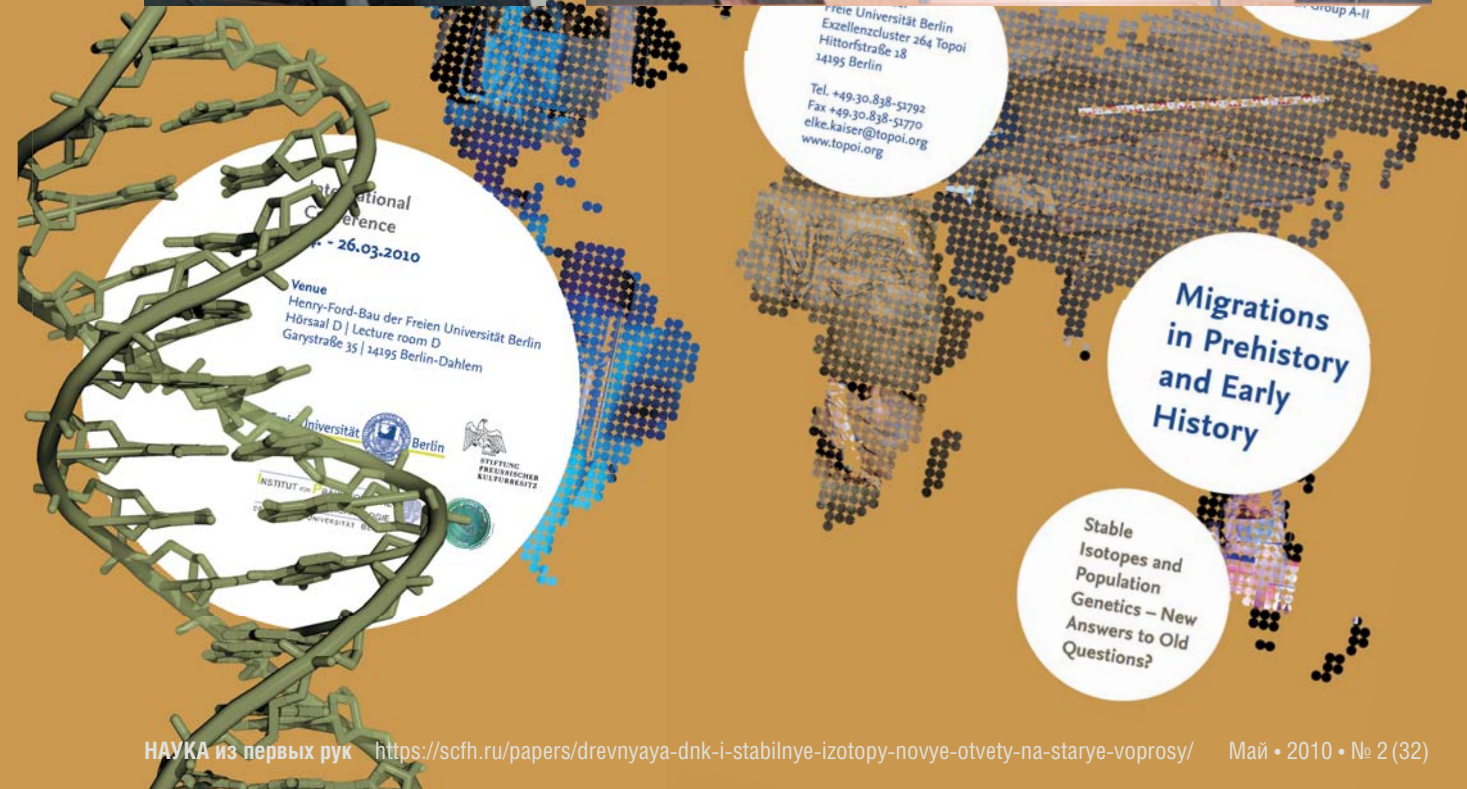


Александр Пилипенко



Момент работы конференции. В центре – проф. Прайс (США), специалист в области анализа стабильных изотопов

Freie Universität Berlin  
Exzellenzcluster 106 Topoi  
Hittorfstraße 18  
14195 Berlin  
Tel. +49-30-838-5792  
Fax +49-30-838-5770  
elke.kaiser@topoi.org  
www.topoi.org



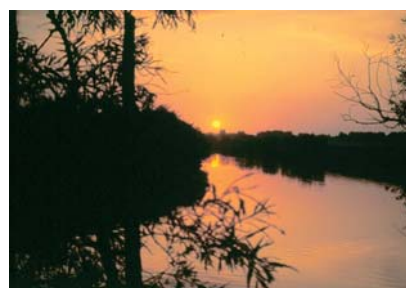
Migrations in Prehistory and Early History

Stable Isotopes and Population Genetics – New Answers to Old Questions?





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



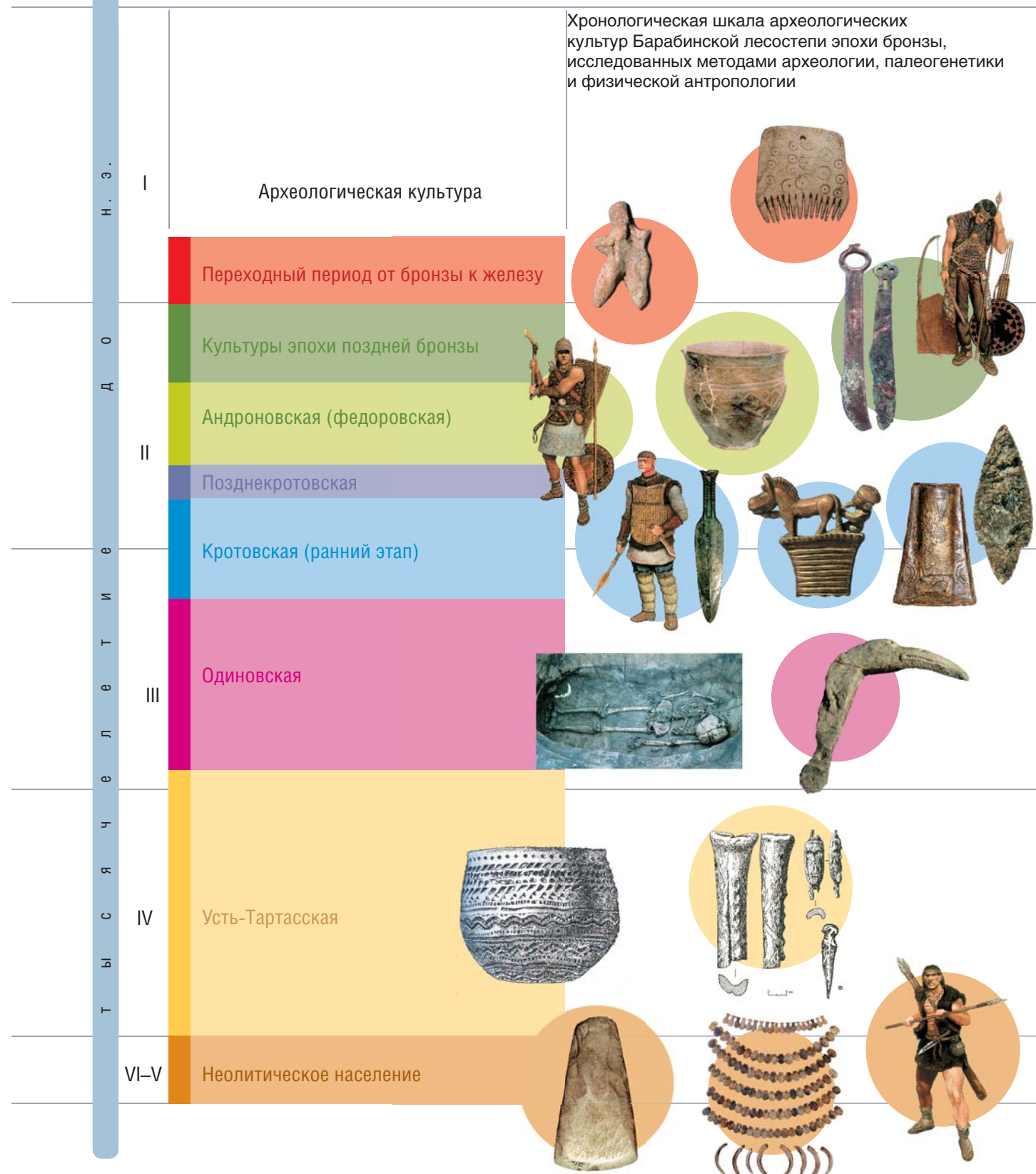
\*\*\* На конференции было представлено также несколько палеогенетических работ, посвященных миграциям на локальном уровне, что является новой страницей в развитии палеогенетики (доклады Fehren-Schmitz (Gottingen) и Molodin et al. (Новосибирск))

Палеогенетический же подход пока чаще применяется для исследований, посвященных изучению масштабных миграционных событий, происходивших в пределах целых континентов (преимущественно европейского) или значительных по площади регионов\*\*\*.

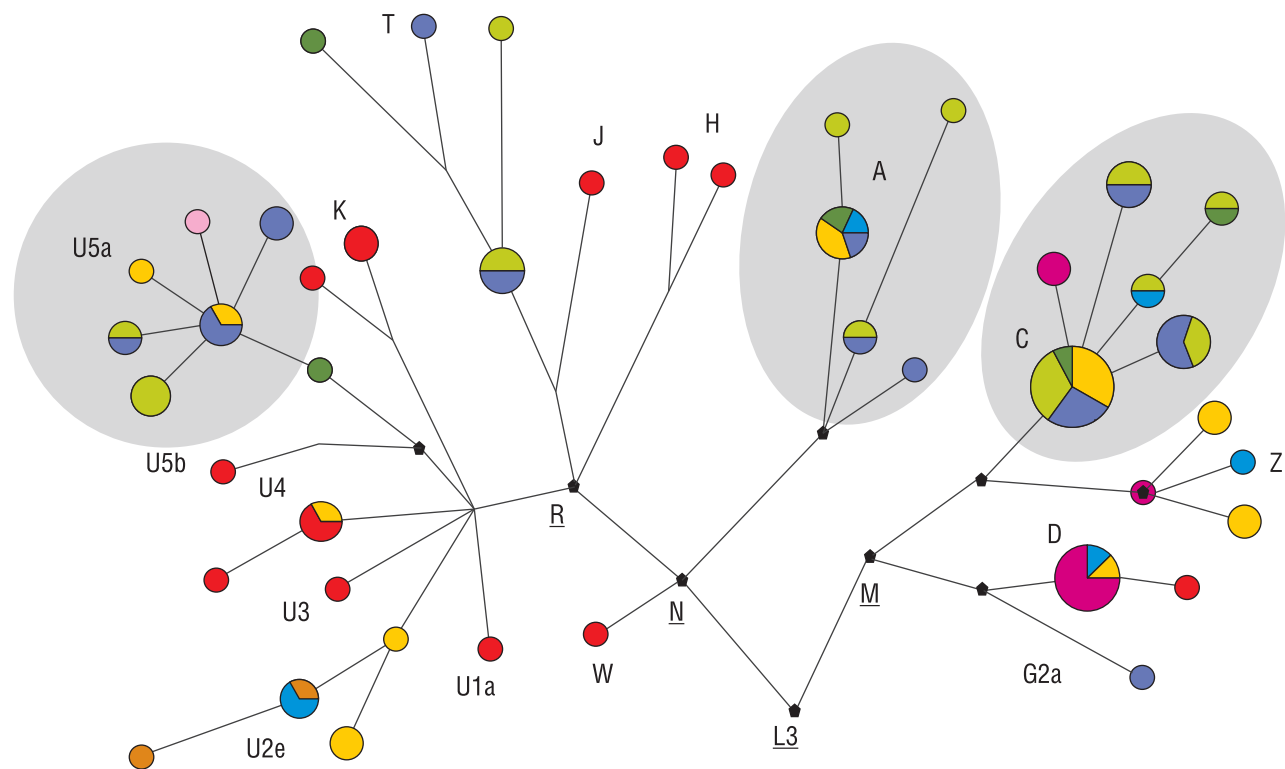
### О чем говорят изотопы

Анализ стабильных изотопов позволяет получать разнообразную информацию об объектах исследования, в частности, о месте рождения индивида, его миграционной активности в прошлом, диете в различные периоды жизни и о многом другом. Центральным объектом исследования в этом направлении, безусловно, является человек. Анализ содержания изотопов в останках животных, как правило, выполняется для независимого прояснения некоторых особенностей миграции человека. В большинстве исследовательских работ анализ останков животных, а также растений и компонентов абиотической среды играет вспомогательную роль, а именно служит для выяснения стандартного базового уровня содержания изотопов в различных частях рассматриваемого региона.

Сегодня научным сообществом в отношении практического применения изотопного анализа подчеркивается необходимость унификации требований к достоверности полученных результатов, их качественным характеристикам, что позволило бы независимым группам исследователей полноценно использовать результаты других коллективов при интерпрета-







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 в Хронологической шкале археологических культур. Контурами выделены группы мтДНК, маркирующие генетическую преемственность между разновременными популяциями

ции собственных данных, а также избежать разногласия в данных, полученных независимыми группами при анализе одних и тех же материалов. К сожалению, в настоящее время, приступая к исследованию миграций методом стабильных изотопов в каком-либо регионе, исследователь часто вынужден самостоятельно получать данные как относительно непосредственного объекта исследования – останков анализируемой древней группы людей или животных, так и общей картины распределения содержания изотопов на территории изучаемого региона, а также в местах предполагаемого источника миграции. В связи с этим большинство авторов работ ограничиваются лишь фактом выявления однородности (неоднородности) содержания изотопов в серии образцов по сравнению с базовым для региона уровнем и констатацией наличия (отсутствия) мигрантов в рассматриваемой древней группе людей.

Создание международной базы данных с открытым доступом, в которую заносятся бы все полученные в рамках направления результаты, стандартизован-

ные по одним критериям (последние еще предстоит определить международному сообществу), позволило бы в перспективе значительно усилить интерпретационную составляющую исследований древних миграций методами анализа стабильных изотопов.

### Бараба в записках древней ДНК

Одним из принципов развития палеогенетических исследований с самого начала было предоставление исследователями результатов своих работ научному сообществу (публикация, размещение в международных базах данных) в полноценном виде, пригодном для их дальнейшего независимого использования. Это было связано с настоятельной необходимостью выработки общих критериев достоверности палеогенетических результатов, подверженных сильному влиянию контаминации древних образцов современной ДНК. В настоящее время данные, полученные методом



Предполагаемое направление миграции носителей андроновской (федоровской) культуры в западно-сибирскую лесостепь. На территории Барабы мигранты сосуществуют с аборигенным позднекротовским населением и взаимодействуют с ним на уровне материальной культуры (Молодин и др., 2009) и митохондриальной ДНК (Пилипенко и др., 2009)

анализа древней ДНК, могут быть опубликованы и считаться достоверными только при выполнении ряда условий. Речь идет и о методах отбора материала для анализа и об особенностях оснащения палеогенетической лаборатории, и о мерах по верификации результатов в процессе выполнения эксперимента. Опубликованные же палеогенетические данные, признанные достоверными мировым научным сообществом, автоматически входят в состав условной общемировой базы палеогенетических данных и могут быть использованы другими группами исследователей при интерпретации своих результатов.

Требования к достоверности результатов при работе с останками людей современного типа существенно выше (из-за повсеместного распространения ДНК современного человека), чем при работе с животными. По-видимому, этим объясняется относительно небольшое число палеогенетических работ, непосредственно связанных с анализом ДНК останков человека. При этом многие исследования, посвященные изучению древних миграций человека, выполняются на останках одомашненных животных, сопутствовавших человеку – лошадей, свиней, коров, коз, овец. Обнаруженные данные о миграциях животных могут коррелировать, с некоторыми поправками, с миграциями древних популяций человека\*.

\* На конференции в рамках этого направления были представлены только работы на уровне масштабных регионов.



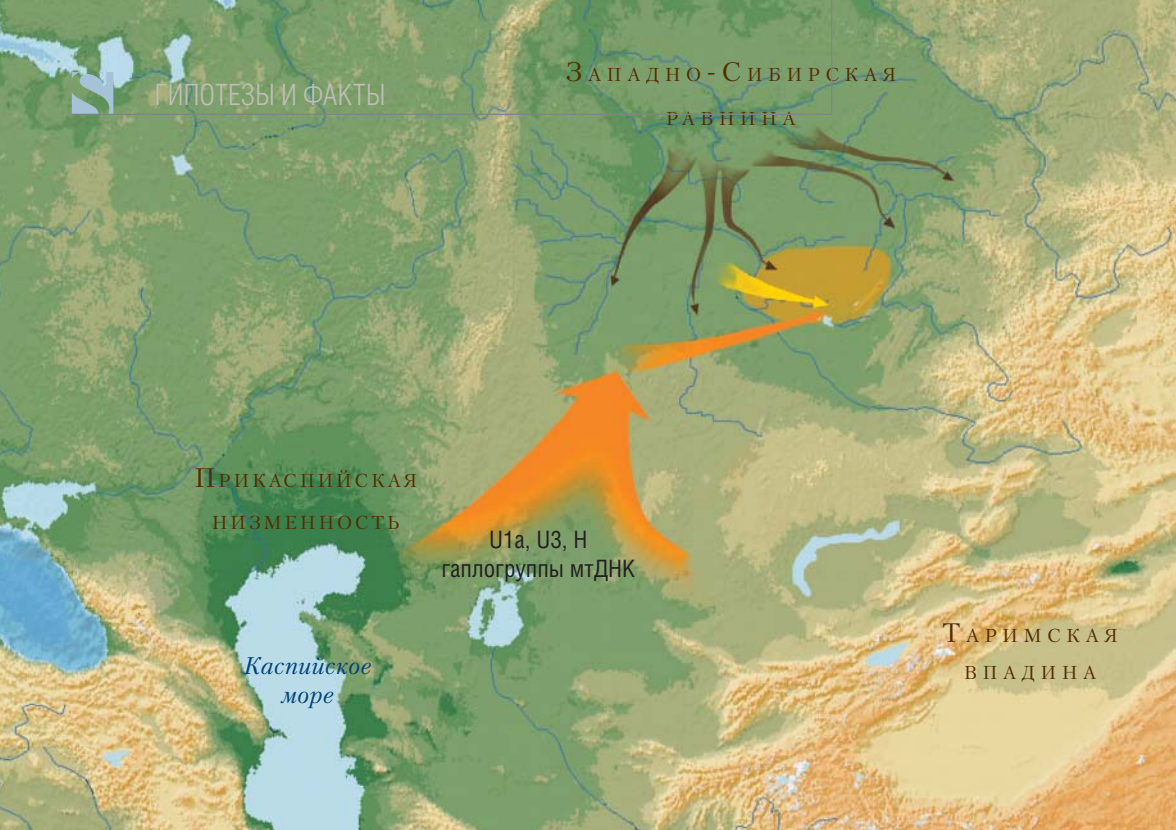


Схема предполагаемых миграций на территорию Барабинской лесостепи в конце эпохи бронзы. Увлажнение климата приводит к миграции населения таежного пояса в зону лесостепи. В то же время по археологическим материалам фиксируется миграция населения берликовской культуры с территории Северного Казахстана в Барабу (Молодин и др., 2008). Генетические данные подтверждают миграцию в регион населения с юга. Филогеографический анализ позволил выявить несколько вариантов митохондриальной ДНК, маркирующих это направление миграции (указаны на рисунке) (Пилипенко и др., 2009)

Исследования же, непосредственно связанные с анализом древней ДНК из останков человека традиционно проводятся в отношении масштабных миграций, потенциально повлиявших на генетический состав населения обширных территорий, вплоть до материков. Например, миграции носителей навыков сельскохозяйственного производства из ближневосточного региона на территорию Европы (Burger et al.). В рамках этого научного направления, которое сложилось довольно давно и на данный момент доминирует в палеогенетике, результаты анализа сравнительно небольшого числа образцов древней ДНК (в большинстве случаев митохондриальной ДНК) используется исследователями для реконструкции достаточно схематичной картины миграционных событий. Возможность подобной интерпретации данных обеспечивается применением последнего сложного математического моделирования исследуемых процессов.

Относительно новой тенденцией является появление палеогенетических работ, рассматривающих миграционные процессы на небольших локальных

территориях. С нашей точки зрения, такой подход позволяет получить картину, более приближенную к действительности. При этом на первый план выходит проблема выбора адекватного объекта исследования, и, следовательно, – корректного учета данных археологии, физической антропологии и других областей знаний. Это позволяет, в некоторых случаях, распространить выявленные закономерности на более масштабные явления.

К немногим работам, выполненным в этом направлении, относится исследование, проведенное авторами этой статьи (Molodin et al., 2010). В результате длительных исследований удалось реконструировать и охарактеризовать динамику состава линий мтДНК в генофондах древних этнокультурных групп, населявших лесостепную полосу Западной Сибири на протяжении более 3 тыс. лет в эпоху бронзы, на модели населения Барабинской лесостепи, скоррелировав полученные результаты с данными археологии и физической антропологии. Анализ проводился в контексте поставленной проблемы о предполагаемых миграционных событиях,

фиксируемых в регионе в данный период. В результате удалось показать, что существенную роль в генезисе населения Барабы различных периодов эпохи бронзы играли автохтонные генетические и этнокультурные компоненты. Вместе с тем наблюдались и существенные изменения генетического состава населения, во многих случаях коррелирующие с археологическими представлениями и связанные с приходом в западно-сибирскую лесостепь носителей новых этнокультурных образований.

Таким образом, показана эффективность данного подхода для изучения миграционных событий и реконструкции этногенеза в целом, а также укреплен доказательная база предлагаемых реконструкций. Следует подчеркнуть, что рассматриваемое исследование построено на анализе более 100 образцов, взятых из культурно и хронологически

достоверных археологических комплексов, что существенно превосходило источниковую базу, используемую нашими коллегами.

Эта работа получила высокую оценку международного научного сообщества и продемонстрировала, что палеогенетические исследования, выполняемые в СО РАН, находятся на переднем крае этого научного направления. Недавно заключенный и ныне уже действующий договор между Институтом археологии и этнографии СО РАН, Институтом цитологии и генетики СО РАН и Институтом антропологии и палеогенетики Йоханес-Гуттенбергского Университета (Майнц, Германия) позволяют надеяться на активную творческую кооперацию в рамках проблем палеогенетики. Это позволит выйти на качественно новый уровень в интерпретации событий, происходивших на территории Евразии в различные исторические эпохи.

#### Литература

Молодин В. И., Мыльникова Л. Н., Новикова О. И. и др. Этнокультурные процессы у населения Центральной Барабы в эпоху развитой бронзы (по материалам исследования памятника Тартас-1 в 2009 г.) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009а. Т. 15. С. 337–342.

Молодин В. И., Мыльникова Л. Н., Дураков И. А., Кобелева Л. С. Культурная принадлежность городища Чича-1 (по данным статистико-планиграфического изучения керамических комплексов на разных участках памятника) // Чича – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009б. Т. 3, Гл. 4. С. 44–50.

Молодин В. И. О южных связях носителей кротовской культуры // Историография и источники изучения исторического опыта освоения Сибири: Тез. докл. и сообщ. Всесоюз. науч. конф. Новосибирск, 15–17 нояб. 1988 г. – Новосибирск, 1988. Вып. 1: Досоветский период. С. 36–37.

Пилипенко А. С., Журавлев А. А., Ромащенко А. Г. и др. Генофонд мтДНК населения лесостепной полосы Западной

Сибири эпохи развитой бронзы: влияние миграционных потоков // Факторы экспериментальной эволюции организмов: сборник научных трудов. Т. 7. Киев: Логос, 2009а. С. 369–372.

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, 2009б. 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. Migrations in the south of the West Siberian Plain during the Bronze Age (4th-2nd millennium BC): archaeological, paleogenetic and anthropological data // Materials of International Conference «Migrations in Prehistory and Early History/Stable Isotopes and Population Genetics – New Answers to Old Questions?». March 24–26. 2010. P. 15

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