

УДК 902.3«637»

А.В. Поляков

Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург, Россия

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА ПАЛЕОГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ ЭПОХИ БРОНЗЫ МИНУСИНСКИХ КОТЛОВИН*

Представлен обзор результатов палеогенетических исследований, проведенных различными исследовательскими группами по материалам погребальных памятников эпохи бронзы Минусинских котловин (юг Красноярского края и Республика Хакасия). Анализировались как результаты, полученные при сравнении полного генома древнего человека, так и данные филогенетически информативных маркеров (мтДНК и ДНК Y-хромосомы). В результате установлено, что в эпоху бронзы на территории Среднего Енисея наблюдалась регулярная смена населения, что указывает на высокую миграционную активность. Сложение археологических культур этого периода (афанасьевской, окуневской, андроновской) начиналось с появления большой группы нового населения, практически полностью вытесняющего своих предшественников. Свидетельства ассимиляции местных жителей в состав новых культурных образований единичны и не носят системного характера. Наиболее сложная ситуация складывается с памятниками периода поздней бронзы ввиду малого числа проведенных пока анализов.

Ключевые слова: Минусинские котловины, Средний Енисей, палеогенетика, афанасьевская культура, окуневская культура, андроновская (федоровская) культура, период поздней бронзы.

DOI: 10.14258/tpai(2019)2(26).-08

Введение

В последнее десятилетие произошла настоящая революция в изучении генома человека. Значительно упростившаяся и ставшая доступной методика проведения анализов позволила перейти к массовому исследованию образцов не только современного человека, но и древних популяций. Эти научные работы имеют колоссальное значение, так как позволяют с совершенно объективных позиций естественно-научных методов взглянуть на проблему преемственности формально выделенных археологических культур. Этот подход позволяет с новыми источниками обратиться к вопросам происхождения и взаимосвязи различных древних популяций. По мере накопления материалов станет возможным построение общей картины перемещения населения в различные эпохи, что значительно продвинет наши представления о принципах сложения древних народов. Наконец появятся объективные данные, которые позволят обрести баланс в постоянной борьбе автохтонистских и миграционных теорий. Палеогенетика позволяет решать широкий круг и более частных вопросов, таких как генетическое определение пола человека, родственных связей, антропометрических характеристик (например, цвет глаз и волос) и многое другое [Пилипенко, 2013].

На данный момент палеогенетика находится пока еще в стадии своего сложения и за те несколько десятилетий, которые она развивается, используемые методы и подходы прошли значительный путь развития. В результате складывается ситуация, когда работы, выполненные различными исследовательскими группами, имеют разную на-

* Исследование проведено в рамках выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук по теме государственной работы: №0184-2018-0009 «Взаимодействие древних культур Северной Евразии и цивилизаций Востока в эпоху палеометалла (IV тысячелетие до н.э. – I тысячелетие до н.э.)».

правленность и с большим трудом могут быть обобщены. Крупные научные центры проводят более углубленные исследования, вплоть до секвенирования полного генома древнего человека. Исследователи, не обладающие мощной лабораторной и аналитической базой, опираются преимущественно на филогенетически информативные маркеры (мтДНК и ДНК Y-хромосомы). Особое внимание необходимо обратить на существование таких острых проблем палеогенетики, как деградация древней ДНК и загрязнение (контаминация) древних образцов современной ДНК. Новые методы борьбы с этими явлениями появляются практически ежегодно, однако до полной победы над ними пока еще далеко.

В данной статье будет предпринята попытка суммировать данные о первых опубликованных палеогенетических исследованиях древнего населения Минусинских котловин (эпоха бронзы). Большинство исследований было проведено под руководством зарубежных палеогенетиков, которые преследовали цели евразийского масштаба, и получение данных по археологическим культурам Среднего Енисея не являлось основной задачей их работ. В результате сложилась ситуация, когда фактический материал получен в достаточном количестве, а научное осмысление результатов проведено только частично. В представленной статье ставится задача суммировать уже имеющиеся материалы и открыть дискуссию по их обсуждению и интеграции в современные научные археологические концепции.

Материалы и методы

На данный момент генетические материалы интересующего нас региона представлены в исследовательских работах четырех научных групп. Первая из них, возглавляемая Дэвидом Райхом, проводила исследования на базе Гарвардского университета (Кембридж, США). Их работа посвящена формированию генетики населения Южной и Центральной Азии (в первую очередь Индии) [Narasimhan et al., 2018]. В ходе своих исследований для создания определенного «фона» евразийского степного пояса они изучили образцы большого числа различных археологических культур, в том числе афанасьевской и андроновской (федоровской) с территории Минусинских котловин. Всего этой группой обработан 31 образец.

Еще одна большая исследовательская группа под руководством Эске Вилеслева проводит работы на базе Центра ГеоГенетики Университета Копенгагена (Дания). Ими выпущена целая серия научных работ, посвященных различным аспектам генетики населения Евразии эпохи бронзы. Среди них необходимо особо отметить три работы, которые затрагивают проблематику афанасьевской и окуневской культур, а также материалы периода поздней бронзы Минусинских котловин [Allentoft et al., 2015; Rasmussen et al., 2015; Damgaard et al., 2018]. В общей сложности исследованиям были подвергнуты материалы по 29 древним жителям изучаемого региона.

Третья совместная группа французских и российских исследователей – под руководством Кристины Кейзер (Страсбургский университет, Франция) проводила серию работ, непосредственно направленных на изучение генома древнего человека Минусинских котловин [Keyser et al., 2009; Hollard et al., 2018]. Их исследования охватывают всю стратиграфическую колонку археологических культур эпохи бронзы и насчитывают 33 изученных образца.

Наконец, четвертая группа представлена исключительно российскими учеными, работающими в Сибирском отделении РАН (Институт археологии и этнографии и Ин-

ститут цитологии и генетики). Результаты исследований этой группы пока представлены только в виде анонсов. Научной общественности доступны предварительные сообщения, которые были сделаны в 2017 г. в ходе работы V (XXI) Всероссийского археологического съезда в Барнауле – Белокурихе, и в 2019 г. на конференции «Феномены культур энеолита – раннего бронзового века степной и лесостепной полосы Евразии: пути культурного взаимодействия в V–III тыс. до н.э.» в Оренбурге [Журавлев и др., 2017]. Работа этой группы направлена на изучение палеогенетики населения Сибири и сопредельных регионов, и эпоха бронзы Минусинских котловин является только одной из точек приложения усилий.

Все исходные материалы по филогенетически значимым маркерам были сведены в единую базу данных и рассматривались суммарно с применением традиционных сравнительных, аналитических и статистических методов (табл. 1–4).

Таблица 1

Результаты определения филогенетических маркеров (mtДНК и Y-ДНК)
по образцам из памятников эпохи бронзы Минусинских котловин

№	Источник образца	Публикация	Код	Пол	mtДНК	Y-ДНК
Афанасьевская культура						
1	Афанасьева гора, мог. 14	Narasimhan 2018	I10564	Ж	V1a	–
2	Афанасьева гора, мог. 15	Narasimhan 2018	SI3387	М	J2a2a	R1b1a1a2a2
3	Афанасьева гора, мог. 15	Narasimhan 2018	I6711	М	J2a2a	R1b1a1a2a
4	Афанасьева гора, мог. 15	Allentoft 2015	RISE509	Ж	T2c1a2	–
5	Афанасьева гора, мог. 15	Allentoft 2015	RISE511	Ж	J2a2a	–
6	Афанасьева гора, мог. 15	Narasimhan 2018	I6712	М	T2c1a2	R1b1a1a2a2
7	Афанасьева гора, мог. 17	Allentoft 2015	RISE510	Ж	J2a2a	–
8	Афанасьева гора, мог. 17	Narasimhan 2018	I6713	Ж	U5a1g2	–
9	Итколь-II, к. 24, м. 1	Hollard 2018	Kaf Kh19	Ж	C	–
10	Итколь-II, к. 23, м. 2	Hollard 2018	Kaf Kh20	М	C	R1b1a1a2a–L23
11	Итколь-II, к. 27, м. 1, ск. 1	Hollard 2018	Kaf Kh21	М	H1bv1	R1b1a1a2a–L23
12	Итколь-II, к. 27, м. 1, ск. 2	Hollard 2018	Kaf Kh22	М	H/U	R1b1a1a2a–L23
13	Карасук-III, к. 1, м. 1, ск. 1	Narasimhan 2018	I3949	М	U5a1d2b	Q1a2
14	Карасук-III, к. 1, м. 1, ск. 2	Narasimhan 2018	I3950	М	U5b2a1a	Q1a2
15	Карасук-III, к. 1, м. 1, ск. 3	Narasimhan 2018	I6714	М	U5a1d2b	Q1a2
16	Карасук-III, к. 1, м. 2, ск. 1	Narasimhan 2018	I3951	Ж	U5b2a1a	–
17	Карасук-III, к. 1, м. 2, ск. 2	Narasimhan 2018	I3952	М	U5a1a1	R1b1a1a2a2
18	Карасук-III, к. 1, м. 3	Narasimhan 2018	I3388	Ж	U5a1d2b	–
19	Карасук-III, к. 2, м. 1, ск. 2	Narasimhan 2018	I3954	Ж	U4b3	–
20	Карасук-III, к. 2, м. 1, ск. 1	Narasimhan 2018	I6715	Ж	U4b3	–
21	Подсуханиха-II, к. 19А, м. 1	Narasimhan 2018	I11112	М	H15b1	R1b1a1a2a2
Окуневская культура						
22	Красный Камень, к. 1, м. 1	Hollard 2018	Ok Kh1	Ж	C5	–
23	Красный Камень, к. 1, м. 3	Hollard 2018	Ok Kh2	Ж	C5	–
24	Красный Камень, к. 1, м. 6	Hollard 2018	Ok Kh3	Ж	H1bv1	–
25	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 1	Hollard 2018	Ok Kh4	М	–	–
26	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 2	Hollard 2018	Ok Kh5	Ж	–	–
27	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 3, ск. А	Hollard 2018	Ok Kh6	М	–	–
28	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 3, ск. Б	Hollard 2018	Ok Kh7	М	J	R1b1a1a2a–L23
29	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 6	Hollard 2018	Ok Kh8	М	H1bv1	Q1b–M346
30	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 9, ск. А	Hollard 2018	Ok Kh9	Ж	A10	–
31	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 11, ск. А	Hollard 2018	Ok Kh10	Ж	–	–

Продолжение таблицы 1

№	Источник образца	Публикация	Код	Пол	mtДНК	Y-ДНК
32	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 11, ск. В	Hollard 2018	Ok Kh11	М	–	–
33	Уйбат-Чарков, к. 1, м. 12	Hollard 2018	Ok Kh12	М	U5	NO1
34	Итколь-II, к. 14, м. 2	Hollard 2018	Ok Kh13	М	H	NO1
35	Итколь-II, к. 14, м. 3	Hollard 2018	Ok Kh14	Ж	T2a1b	
36	Итколь-II, к. 14, м. 5	Hollard 2018	Ok Kh15	М	D4b2a2a	NO1
37	Итколь-II, к. 14, м. 7	Hollard 2018	Ok Kh16	Ж	C5	–
38	Итколь-II, к. 14, м. 8	Hollard 2018	Ok Kh17	М	A12	Q1b1a–L54
39	Итколь-II, к. 14, м. 9	Hollard 2018	Ok Kh18	М	A8	–
40	Верхний Аскиз, к. 1, м. 3, ск. 1	Allentoft 2015	RISE515	Ж	A8a	–
41	Верхний Аскиз, к. 1, м. 3, ск. 2	Allentoft 2015	RISE516	Ж	H6a1b	–
42	Окунев Улус	Damgaard 2018	RISE662	М	H6a	Q1a2a1–L54
43	Окунев Улус	Damgaard 2018	RISE664	М	A8a1	Q1a2a1c–L330
44	Верхний Аскиз, к. 1, м. 22	Damgaard 2018	RISE667	Ж	A8a	
45	Верхний Аскиз, к. 2, м. 4, чер. 7	Damgaard 2018	RISE670	М	A8a	Q1a2b–L940
46	Верхний Аскиз, к. 2, м. 4, чер. 3	Damgaard 2018	RISE671	Ж	H6a1b	–
47	Верхний Аскиз, к. 2, м. 8, ск. 3	Damgaard 2018	RISE672	М	H6a1b	Q1a2–M346
48	Верхний Аскиз, к. 2, м. 9	Damgaard 2018	RISE673	М	A8a	Q1a–L472
49	Верхний Аскиз, к. 2, м. 21, ск. 1	Damgaard 2018	RISE674	М	A+152+16362	Q1a2–M346
50	Уйбат-V, к. 1, м. 1, ск. 1	Damgaard 2018	RISE675	М	D4+195	R1b1a2a2–Z2015
51	Уйбат-III, к. 1, м. 4	Damgaard 2018	RISE677	Ж	A8a1	–
52	Уйбат-V, к. 1, м. 1а	Damgaard 2018	RISE680	Ж	A+152+16362	–
53	Уйбат-V, к. 1, м. 3а–5а, ск. С	Damgaard 2018	RISE681	Ж	A8a1	–
54	Уйбат-V, к. 4, м. 4, чер. А	Damgaard 2018	RISE683	М	H15b1	Q1a1b1–L712
55	Уйбат-V, к. 4, м. 12	Damgaard 2018	RISE684	Ж	C5c	–
56	Уйбат-V, к. 1, м. 3а–5а, ск. В	Damgaard 2018	RISE685	Ж	C5c	–
57	Сыда-V, к. 3	Damgaard 2018	RISE718	М	C5c	Q1a2a1c–L330
58	Сыда-V, к. 4	Damgaard 2018	RISE719	М	C5c	Q1a2a1c–L330
Андроновская (федоровская) культура						
59	Соленоозерная-IV, к. 1, м. 3	Keyser 2009	S09	М	T1	–
60	Соленоозерная-IV, к. 1, м. 4	Keyser 2009	S10	М	U2e	R1a1
61	Соленоозерная-I, м. 4	Keyser 2009	S11	Ж	T4 (T2a1b1)	–
62	Соленоозерная-I, м. 15	Keyser 2009	S12	–	–	–
63	Соленоозерная-IV, к. 1, м. 4	Keyser 2009	S13	–	H6	–
64	Соленоозерная-I, м. 4	Keyser 2009	S14	Ж	U4	–
65	Соленоозерная-I, м. 29	Keyser 2009	S15	–	K2b	–
66	Усть-Абаканский район (царский курган)	Keyser 2009	S16	М	U5a1	R1a1
67	Потрошилово-II, ограда 7	Narasimhan 2018	I1853	М	H2b	R
68	Потрошилово-II, ограда 5, мог. 1	Narasimhan 2018	I1821	М	T1a1	R1a1a1b
69	Потрошилово-II, ограда, 5 мог. 3	Narasimhan 2018	I1856	М	K1a+195	R1a1a1b2a2a
70	Устье Бири-IV, мог. 28	Narasimhan 2018	I1851	М	H2b34	R1a1a1b
71	Устье Бири-IV, мог. 26	Narasimhan 2018	I1828	Ж	K1a4b	–
72	Устье Бири-IV, мог. 10	Narasimhan 2018	I1852	Ж	T2b	–
73	Орак, у Кр. Горы, к. 39	Narasimhan 2018	I6718	М	U4a	R1a1a1b
74	Орак, погр. 10	Narasimhan 2018	I3390	Ж	U5a2+16294	–
75	Орак, у Кр. Горы, к. 38, м. 1	Narasimhan 2018	I3395	Ж	T1a1	–
76	Орак, погр. 15-1	Narasimhan 2018	I3389	М	H27+16093	R1a1a1b

Окончание таблицы 1

№	Источник образца	Публикация	Код	Пол	mtДНК	Y-ДНК
77	Орак, погр. 20	Narasimhan 2018	I3392	М	U2e2a1d	R1a1a1b
78	Орак, у Кр. Горы, к. 38, погр. 2	Narasimhan 2018	I3394	М	U4a1	R1a1a1b2a
79	Орак, на Болоте, к. 10,	Narasimhan 2018	I3396	М	T2b34	R1a1a1b1a2b1
80	Орак, погр. 16	Narasimhan 2018	I3391	М	U5b2c	R1a1a1b2
81	Орак, у Кр. Горы, к. 37	Narasimhan 2018	I3393	М	U5b2b	R1a1a1b
82	Орак, погр. 15-2	Narasimhan 2018	I6717	М	T1a1	Q1a2
83	Выдува Ярки, 1926 год	Narasimhan 2018	I6716	Ж	W1c	–
Период поздней бронзы (карасукская культура)						
84	Усть-Абаканский район, к. 4, м. 1	Keyser 2009	S18	Ж	U5a1	–
85	Богградский район, м. 1	Keyser 2009	S19	Ж	U4	–
86	Минусинск (Подгорный), м. 1(6)	Keyser 2009	S20	М	–	–
87	Сабинка-2, мог. 30	Allentoft 2015	RISE 493	М	C4a1c	Q1a1b1
88	Сабинка-2, мог. 20	Allentoft 2015	RISE 494	М	I4a1	R1a1a1
89	Арбан-1, мог. 27	Allentoft 2015	RISE 495	М	D4j1	R1a1a1b2a
90	Арбан-1, мог. 6	Allentoft 2015	RISE 496	Ж	U5a1a2a	–
91	Арбан-1, мог. 55	Allentoft 2015	RISE 497	Ж	A+152+16362	–
92	Быстрая, мог. 4	Allentoft 2015	RISE 499	Ж	H5a1	–
93	Подкунинский, мог. 2–3	Allentoft 2015	RISE 502	Ж	U5a1d	–

Таблица 2

Сопоставление археологических культур эпохи бронзы Минусинских котловин по количеству случаев присутствия основных гаплогрупп (Y-ДНК)

	R1b	Q	NO	R1a
Афанасьевская культура	8	3		
Окуневская культура	2	11	3	
Андроновская (федоровская) культура		1		12
Период поздней бронзы (карасукская культура)		1		2

Таблица 3

Сопоставление археологических культур эпохи бронзы Минусинских котловин по количеству случаев присутствия основных гаплогрупп (mtДНК)

	Западноевразийские								Восточноевразийские		
	I	W	V	K	J	T	U	H	C	A	D
Афанасьевская культура					4	2	9	3	2		
Окуневская культура					1	1	1	8	7	12	2
Андроновская (федоровская) культура		1	1	3		7	9	4			
Период поздней бронзы (карасукская культура)	1						4	1	1	1	1

Таблица 4

Распределение гаплогрупп (mtДНК) по различным могильникам афанасьевской культуры Среднего Енисея

Памятник	C	H	U	J	T	V
Афанасьева Гора			1	4	2	1
Карасук-III			8			
Итколь-II	2	2				

Обсуждение результатов

Афанасьевская культура – наиболее ранняя археологическая культура эпохи бронзы, известная в Минусинских котловинах. Ее ареал распространен значительно шире и охватывает территории Горного Алтая, Западной и Центральной Монголии и северо-западной части Китая. Проведены палеогенетические исследования 21 образца из четырех различных памятников Минусинских котловин (Афанасьева Гора, Карасук-III, Итколь-II, Подсуханиха-II). Первые исследования были проведены в лаборатории Университета Копенгагена, где были изучены три образца из могильника Афанасьева Гора [Allentoft et al., 2015]. Еще два образца были взяты из материалов афанасьевской культуры Алтая из могильника Куюм. Поскольку цели были крайне обширными – охарактеризовать популяционную генетику бронзового века Евразии, непосредственно сибирским материалам было уделено мало внимания. Используя целую серию сложных математических методов анализа, исследователи приходят лишь к выводу, что генотип изученных представителей афанасьевской культуры и ямной культурно-исторической общности (КИО) совершенно не отличим друг от друга.

На основании этих материалов было проведено важное исследование, посвященное изучению в древних останках генетических следов бактерии *Yersinia pestis*, вызывавшей пандемию чумы [Rasmussen et al., 2015]. С этой целью были взяты три образца из одной могилы-15 могильника Афанасьева Гора (он же Батени). Авторы посчитали ее коллективным захоронением, так как в ней обнаружены останки четверых взрослых (мужчины и трех женщин), а также трех детей. Предполагалось, что такие коллективные захоронения могут быть свидетельством массовых смертельных заболеваний, в том числе чумы. Однако необходимо отметить, что «овальная яма, 150 см, глубиной 120 см» [Грязнов, 1999, с. 16] имеет явно недостаточный размер на фоне традиционных коллективных захоронений афанасьевской культуры [Вадецкая, Поляков, Степанова, 2014, с. 300–309]. Есть основания сомневаться в подобной ее интерпретации. Тем не менее в ходе исследования у двух женщин из трех были обнаружены генетические следы бактерии *Yersinia pestis*. На данный момент это древнейшее свидетельство существования этого заболевания в эпоху бронзы.

Примерно тогда же было проведено еще одно исследование генетических материалов из погребений афанасьевской культуры в Страсбургском университете. Опубликовано оно было только недавно, содержат данные о четырех образцах из трех курганов могильника Итколь-II (раскопки А.В. Полякова 2008–2010 гг.) [Hollard et al., 2018]. Кроме того, в этой работе были привлечены материалы из пяти погребений четырех разных могильников Горного Алтая (Берсюкта-1, курган №1; Тыткескень-VI, курган №95; Сальдьяр-1, курганы №25 и 36; Чобурак-II, курган №1). Было установлено, что все три исследованные образца ДНК Y-хромосомы позволяют относить мужскую линию афанасьевской культуры к субкладу L23 гаплогруппы R1b. Анализ мтДНК показал наличие четырех разных гаплогрупп, из которых три (U, H, R) относятся к западно-евразийским и лишь одна (C) преобладает в азиатском регионе. Это позволило авторам подтвердить и расширить доказательную базу, полученную в ходе предыдущих исследований, где на основании секвенирования полного генома была установлена практически полная генетическая идентичность населения афанасьевской культуры и ямной КИО.

Третье исследование, опубликованное в виде препринта в 2018 г., проводилось в Гарвардском университете и включало новые данные по 26 образцам из различ-

ных памятников афанасьевской культуры (14 – Среднего Енисея; 12 – Горного Алтая) [Narasimhan et al., 2018]. Таким образом, база источников практически утроилась, а с учетом качества проведенных лабораторных работ достоверность результатов достигла очень высокого уровня. Основная часть исследования была посвящена вопросам сложения древнего населения на территории современной Индии, и проблематике афанасьевской культуры было уделено мало места. Авторы провели серию математических анализов полного генома, которые позволили им объединить материалы ямной КИО (за исключением трех образцов) и афанасьевской культуры в единый кластер ввиду их практически полной идентичности. Данные по филогенетически значимым маркерам (мтДНК и ДНК Y-хромосомы) хоть и были определены, но никаких значимых выводов на их основании не сделано. Очень важными являются близкородственные связи, которые были прослежены внутри могильников Афанасьева Гора и Карасук-III.

В 2019 г. на конференции «Феномены культур энеолита – раннего бронзового века степной и лесостепной полосы Евразии: пути культурного взаимодействия в V – III тыс. до н.э.» в Оренбурге А.С. Пилипенко с группой соавторов был сделан доклад, посвященный проблемам соотношения генофонда населения афанасьевской культуры и ямной КИО. Им была отмечена тесная взаимосвязь этих двух культурных образований, которую оттеняли только единичные случаи включения в афанасьевские памятники индивидуумов, заметно отличавшихся по филогенетическим гаплогруппам. Отдельно необходимо упомянуть исследование, посвященное изучению серии определений мтДНК, полученных на материалах различных памятников Горного Алтая, в том числе афанасьевской культуры [Чижишева, Губина, 2008; Губина и др., 2011; Губина и др., 2016]. Непосредственно с Минусинскими котловинами эта работа не связана, но ее необходимо учитывать при анализе данных ранней бронзы. Было установлено, что в этот период население Горного Алтая по материнским линиям на 70% было представлено западно-евразийскими гаплогруппами мтДНК.

Таким образом, на сегодняшний день по опубликованным данным палеогенетическим исследованиям (с получением положительных результатов) подверглись 50 образцов из погребальных памятников афанасьевской культуры: 21 – из Минусинских котловин (четыре могильника) и 29 – с Горного Алтая (14 могильников) (табл. 1). Основным выводом всех исследовательских коллективов сводится к тому, что результаты по этим образцам практически неотличимы от большей части результатов исследований образцов ямной КИО, которых сейчас насчитывается уже свыше 100. Это является еще одним подтверждением теснейшей связи этих двух групп населения, которая уже была отмечена археологами и антропологами [Хохлов и др., 2016]. Причем этот результат получен как при математическом сравнении полного генома, так и при сопоставлении филогенетически значимых маркеров (мтДНК и ДНК Y-хромосомы).

Основываясь на сумме полученных в ходе этих исследований данных, можно сделать еще несколько необходимых наблюдений. Анализ Y-ДНК показывает, что из 18 определений, которые удалось получить, 15 относятся к одному субкладу и его нижележащим вариантам – L23, гаплогруппы R1b (табл. 2). Такая удивительная плотность результатов указывает на гомогенность мужской части коллектива. Именно эта гаплогруппа характеризует и основную часть (свыше 95%) мужского населения ямной КИО. Из 15 определений семь приходится на Горный Алтай, где они являются единственным вариантом мужской линии преемственности, а еще восемь – на Минусин-

ские котловины. Тем самым демонстрируется не менее тесная связь двух основных ареалов афанасьевской культуры.

Наряду с этим для образцов Y-ДНК из Минусинских котловин обнаружены три индивидуума с иной гаплогруппой – Q1a2. Казалось бы, они составляют почти 30% от общего числа определений для этого региона, но не все так просто. Дело в том, что это отец и два сына, похороненные в одной могиле (Карасук-III, курган №1, мог. 1), т.е. их следует рассматривать как один случай. Гаплогруппа Q характерна для последующей окуневской культуры. Нельзя исключать, что это погребение может иллюстрировать процесс взаимоассимиляции двух популяций, с учетом того, что согласно новейшим исследованиям могильник Карасук-III относится к числу наиболее поздних [Лазаретов, 2017]. Ситуация прояснится в дальнейшем, когда будет получено большее число палеогенетических определений.

Не менее интересная картина наблюдается при изучении данных, полученных при анализе мтДНК. Всего для афанасьевской культуры сделано 47 определений (табл. 3). Из них 26 – с территории Горного Алтая, где заметно преобладают субклады гаплогрупп западно-евразийского происхождения (U, R, J, H, K, T) и отмечено только два единичных случая восточно-евразийских гаплогрупп (Y, F) [Kivisild et al., 2002]. Заметно преобладают субклады гаплогрупп U (U5a, U4), составляющие около 40% выборки, а также T (T2a, T1a) и H, остальные отмечены в минимальном количестве. Схожая картина наблюдается в Минусинских котловинах. Из 21 исследованного образца только два продемонстрировали восточноевразийскую гаплогруппу C, остальные, как и в Горном Алтае, представляют западноевразийские ветви (U, J, H, T, V). Причем несложно заметить, что список практически идентичен алтайским материалам, из него выпали только две редкие гаплогруппы (R и K) и добавилась гаплогруппа V. Возможно, это следствие недостаточной пока статистической выборки. Точно так же в Минусинских котловинах преобладают (почти 50%) различные субклады гаплогруппы U (U5 и U4), а вот второе место занимает группа из четырех образцов субклада J2a2a.

На примере статистики образцов мтДНК афанасьевской культуры из Минусинских котловин можно сделать еще одно важное наблюдение. Прослеживается явное разделение могильников по «материнским линиям» (табл. 4). Сериями было исследовано всего три памятника, у каждого из которых есть свой преобладающий набор гаплогрупп мтДНК. Могильник Карасук-III представлен исключительно различными вариантами гаплогруппы U. Для могильника Афанасьева Гора характерны субклады J2a2a (четыре случая) и T2c1a2 (2 случая), и только в единственном случае представлена гаплогруппа U. Стоит отметить, что могильники Афанасьева гора и Карасук-III расположены на расстоянии 12 км по прямой друг от друга и, вероятно, оставлены соседними общинами. Третий могильник – Итколь-II – демонстрирует только две гаплогруппы: C и H. Таким образом, материнские линии этих трех памятников практически не пересекаются. На этом основании можно сделать вывод, что внутри афанасьевской культуры отдельные родовые или семейные общины были замкнуты и «перекрестные» браки случались редко.

Окуневская культура. На рубеже XXVI–XXV вв. до н.э. происходит значительное изменение всего спектра признаков археологических памятников Минусинских котловин, что позволило выделить окуневскую археологическую культуру, существующую следом за афанасьевской [Максименков, 1965; 1975; Поляков, 2017]. На сегодняшний день проведены палеогенетические исследования 37 образцов из восьми

различных могильников (Красный Камень, Уйбат-Чарков, Итколь-II, Верхний Аскиз, Окунев Улус, Уйбат-III, Уйбат-V, Сыда-V). Исследования велись примерно в одно время двумя исследовательскими группами.

В Страсбургском университете были изучены 18 образцов из могильников Красный Камень, Уйбат-Чарков и Итколь-II [Hollard et al., 2018]. В результате было установлено, что с началом окуневской культуры происходит коренная смена населения Минусинских котловин. Из семи образцов, для которых была установлена гаплогруппа Y-ДНК, только один представляет мужскую линию R1b, которая характерна для афанасьевского населения. Остальные шесть определений продемонстрировали принципиально новые гаплогруппы Q и NO. Схожая картина была выявлена и при исследовании мтДНК. Роль материнских линий, прослеженных в материалах предшествующей культуры, значительно снижается и появляются новые, ранее неизвестные гаплогруппы A и D, традиционно относящиеся к восточно-евразийским линиям развития.

Второе исследование было проведено в Копенгагене и включало 19 образцов из могильников Уйбат-III, Уйбат-V, Верхний Аскиз, Окунев Улус, Сыда-V [Damgaard et al., 2018]. Оно было более углубленным, так как в ходе работ исследовался полный геном. В результате установлено, что в составе образцов окуневской культуры присутствует 10–20% «сигнала», указывающего на связь с ямно-афанасьевскими популяциями. Эти данные были подтверждены при анализе филогенетически значимых маркеров. В частности при анализе Y-ДНК из 10 образцов один (10%) относился к гаплогруппе R1b. Остальные представляли различные субклады гаплогруппы Q. Причем авторы обращают внимание на то, что этот «сигнал» совершенно не виден на X-хромосоме; т.е. связь населения между окуневской культурой и ямно-афанасьевской популяцией прослеживается только по мужской линии и оценивается в 10–20%.

Суммируя данные этих двух исследований, можно обратить внимание на некоторые детали. По ДНК Y-хромосомы всего удалось определить гаплогруппы 16 мужских образцов. Среди них явно преобладают различные субклады гаплогруппы Q, обнаруженные обеими исследовательскими группами (11 определений, ~70%). Она является базовой для окуневской культуры в целом. Второе место по значимости занимает редкая гаплогруппа NO (3 определения, ~18%), которая была зафиксирована только в исследовании группы Страсбургского университета. Пока роль ее не ясна, так как она очень редко встречается в палеогенетических исследованиях.

Наконец, третья серия представлена двумя образцами гаплогруппы R1b, субклады L23 и Z2015. Они полностью идентичны образцам, которые фиксируются у ямно-афанасьевской популяции. Причем, забегая вперед, необходимо отметить, что эти индивидуумы выделяются из общего фона и по мтДНК (гаплогруппы J и D); т.е. они выпадают из окуневского «контекста» и по отцовской, и по материнской линии. Их можно с полной уверенностью назвать «инородцами». Очень важно, что они были выявлены обеими исследовательскими группами, что значительно снижает возможность ошибки или загрязнения образца. Радиоуглеродная дата погр. 1 кургана №1 могильника Уйбат-V (UBA-31597 4023±56) является одной из самых ранних среди определений возраста окуневской культуры [Поляков, 2017]. Второе захоронение совершено в могиле катакомбного типа, который также достоверно связан с самым ранним этапом культуры. Таким образом, оба погребения людей с гаплогруппой R1b относятся к самому начальному этапу существования окуневской культуры.

Можно предложить два варианта интерпретации этого явления. Во-первых, это могут быть инкорпорированные остатки афанасьевского населения, которые в единичном числе (те самые 10–20%) вошли в состав новой окуневской культуры. Такой подход выглядит наиболее простым и иллюстрирует процесс ассимиляции предшествующего населения мигрантами. В этой связи остается непонятным только вопрос о том, почему это были именно мужчины. Согласно современным данным сложение окуневской культуры началось в результате появления на Среднем Енисее новых групп мужского населения европеоидного облика. И наиболее логичным было бы, если бы они в первую очередь включали в свой коллектив женскую часть афанасьевского населения. Однако мы наблюдаем диаметрально обратную картину. Согласно исследованиям группы Эске Вилерслева, как раз следов вливания женщин ямно-афанасьевского типа при исследовании полного генома не наблюдается.

Второй вариант интерпретации выглядит более гипотетично. Сложение окуневской культуры являлось только частью общего миграционного процесса, в результате которого сформировалась целая свита родственных культур (каракольская, чаахольская, чемурчекская, самусьская и другие). В отличие от афанасьевской культуры, которая имеет схожие признаки по всему своему огромному ареалу, эту «вторую волну европейцев» двинувшихся с запада на восток, вероятно, объединяла только общая религиозная доктрина, а материальная культура у них была разная. Более того, прослеживаются и различия антропологического характера. Например, представители чаахольской культуры Тувы по своим антропологическим признакам отличаются от «окуневцев» и ближе к афанасьевским сериям [Гохман, 1980]. С учетом того, что наиболее вероятная территория, откуда началось данное «переселение народов», – это восточноевропейские степи, нельзя исключать, что среди них могли встречаться наследники ямной линии развития, сохранявшие ее антропологический облик и генетический фонд. Таким образом, те самые 10–20% в мужской части генома могут не иметь отношения к афанасьевской культуре, а восходить непосредственно к ямной КИО.

Исследование филогенетически значимых маркеров женской линии (мтДНК) окуневской культуры также подтверждает выводы, сделанные на основании изучения полного генома. В общей сложности удалось получить данные по 32 индивидуумам из 37. На фоне афанасьевской культуры наблюдается заметное изменение общей картины. Теперь на передний план выходят преимущественно восточно-евразийские линии – субклады гаплогруппы А (12 случаев), С5с (7 случаев) и D4 (2 случая). В сумме они составляют свыше 65% от общего числа. Единственная западно-евразийская линия, сохранившая свои позиции, – это различные субклады гаплогруппы Н (восемь случаев), которая была представлена в афанасьевской культуре всего в нескольких образцах. Гаплогруппы J, T и U отмечены в единичных случаях. Их присутствие не является доказательством связей афанасьевского и окуневского населения по женской линии. Как уже отмечалось, отдельные из них прослежены у инородцев, которые не связаны с окуневской культурой и по мужской линии. Следует обратить внимание, что, в отличие от афанасьевских могильников, каждый из которых консервативно сохранял определенные женские линии мтДНК, для окуневской культуры наблюдается их хаотичное смешение, что свидетельствует в пользу частых перекрестных браков с представителями других общин.

Необходимо признать практически полное отсутствие преемственности между афанасьевской и окуневской культурой. Это было отмечено как на основании анализа

полного генома, так и при изучении филогенетических маркеров [Hollard et al., 2018; Damgaard et al., 2018]. 10–20% «сигнала», которые были отмечены исключительно в мужской линии, представляют собой результат включения в число ранних окуневских серий соответствующего числа инородцев, наследников ямно-афанасьевских традиций. Однако эти линии вскоре прервались и в дальнейшем какого-то существенного вклада в окуневский генофонд не внесли. Таким образом, по данным генетики при переходе от одной культуры к другой произошла практически полная смена населения как по мужской, так и по женской линии. Причем по данным мтДНК происходит переориентация с западно-евразийского на восточно-евразийское направление связей.

Андроновская (федоровская) культура. Следующая археологическая культура эпохи бронзы, представленная в Минусинских котловинах, является частью большой КИО, занимавшей огромные просторы степного пояса и отчасти прилегающих лесостепных территорий. В последние десятилетия окончательно было установлено, что ее появление на Среднем Енисее является результатом экспансии на восток. Изучение генетических материалов из Минусинских котловин, проводилось тремя группами ученых, но пока полноценно опубликованы материалы только двух исследований, охватывающих 23 индивидуума из шести могильников. Первые работы, проведенные в Страсбургском университете и опубликованные в 2009 г., базировались на изучении восьми образцов из трех разных могильников – Соленоозерная-I и IV, а также некий царский курган в Усть-Абаканском районе, название которого не указано [Keyser, 2009]. В результате было установлено, что в двух случаях Y-ДНК относилась к субкладу M17 гаплогруппы R1a1, который ранее на этой территории не был зафиксирован. Используя семь определений мтДНК, авторы фиксируют исключительно западно-евразийские гаплогруппы H, T, K и U. На этом основании они приходят к выводу об экспансии европеоидов на восток в Южную Сибирь.

Еще одна большая серия из 17 образцов была изучена в ходе работы группы под руководством Дэвида Райха [Narasimhan et al., 2018]. Проводились исследования трех могильников: Устье Бири-IV, Потрошилово-II и большого комплекса Орак. Необходимо сразу отметить, что раскопки последнего проводились Г.П. Сосновским в 1925–1928 гг. на нескольких поликультурных могильниках, и эти материалы не отличаются надежностью датировок. В результате анализа полученных генетических материалов два образца были отсеяны, как кардинально не сочетающиеся с остальным (в том числе по результатам радиоуглеродного датирования). Это могли быть как более поздние захоронения, которые были неверно атрибутированы автором раскопок, так и впускные захоронения, которые нередки в Минусинских котловинах. В результате были получены результаты, полностью сочетающиеся с предыдущим исследованием. Установлены филогенетические маркеры ДНК по Y-хромосоме у 11 индивидуумов и все они показали удивительную монолитность в рамках гаплогруппы R1a. Анализ мтДНК 14 образцов продемонстрировал гаплогруппы H, T, K и U.

Наконец, третье исследование материалов андроновской (федоровской) культуры Западной и Южной Сибири было проведено исследователями из Новосибирска. Пока полные данные не опубликованы, но первые результаты были анонсированы [Журавлев и др., 2017]. Ими, как и в предшествующих исследованиях, была определена основная гаплогруппа ДНК по Y-хромосоме – R1a, которую они совершенно справедливо рассматривают как генетический маркер андроновского (федоровского) населения.

На основании анализа мтДНК они приходят к выводу, что вовлечение местного аборигенного населения было заметно менее выражено, а в генофонде доминируют западно-евразийские гаплогруппы. Все это является доказательством «...низкой интенсивности генетических контактов мигрантов-андроновцев с предшествующими группами населения Минусинской котловины» [Журавлев и др., 2017, с. 39].

Суммируя все вышеизложенные факты, можно проследить четкую картину. Анализ данных по ДНК Y-хромосомы демонстрирует единство мужской серии в рамках гаплогруппы R1a, к которой принадлежат все 13 опубликованных образцов. Исследование мтДНК тоже фиксирует весьма сплоченную картину. В результате анализа 21 образца зафиксированы только четыре гаплогруппы: H, T, K и U, представленные относительно равномерно. Несколько чаще встречаются субклады гаплогрупп U (38%) и T (29%). По сравнению с окуневской культурой снова кардинально меняется вектор. Если до этого преобладали восточно-евразийские гаплогруппы, то в числе андроновских мигрантов фиксируются исключительно западно-евразийские линии развития мтДНК. Сопоставляя набор субкладов, можно прийти к выводу, что преемственность по женской линии теоретически может составлять не более 10% (U5 и H6), но, вероятнее всего, она полностью отсутствует, так как фиксируется только в случае недостаточно полно исследованных образцов. Резюмируя материалы палеогенетических исследований, можно прийти к выводу о том, что перемещение андроновских (федоровских) мигрантов на территорию Минусинских котловин проходило в виде полных коллективов и не привело к ассимиляции местного населения. Совершенно иная картина была зафиксирована на территории Барабинской лесостепи, где происходили активные процессы взаимной метисации. Следует присоединиться к мнению коллег из Новосибирска о том, что на разных территориях процесс их захвата в результате андроновской (федоровской) экспансии шел совершенно разными путями [Журавлев и др., 2017, с. 40].

Карасукская культура – период поздней бронзы. Это чрезвычайно сложное время на территории Минусинских котловин. Ранее оно традиционно объединялось в понятие карасукской культуры, однако продолжающиеся исследования продемонстрировали его неоднородность. Этот период распадается на четыре хронологических этапа (8 хронологических горизонтов), сложение каждого из них являлось результатом серьезных внешних влияний, имеющих различные географические и культурные векторы, предполагающие в том числе и миграцию на эту территорию нового населения [Поляков, 2002; Лазаретов, 2002; Лазаретов, Поляков, 2008]. На сегодняшний день проведен анализ только 10 образцов в рамках двух различных исследований и некоторые наблюдения указаны в анонсе новосибирских исследователей. Этого пока совершенно недостаточно для серьезного анализа, но первые выводы все-таки можно сделать.

Первые три образца, происхождение которых не совсем ясно, были проанализированы в Страсбургском университете, и установлены только мтДНК гаплогруппы двух из них – U5a1 и U4 [Keyser, 2009]. Еще семь образцов были изучены в Копенгагене, где был получен в том числе полный геном [Allentoft et al., 2015]. В результате было отмечено разнообразие полученного генетического материала и смешение западно- и восточно-евразийских линий развития. Из трех проанализированных образцов ДНК Y-хромосомы у двух была прослежена гаплогруппа R1a, характерная для предшествующего андроновского пласта, а третий относился к гаплогруппе Q. Данные по мтДНК оказались максимально разнообразны, демонстрируя шесть гаплогрупп на семь об-

разцов, среди которых есть совершенно различные ветви развития. Новосибирские исследователи в своей работе отметили только, что «...мужской генетический компонент, привнесенный в Минусинскую котловину андроновцами, сохраняет высокую долю в генофонде населения и в последующие периоды – у карасукского населения эпохи бронзы...» [Журавлев и др., 2017, с. 39]. В данном случае речь идет, безусловно, о ключевой гаплогруппе Y-ДНК – R1a.

Поскольку число исследованных образцов мало, наибольшее значение имеет наблюдение, сделанное на основании изучения полного генома. Разнообразие генетического материала полностью соответствует представлениям археологов о разнонаправленности контактов и, возможно, активному вливанию новых групп населения. Дальнейшие исследования следует базировать на уже сложившейся археологической хронологии, которую можно проверить естественно-научными методами.

Анализ филогенетических маркеров полностью подтверждает эту пеструю картину. Изучение ДНК Y-хромосомы демонстрирует как «андроновскую» гаплогруппу R1a, так и гаплогруппу Q, которая была свойственна предшествующей окуневской культуре. Однако не стоит спешить с выводами. Наличие гаплогруппы R1a вовсе не доказывает прямой преемственности между населением андроновской культуры Минусинских котловин и периода поздней бронзы на этих территориях. Стоит напомнить, что происхождение «карасукской культуры» с самого начала связывалось с районами Центрального Казахстана, где в этот период гаплогруппа R1a также занимала ведущие позиции в генофонде, как и практически во всем «постандроновском мире». Нельзя также безапелляционно приписывать появление гаплогруппы Q контактам с доживающими до этого периода носителями окуневской культуры. Именно в период поздней бронзы к югу, в монгольских степях, она получает очень широкое распространение [Hollard et al., 2014]. С учетом того, что археологические концепции предполагают на определенном этапе появление активных контактов именно в этом направлении, вплоть до Северного Китая, нельзя исключать, что и в данном случае появление образцов гаплогруппы Q имеет миграционное происхождение.

Не менее сложная картина наблюдается и при рассмотрении данных, полученных по мтДНК. Из девяти исследованных образцов серийно представлена только гаплогруппа U (4 случая). Все остальные гаплогруппы зафиксированы в единственном числе. Причем наряду с западно-евразийскими I и H снова встречаются восточно-евразийские A, C и D. Сопоставление с материалами андроновской (федоровской) культуры Минусинских котловин демонстрирует значительную смену материнских линий (не менее 50%). Больше не наблюдаются ранее широко представленные гаплогруппы T и K, зато появляются новые – I, A, C и D. Сохраняет свое значение только гаплогруппа U. Все это демонстрирует нам, что рассматривать период поздней бронзы Среднего Енисея исключительно в свете преемственности на основе местного андроновского населения нет никаких оснований. Наблюдается мощное смешение генофонда, источники которого еще только предстоит установить.

Заключение

Резюмируя все выше сказанное, необходимо остановиться на самом главном. Палеогенетика делает лишь свои первые шаги в изучении древней истории человечества. Методики еще не отточены, каждый исследовательский коллектив ищет свой собственный путь анализа полученных материалов. Заметно отличаются возможности

разных лабораторий. Одни из них математическими методами анализируют полный геном, другие останавливаются и концентрируют свои усилия на ключевых филогенетических маркерах. В любом случае это важная и совершенно новая объективная информация, без учета которой не должно строиться современное научное исследование. Как показывают рассмотренные материалы эпохи бронзы Минусинских котловин, для этой территории колоссальное значение имеют миграционные процессы. Формирование каждой новой археологической культуры оказывается связано с практически полным замещением населения на этой территории. Совмещение этих данных с результатами археологического анализа материала позволяет вывести исследования на новый доказательный уровень.

В заключение перечислим основные результаты этого первого исследовательского этапа.

1. Генофонд афанасьевской культуры практически не отличим от генофонда ямной КИО, что полностью подтверждает наблюдения антропологов и археологов и позволяет считать эти народы близкородственными. Эти данные получены не только на основании изучения филогенетических маркеров, но и в ходе сравнения полного генома. Для мужской части населения характерен субклад L23 (и нижележащие) гаплогруппы R1b. Женские линии представлены гаплогруппами преимущественно западно-евразийского происхождения (U, R, J, H, K, T), причем наблюдается их отличие в разных могильниках. Это указывает на особую замкнутость афанасьевских коллективов, что уже не раз отмечалось исследователями.

2. Сложение генофонда окуневской культуры связано с кардинальной сменой населения. На основе анализа полного генома установлено, что в составе образцов окуневской культуры наблюдается только 10–20% «сигнала», указывающего на связь с ямно-катакомбными популяциями, причем исключительно по мужской линии. Эти данные подтверждаются изучением филогенетических маркеров, которые показывают массовое появление двух принципиально новых гаплогрупп – Q и NO (Y-ДНК) и только в 12,5% случаев (2 определения) ранее встречавшуюся гаплогруппу R1b. Такая же картина наблюдается и при изучении мтДНК, где происходит массовое замещение западно-евразийских гаплогрупп на восточно-евразийские (A, C, D).

3. Появление на Среднем Енисее андроновской (федоровской) культуры также связано с миграцией совершенно нового населения, характеризующегося по мужской линии исключительно гаплогруппой R1a, получившей наиболее широкое распространение именно в андроновскую эпоху. Данные по мтДНК демонстрируют возврат к весьма ограниченному спектру западно-евразийских гаплогрупп (H, T, K и U). Это свидетельствует в пользу отсутствия какой-либо метисации пришлого населения и местных жителей.

4. Период поздней бронзы Среднего Енисея пока наименее изученный в плане генетики период. Количество образцов недостаточно для взвешенных выводов. Можно только отметить, что анализ полного генома показал смешение западно- и восточно-евразийских линий, что подтверждается и немногочисленными определениями ключевых филогенетических маркеров.

Библиографический список

Вадецкая Э.Б., Поляков А.В., Степанова Н.Ф. Свод памятников афанасьевской культуры. Барнаул : Азбука, 2014. 380 с.

Гохман И.И. Происхождение центральноазиатской расы в свете новых палеоантропологических материалов // Исследования по палеоантропологии и краниологии СССР. Л. : Наука, 1980. С. 3–34 (сб. МАЭ; т. 36).

Грязнов М.П. Афанасьевская культура на Енисее. СПб. : Дмитрий Буланин, 1999. 136 с.

Губина М.А., Воевода М.И., Ромашенко А.Г., Куликов И.В., Чикишева Т.А., Молодин В.И. Крайниологические особенности и характер изменения состава гаплотипов мтДНК у древнего населения Горного Алтая // Труды III (XIX) Всероссийского археологического съезда. Т. II. СПб. ; М. ; Великий Новгород, 2011. С. 371–372.

Губина М.А., Куликов И.В., Бабенко В.Н., Чикишева Т.А., Ромашенко А.Г., Воевода М.И., Молодин В.И. Динамика состава гаплотипов мтДНК древнего населения Горного Алтая от эпохи ранней бронзы (III тыс. до н.э.) до железного века (II–I вв. до н.э.) // Генетика. 2016. Т. 52, №1. С. 106–119.

Журавлев А.А., Пилипенко А.С., Молодин В.И., Папин Д.В., Поздняков Д.В., Трапезов Р.О. Генофонд мтДНК и Y-хромосомы андроновского (федоровского) и постандроновского населения Южной Сибири // Труды V (XXI) Всероссийского археологического съезда в Барнауле – Белокурихе. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2017. Т. III. С. 37–40.

Лазаретов И.П. Заключительный этап эпохи бронзы на Среднем Енисее : автореф. дис. ... канд. ист. наук. СПб., 2006. 34 с.

Лазаретов И.П. К относительной хронологии афанасьевской культуры Среднего Енисея или хорошо забытое старое // Древности Сибири и Центральной Азии. №8 (20). Горно-Алтайск : ГАГУ, 2017. С. 8–34.

Лазаретов И.П., Поляков А.В. Хронология и периодизация комплексов эпохи поздней бронзы Южной Сибири // Этнокультурные процессы в Верхнем Приобье и сопредельных регионах в конце эпохи бронзы. Барнаул : Концепт, 2008. С. 33–55.

Максименков Г.А. Окуневская культура в Южной Сибири // МИА. 1965. №130. С. 168–174.

Максименков Г.А. Окуневская культура : автореф. дис. ... д-ра ист. наук. Новосибирск, 1975. 39 с.

Пилипенко А.С. Палеогенетика человека // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, №4/2. С. 957–971.

Поляков А.В. Периодизация «классического» этапа карасукской культуры (по материалам погребальных памятников) : автореф. дис. ... канд. ист. наук. СПб., 2006. 26 с.

Поляков А.В. Радиоуглеродные даты окуневской культуры // Записки ИИМК РАН. СПб., 2017. №16. С. 52–74.

Хохлов А.А., Солодовников К.Н., Рыкун М.П., Кравченко Г.Г., Китов Е.П. Крайниологические данные к проблеме связи популяций ямной и афанасьевской культур Евразии начального этапа бронзового века // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. №3(34). С. 86–106.

Чикишева Т.А., Губина М.А. Некоторые результаты палеогенетического и антропологического изучения древнего населения Горного Алтая // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2008. №14. С. 275–281.

Allentoft M.E., Sikora M., Sjögren K.G., Rasmussen S., Rasmussen M., Stenderup J., Damgaard P.B., Schroeder H., Ahlström T., Vinner L., a-Sapfo Malaspinas A.-S., Margaryan A., Higham T., Chivall D., Lynnerup N., Harvig L., Baron J., Casa Ph D., Dąbrowski P., Duffy P.R., Ebel A.V., Epimakhov A., Frei K., Furmanek M., Gralak T., Gromov A., Gronkiewicz S., Grupe G., Hajdu T., Jarysz R., Khartanovich V., Khokhlov A., Kiss V., Kolář J., Kriiska A., Lasak I., Longhi C., McGlynn G., Merkevicius A., Merkyte I., Metspalu M., Mkrtychyan R., Moiseyev V., Paja L., Pálfi G., Pokutta D., Pospieszny Ł., Price T.D., Saag L., Sablin M., Shishlina N., Smrčka V., Soenov V.I., Szeverényi V., Tóth G., Trifanova S.V., Varul L., Vicze M., Yepiskoposyan L., Zhitenev V., Orlando L., Sichert Pontén T., Brunak S., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Population genomics of Bronze Age Eurasia // Nature: The intern. weekly journ. of sciens. 11 June 2015. Vol. 522. №7555. P. 167–172.

Damgaard P., Martiniano R., Kamm J., Moreno-Mayar J.V., Kroonen G., Peyrot M., Barjamovic G., Rasmussen S., Zacho C., Baimukhanov N., Zaibert V., Merz V., Biddanda A., Merz I., Loman V., Evdokimov V., Usmanova E., Hemphill B., Seguin-Orlando A., Yediay F.E., Ullah I., Sjögren K.-G., Iversen K.H., Choin J., de la Fuente C., Ilardo M., Schroeder H., Moiseyev V., Gromov A., Polyakov A., Omura S., Senyurt S.Y., Ahmad H., McKenzie C., Margaryan A., Hameed A., Samad A., Gul N., Khokhar M.H., Gori-

- unova O.I., Bazaliiskii V.I., Novembre J., Weber A.W., Orlando L., Allentoft M.E., Nielsen R., Kristiansen K., Sikora M., Outram A.K., Durbin R., Willerslev E. The First Horse Herders and the Impact of Early Bronze Age Steppe Expansions into Asia // *Science*. 2018. Vol. 360, Issue 6396. P. 1422 DOI: 10.1126/science.aar7711
- Hollard C., Keyser C., Giscard P.-H., Tsagaan T., Bayarkhuu N., Bemmman J., Crubezy E., Ludes B. Strong genetic admixture in the Altai at the Middle Bronze Age revealed by uniparental and ancestry informative markers // *Forensic Science International: Genetics*. 2014. №12. P. 199–207.
- Hollard C., Zvenigorosky V., Kovalev A., Kiryushin Y., Tishkin A., Lazaretov I., Crubezy E., Ludes B., Keyser C. New genetic evidence of affinities and discontinuities between bronze age Siberian populations // *American Journal of Physical Anthropology*. 2018. №167. P. 97–107.
- Keyser C., Bouakaze C., Crubézy E., Nikolaev V.G., Montagnon D., Reis T., Ludes B. Ancient DNA provides new insights into the history of south Siberian Kurgan people // *Human Genetics*. №126(3). P. 395–410.
- Kivisild T., Tolk H.-V., Parik J., Wang Y., Papiha S.S., Bandelt H.J., Villems R. The emerging limbs and twigs the East Asian mtDNA tree // *Mol. Biol. Evol.* 2002. Vol. 19(10). P. 1737–1751.
- Narasimhan V., Patterson N., Moorjani P., Lazaridis I., Mark L., Mallick S., Rohland N., Bernardos R., Kim A., Nakatsuka N., Olalde I., Coppa A., Mallory J., Moiseyev V., Monge J., Olivieri L., Adamski N., Broomandkoshbacht N., Candilio F., Cheronet O., Culleton B., Ferry M., Fernandes D., Gamarra B., Gaudio D., Hajdinjak M., Harney E., Harper T., Keating D., Lawson A.-M., Michel M., Novak M., Oppenheimer J., Rai N., Sirak K., Slon V., Stewardson K., Zhang Z., Akhatov G., Bagashev A., Baitanayev B., Bonora G., Chikisheva T., Derevianko A., Enshin D., Douka K., Dubova N., Epimakhov A., Freilich S., Fuller D., Goryachev A., Gromov A., Hanks B., Judd M., Kazizov E., Khokhlov A., Kitov E., Kupriyanova E., Kuznetsov P., Luiselli D., Maksudov F., Meiklejohn C., Merrett D., Micheli R., Mochalov O., Muhammed Z., Mustafakulov S., Nayak A., Rykun M., Pettner D., Potts R., Razhev D., Sarno S., Sikhymbaevae K., Slepchenko S., Stepanova N., Svyatko S., Vasilyev S., Vidale M., Voyakin D., Yermolayeva A., Zubova A., Shinde V., Lalueza-Fox C., Meyer M., Anthony D., Boivin N., Thangaraj K., Kennett D., Frachetti M., Pinhasi R., Reich D. The Genomic Formation of South and Central Asia (preprint) // *bioRxiv*, Posted March 31, 2018. URL : <https://doi.org/10.1101/292581>
- Rasmussen S., Allentoft M.E., Nielsen K., Orlando L., Sikora M., Sjögren K.-G., Pedersen A.G., Schubert M., Van Dam A., Moliin C., Kapel O., Nielsen H.B., Brunak S., Avetisyan P., Epimakhov A., Khalyapin M.Vi., Gnuni A., Kriiska A., Lasak I., Metspalu M., Moiseyev V., Gromov A., Pokutta D., Saag L., Varul L., Yepiskoposyan L., Sicheritz-Pontén T., Foley R.A., Lahr M.M., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Early Divergent Strains of *Yersinia pestis* in Eurasia 5,000 Years Ago // *Cell*. Vol. 163, Is. 3. P. 571–582.

References

- Vadetskaya E.B., Polyakov A.V., Stepanova N.F. Svod pamyatnikov afanas'evskoj kul'tury [The List of the Afanasyevo Culture Sites]. Barnaul : Azbuka, 2014. 380 p.
- Gohman I.I. Proiskhozhdenie central'noaziatskoj rasy v svete novyh paleoantropologicheskikh materialov [The Origin of the Central Asian Race in the Light of New Paleoanthropological Materials]. Issledovaniya po paleoantropologii i kranilogii SSSR [Research on Paleoanthropology and Craniology of the USSR]. L. : Nauka, 1980. Pp. 3–34 (sb. MAE; t. 36).
- Gryaznov M.P. Afanas'evskaya kul'tura na Enisee [Afanasyevskaya Culture on the Yenisei]. SPb. : Dmitriy Bulanin, 1999. 136 p.
- Gubina M.A., Voevoda M.I., Romashchenko A.G., Kulikov I.V., Chikisheva T.A., Molodin V.I. Kraniologicheskie osobennosti i karakter izmeneniya sostava gaplotipov mtDNK u drevnego naseleniya Gornogo Altaya [Cranio-logical Features and Nature of Changes in the Composition of mtDNA Haplotypes in the Ancient Population of the Altai Mountains]. Trudy III (XIX) Vserossijskogo arheologicheskogo s'ezda. T. II [Proceedings of the III (XIX) All-Russian Archaeological Congress. T. ii]. SPb. ; M. ; Velikij Novgorod, 2011. Pp. 371–372.
- Gubina M.A., Kulikov I.V., Babenko V.N., Chikisheva T.A., Romashchenko A.G., Voevoda M.I., Molodin V.I. Dinamika sostava gaplotipov mtDNK drevnego naseleniya Gornogo Altaya ot epohi rannej bronzy (III tys. do n.e.) do zheleznogo veka (II–I vv. do n.e.) [Dynamics of the Composition of mtDNA Haplotypes of the Ancient Population of the Altai Mountains from the Early Bronze Age (3rd millennium BC) to the Iron Age (2nd – 1st Centuries BC)]. *Genetika* [Genetics]. 2016. Vol. 52, №1. Pp. 106–119.
- Zhuravlev A.A., Pilipenko A.S., Molodin V.I., Papin D.V., Pozdnyakov D.V., Trapezov R.O. Genofond mtDNK i Y-hromosomy andronovskogo (fedorovskogo) i postandronovskogo naseleniya Yuzhnoj

Sibiri [The Gene Pool of mtDNA and the Y Chromosome of the Andronovo (Fedorovsky) and Post-Andronovo Population of Southern Siberia]. Trudy V (XXI) Vserossijskogo arheologicheskogo s⁷ezda v Barnaule – Belokuriha [The Proceedings of the 5th (21) the All-Russian Archaeological Congress in Barnaul – Belokurikha]. Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, 2017. Vol. III. Pp. 37–40.

Lazaretov I.P. Zaklyuchitel'nyj etap epohi bronzы na Srednem Enisee : avtoref. dis. ... kand. ist. nauk [The Final Stage of the Bronze Age in the Middle Yenisei: Synopsis of the Dissertation ... Cand. Historical Sciences]. SPb., 2006. 34 p.

Lazaretov I.P. K otноситel'noj hronologii afanas'evskoj kul'tury Srednego Eniseya ili horosho zabytoe staroe [To the Relative Chronology of the Afanasyevo Culture of the Middle Yenisei or the Well Forgotten O Things]. Drevnosti Sibiri i Central'noj Azii. №8 (20) [Antiquities of Siberia and Central Asia. No. 8 (20)]. Gorno-Altajsk : GAGU, 2017. Pp. 8–34.

Lazaretov I.P., Polyakov A.V. Hronologiya i periodizaciya kompleksov epohi pozdnej bronzы Yuzhnoj Sibiri [Chronology and Periodization of the Complexes of the Late Bronze Age of Southern Siberia]. Etnokul'turnye processy v Verhnem Priob'e i sopredel'nyh regionah v konce epohi bronzы [Ethnocultural Processes in the Upper Priobye and Adjacent Regions at the End of the Bronze Age]. Barnaul : Koncept, 2008. Pp. 33–55.

Maksimenkov G.A. Okunevskaya kul'tura v Yuzhnoj Sibiri [Okunevskaya Culture in Southern Siberia]. MIA. 1965. №130. Pp. 168–174.

Maksimenkov G.A. Okunevskaya kul'tura : avtoref. dis. ... d-ra ist. nauk [Okunevskaya Culture: Synopsis of the Dissertation ... Dr. Historical Sciences]. Novosibirsk, 1975. 39 p.

Pilipenko A.S. Paleogenetika cheloveka [Human Paleogenetics]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding]. 2013. Vol. 17, №4/2. Pp. 957–971.

Polyakov A.V. Periodizaciya «klassicheskogo» etapa karasukskoj kul'tury (po materialam pogrebal'nyh pamyatnikov) : avtoref. dis. ... kand. ist. nauk [Periodization of the “Classical” Stage of the Karasuk Culture (based on the materials of the funerary monuments): Synopsis of the Dissertation ... Cand. Historical Sciences]. SPb., 2006. 26 p.

Polyakov A.V. Radiouglerodnye daty okunevskoj kul'tury [Radiocarbon Dates of Okunevo Culture]. Zapiski IIMK RAN [Zapiski IHMK RAS]. SPb., 2017. №16. Pp. 52–74.

Hohlov A.A., Solodovnikov K.N., Rykun M.P., Kravchenko G.G., Kitov E.P. Kraniologicheskie dannye k probleme svyazi populyacij yamnoj i afanas'evskoj kul'tur Evrazii nachal'nogo etapa bronzovogo veka [Cranialogical Data on the Problem of Communication of the Populations of the Pit and Afanasyevo Cultures of Eurasia at the Initial Stage of the Bronze Age]. Vestnik arheologii, antropologii i etnografii [Herald of Archaeology, Anthropology and Ethnography]. 2016. №3(34). Pp. 86–106.

Chikisheva T.A., Gubina M.A. Nekotorye rezul'taty paleogeneticheskogo i antropologicheskogo izucheniya drevnego naseleniya Gornogo Altaya [Some Results of the Paleogenetic and Anthropological Study of the Ancient Population of the Altai Mountains]. Problemy arheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nyh territorij [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories]. 2008. №14. Pp. 275–281.

Allentoft M.E., Sikora M., Sjögren K.G., Rasmussen S., Rasmussen M., Stenderup J., Damgaard P.B., Schroeder H., Ahlström T., Vinner L., a-Sapfo Malaspinas A.-S., Margaryan A., Higham T., Chivall D., Lynnerup N., Harvig L., Baron J., Casa Ph D., Dąbrowski P., Duffy P.R., Ebel A.V., Epimakhov A., Frei K., Furmanek M., Gralak T., Gromov A., Gronkiewicz S., Grupe G., Hajdu T., Jarysz R., Khartanovich V., Khokhlov A., Kiss V., Kolář J., Kriiska A., Lasak I., Longhi C., McGlynn G., Merkevicius A., Merkyte I., Metspalu M., Mkrtychyan R., Moiseyev V., Paja L., Pálfi G., Pokutta D., Pospieszny Ł., Price T.D., Saag L., Sablin M., Shishlina N., Smrčka V., Soenov V.I., Szeverényi V., Tóth G., Trifanova S.V., Varul L., Vicze M., Yepiskoposyan L., Zhitenev V., Orlando L., Sicheritz Pontén T., Brunak S., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Population genomics of Bronze Age Eurasia // Nature: The intern. weekly journ. of sciens. 11 June 2015. Vol. 522. №7555. P. 167–172.

Damgaard P., Martiniano R., Kamm J., Moreno-Mayar J.V., Kroonen G., Peyrot M., Barjamovic G., Rasmussen S., Zacho C., Baimukhanov N., Zaibert V., Merz V., Biddanda A., Merz I., Loman V., Evdokimov V., Usmanova E., Hemphill B., Seguin-Orlando A., Yediay F.E., Ullah I., Sjögren K.-G., Iversen K.H., Choin J., de la Fuente C., Ilardo M., Schroeder H., Moiseyev V., Gromov A., Polyakov A., Omura S., Se-

nyurt S.Y., Ahmad H., McKenzie C., Margaryan A., Hameed A., Samad A., Gul N., Khokhar M.H., Goriunova O.I., Bazaliiskii V.I., Novembre J., Weber A.W., Orlando L., Allentoft M.E., Nielsen R., Kristiansen K., Sikora M., Outram A.K., Durbin R., Willerslev E. The First Horse Herders and the Impact of Early Bronze Age Steppe Expansions into Asia // *Science*. 2018. Vol. 360, Issue 6396. P. 1422 DOI: 10.1126/science.aar7711.

Hollard C., Keyser C., Giscard P.-H., Tsagaan T., Bayarkhuu N., Bemmman J., Crubezy E., Ludes B. Strong Genetic Admixture in the Altai at the Middle Bronze Age Revealed by Uniparental and Ancestry Informative Markers // *Forensic Science International: Genetics*. 2014. №12. P. 199–207.

Hollard C., Zvenigorosky V., Kovalev A., Kiryushin Y., Tishkin A., Lazaretov I., Crubezy E., Ludes B., Keyser C. New Genetic Evidence of Affinities and Discontinuities between Bronze Age Siberian Populations // *American Journal of Physical Anthropology*. 2018. №167. P. 97–107.

Keyser C., Bouakaze C., Crubézy E., Nikolaev V.G., Montagnon D., Reis T., Ludes B. Ancient DNA Provides New Insights into the History of South Siberian Kurgan people // *Human Genetics*. №126(3). P. 395–410.

Kivisild T., Tolk H.-V., Parik J., Wang Y., Papiha S.S., Bandelt H.J., Villems R. The Emerging Limbs and Twigs the East Asian mtDNA tree // *Mol. Biol. Evol.* 2002. Vol. 19(10). P. 1737–1751.

Narasimhan V., Patterson N., Moorjani P., Lazaridis I., Mark L., Mallick S., Rohland N., Bernadoss R., Kim A., Nakatsuka N., Olalde I., Coppa A., Mallory J., Moiseyev V., Monge J., Olivieri L., Adamski N., Broomandkoshbacht N., Candilio F., Cheronet O., Culleton B., Ferry M., Fernandes D., Gamarra B., Gaudio D., Hajdinjak M., Harney E., Harper T., Keating D., Lawson A.-M., Michel M., Novak M., Oppenheimer J., Rai N., Sirak K., Slon V., Stewardson K., Zhang Z., Akhatov G., Bagashev A., Baitanayev B., Bonora G., Chikisheva T., Derevianko A., Enshin D., Douka K., Dubova N., Epimakhov A., Freilich S., Fuller D., Goryachev A., Gromov A., Hanks B., Judd M., Kazizov E., Khokhlov A., Kitov E., Kupriyanova E., Kuznetsov P., Luiselli D., Maksudov F., Meiklejohn C., Merrett D., Micheli R., Mochalov O., Muhammed Z., Mustafakulov S., Nayak A., Rykun M., Pettner D., Potts R., Razhev D., Sarno S., Sikhymbaeva K., Slepchenko S., Stepanova N., Svyatko S., Vasilyev S., Vidale M., Voyakin D., Yermolayeva A., Zubova A., Shinde V., Lalueza-Fox C., Meyer M., Anthony D., Boivin N., Thangaraj K., Kennett D., Frachetti M., Pinhasi R., Reich D. The Genomic Formation of South and Central Asia (preprint) // *bioRxiv*, Posted March 31, 2018. URL : <https://doi.org/10.1101/292581>.

Rasmussen S., Allentoft M.E., Nielsen K., Orlando L., Sikora M., Sjögren K.-G., Pedersen A.G., Schubert M., Van Dam A., Moliin C., Kapel O., Nielsen H.B., Brunak S., Avetisyan P., Epimakhov A., Khalyapin M.Vi., Gnuni A., Kriiska A., Lasak I., Metspalu M., Moiseyev V., Gromov A., Pokutta D., Saag L., Varul L., Yepiskoposyan L., Sicheritz-Pontén T., Foley R.A., Lahr M.M., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Early Divergent Strains of *Yersinia Pestis* in Eurasia 5,000 Years Ago // *Cell*. Vol. 163, Is. 3. P. 571–582.

A.V. Polyakov

*Institute of the History of Material Culture
of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*

OVERVIEW OF THE RESULTS OF THE INITIAL STAGE OF PALEOGENETIC RESEARCH INTO THE POPULATION OF THE MINUSINSK HOLLOW IN THE BRONZE EPOCH

The article presents the review of the results of paleogenetic studies conducted by various research groups using materials from the funerary sites of the Bronze Age of the Minusinsk Hollow (south of the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia) and analyzes the results obtained by comparing the complete genome of the ancient man and the data of phylogenetically informative markers (mtDNA and Y-chromosome DNA). As a result, it was established that in the Bronze Age in the territory of the Middle Yenisei there was a regular change of population, which indicates a high migration activity. The formation of archaeological cultures of this period (Afanasyevskaya, Okunevskaya, Andronovskaya) began with the appearance of a large group of new people, almost completely crowding out their predecessors. Evidence of the assimilation of local residents into new cultural formations is rare and not systemic. The most difficult situation is with the sites of the Late Bronze period due to the small number of tests carried out so far.

Key words: Minusinsk Hollow, Middle Yenisei, paleogenetics, Afanasyevskaya culture, Okunevskaya culture, Andronovskaya (Fedorovskaya) culture, late Bronze period.