

Почешхова Э.А. <sup>\*1,2)</sup>, Кагазежева Ж.А. <sup>1,2)</sup>, Агджоян А.Т. <sup>1)</sup>,  
Запорожченко В.В. <sup>1)</sup>, Кошель С.М. <sup>3,1)</sup>, Балановская Е.В. <sup>1,4)</sup>

<sup>1)</sup> ФГБНУ «Медико-генетический научный центр им. академика Н.П. Бочкова»,  
ул. Москворечье, д. 1, Москва, 115522, Россия;

<sup>2)</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
ул. им. Митрофана Седина, д.4, Краснодар, 350063, Россия;

<sup>3)</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет,  
кафедра картографии и геоинформатики, 119991, ГСП-1, Москва, Россия;

<sup>4)</sup> АНО «Биобанк Северной Евразии», ул. Котляковская, д. 3, Москва, 115201, Россия

## СОХРАНИЛАСЬ ЛИ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ ОБ АРХИТЕКТОНИКЕ ГЕНОФОНДА АДЫГЕЙЦЕВ? ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОРТРЕТЫ РОДОПЛЕМЕННЫХ ГРУПП ПО НОВЫМ ДАННЫМ О ПОЛИМОРФИЗМЕ Y-ХРОМОСОМЫ

**Введение.** Цель работы – оценить степень сохранения генетической памяти об исходной архитектонике генофонда адыгейцев методом изучения современных генофондов десяти родоплеменных групп.

**Материалы и методы.** По единой информативной панели SNP-маркеров Y-хромосомы (59 SNP и 17 STR) изучены десять родоплеменных популяций адыгейцев, а также убыхи (суммарно N=616). Созданы генетические портреты каждой популяции, оценено их положение в многомерном генетическом пространстве по данным о 34 выявленных Y-гаплогруппах. Для наиболее характерных гаплогрупп проведен картографический анализ и созданы филогенетические сети.

**Результаты.** Четыре гаплогруппы обнаружены во всех популяциях адыгейцев, составляя три четверти их общего генофонда: G2-YY1215 (43%), R1a-M198\* (13%), G2-YY9632 (9%), J2-M172\* (7%). В генетическом пространстве многомерного шкалирования выделены три кластера: «Западный» объединил всех шапсугов и убыхов; «Центральный» – абадзехов, темиргоевцев, хатукаевцев; «Восточный» – егерухаевцев, кабардинцев Адыгеи. Бжедуги, ныне представляющие конгломерат разных племен, заняли точно промежуточное положение между «Западным» и «Центральным» кластерами. Мамхеговцы и бесленевцы не вошли ни в один из кластеров, но по итогам других многомерных методов анализа присоединились к «Восточному кластеру». Картографический атлас изменчивости Y-хромосомы выявил два основных тренда изменчивости: для гаплогруппы G2-YY1215 тренд падения частоты с запада на восток (от 82% у шапсугов до 13% у кабардинцев Адыгеи) и противоположный тренд незначительного снижения частоты G2-YY9632 с востока на запад.

**Заключение.** Впервые показано, что гаплогруппа G2-YY1215 является доминирующей как в генофонде адыгейцев в целом, так и практически во всех родоплеменных группах. Ее частота убывает с запада на восток как в ареале адыгейцев, так и за пределами Адыгеи, исчезая у осетин. Результаты позволяют считать гаплогруппу G2-YY1215 «маркирующей» адыгское население. Выявленные три кластера популяций и их взаимное расположение в генетическом пространстве соответствуют данным истории и этнологии и позволяют реконструировать очертания исходной архитектоники адыгейцев. Филогенетический анализ указывает на наличие общей для всех родоплеменных групп адыгейской «прапопуляции», существовавшей около 3 тыс. лет назад и демографический рост 1,5 – 2 тыс. лет назад.

**Ключевые слова:** адыгейцы; родоплеменные группы; генофонд; этногенез; геногеография; Y-хромосома

групп по современной широкой панели маркеров Y-хромосомы позволит реконструировать общие черты архитектуры генофонда адыгейцев.

## Введение

Данные популяционной генетики служат новым «историческим источником», наиболее информативным у народов, сохранивших память о родоплеменной структуре. Поскольку и принадлежность к роду, и маркеры Y-хромосомы наследуются по отцовской линии, их комплексное исследование позволяет более корректно реконструировать генетическую историю народа, чем при опоре на региональную структуру [Балановский с соавт., 2011; Схаляхо с соавт., 2013; Теучеж с соавт., 2013; Балановский, 2015].

До Кавказской войны у адыгских народов было только два самоназвания "адыгэ" и "черкесы" (порой выделяли шапсугов и убыхов) [Кагазежев, 2021]. После Кавказской войны адыгов, оставшихся в пределах Краснодарского края, отличая от других адыгских народов (черкесов, кабардинцев), стали записывать как адыгейцев. Древнеадыгский этнос включал в себя множество племен, вошедших в состав адыгейцев, и сейчас их деление на родоплеменные группы формирует брачную структуру [Балановская с соавт., 2000; Почешхова, 2008; Намиток, 2019; Шеуджен, Хотко, 2019; Тхамокова, 2020б].

В ходе почти вековой Кавказской войны, закончившейся в 1864 г., популяция адыгов претерпела резкие изменения. Значительная часть населения погибла, часть переселилась за пределы России (по разным оценкам от 0,5 до 2,7 млн чел. [Шеуджен, 1996; Тхамокова, 2020а]). В результате состав племен и их доля в общем населении резко изменились. Многочисленные административные перемещения привели к изменению ареалов племен и их чересполосному проживанию. Однако сохранение памяти о родоплеменной принадлежности дает надежду реконструировать архитектуру генофонда адыгейцев.

Ранее изучение генофонда адыгейцев [Балановская с соавт., 2000; Почешхова, 2008] выявило идентичную структуру генофонда адыгейцев по трем типам ДНК-маркеров и фамилиям и четкие границы между племенами вследствие преобладания внутрплеменных потоков генов. В данной работе впервые по широкой панели маркеров Y-хромосомы (включая новые субветви **G2**) охарактеризованы 10 родоплеменных групп адыгейцев (абадзехи, бесленеевцы, бжедуги, егерухаевцы, кабардинцы, мамхеговцы, темиргоевцы, хатукаевцы, шапсуги прикубанские, шапсуги причерноморские, а также убыхи) в надежде, что анализ родоплеменных

## Материалы и методы

Сбор биологического материала осуществлен в ходе экспедиций 1998–2017 гг. У всех обследуемых получено письменное информированное добровольное согласие под контролем Этической комиссии МГНЦ. Суммарная выборка составила 616 образцов (включая убыхов) венозной крови неродственных (до третьего поколения) мужчин (табл. 1). ДНК выделена методом фенол-хлороформной экстракции. По технологии OpenArray на приборе QuantStudio 12K Flex проведен анализ 59 SNP-маркеров Y-хромосомы, включая новейшие SNP, важные для генофонда Западного Кавказа: **L1266** (аналог SK1143), **L1264**, **YY1215** (синоним Z44222), **YY1786** (синоним Y141995), **YY9632** (синоним Z44146), **FGC1159**, **Z7940**, **Z7944**, **FGC719**, **Z31462**.

В популяциях адыгейцев выявлены 34 SNP-гаплогруппы: **G2-P303(xL1266)**, **G2-L1266(xL1264)**, **G2-L1264(xYY9632,YY1786,YY1215)**, **G2-YY9632**, **G2-YY1215**, **G2-Z6582(xFGC1159,Z7940,Z31462)**, **G2-Z31462**, **G2-Z7940(xFGC719,Z7944)**, **G2-Z7944**, **G2-FGC719**, **G2-P15(xP16,P303,M406)**, **G2-M406**, **C-M217**, **E-M35**, **F-M89**, **G-M201(xM285,P15)**, **H-M69**, **I-M170(xM253,P37.2,M223)**, **I-M253**, **I-P37.2**, **J1-M267(xP58)**, **J1-P58**, **J2-M172(xM12,M47,M67)**, **J2-M12**, **J2-M67(xM92)**, **J2-M92**, **L-M20**, **N-M178**, **Q-M242**, **R1a-M198(xM458)**, **R1a-M458**, **R1b-M269**, **R1b-M343(xM269)**, **R2a-M124**.

Фрагментный анализ 17 STR маркеров проведен на приборе ABI 3130xl (Applied Biosystems) с использованием набора Y-filer PCR Amplification Kit (Applied Biosystems). Филогенетические сети построены в программе Network 10.2.0.0. (Available at: <http://www.fluxus-engineering.com>. Accessed: 15.03.2022) Датировка кластеров (TMRCA) дана по числу мутационных шагов (ρ-статистика) [Forster et al., 1996] с использованием длины поколения 31,5 год [Fenner, 2005] и «комбинированной» скорости мутирования [Адамов, 2011]

Генетические расстояния М. Nei (1975) рассчитаны в программе DJgenetic. В программе Statistica 7.0. проведен анализ многомерного шкалирования, главных компонент и созданы дендрограммы. Картографический анализ проведен в программе GeneGeo [Кошель, 2012; Balanovsky et al., 2011] методом средневзвешенной

интерполяции с радиусом влияния 200 км и степенью весовой функции, равной 3.

## Результаты

### *Геногеография наиболее характерных гаплогрупп генофонда адыгейцев*

Половину генофонда адыгейцев составляет гаплогруппа **G2-P303**, основные ветви которой – **G2-YY1215** (43%) и **G2-YY9632** (9%) присутствуют во всех 10 популяциях вместе с **R1a-M198\*** (13%) и **J2-M172\*** (7%). Эти четыре «повсеместные» у адыгейцев гаплогруппы составляют три четверти их генофонда (73%), а частоты остальных 30 гаплогрупп варьируют в разных субэтнотипах от 0% до 13%. Картографический атлас изменчивости Y-хромосомы включил карты всех 34 выявленных гаплогрупп, но на рисунках 1 и 2 приведены геногеографические карты 4 основных «адыгейских» гаплогрупп и столбчатые диаграммы, показывающие частоты их встречаемости во всех популяциях.

Самая характерная гаплогруппа **G2-YY1215** (рис. 1А) обнаруживает общий тренд падения частоты с запада (шапсуги, 82%) на восток (кабардинцы, 13%). Но при этом соседние

популяции могут значительно различаться, сохраняя генетическую память о прежней популяционной структуре. Можно предполагать, что **G2-YY1215** была характерна именно для адыгского населения Причерноморья, поскольку в других популяциях Северного Кавказа она редка и с частотой 5–17% обнаружена только у абхазов, балкарцев, кабардинцев и черкесов, образуя четкий градиент стремительно убывающей частоты с запада на восток, отсутствуя у осетин и практически на всем Восточном Кавказе [Балановская с соавт., 2019].

Генетический рельеф гаплогруппы **G2-YY9632** (рис. 1Б) выражен слабо и противоположен предыдущей карте: частота падает с востока (17–13%) на запад (1–4% у шапсугов). Возможно, этот тренд отражает миграционные связи с восточными адыгами, поскольку обнаружена с частотой 16% у абазин, 13% у черкесов и 8% у кабардинцев Кабардино-Балкарии.

На фоне этих трендов ландшафт гаплогруппы **R1a-M198\*** (рис. 2А) выглядит крайне монотонным. Размах ее изменчивости (5–25%) такой же, как у других адыгов (5–18%), но частота **R1a-M198\*** заметно выше и у тюркоязычных соседей (36% у

**Таблица 1. Численность (N чел.) и административная принадлежность выборок**  
**Table 1. Number (N persons) and administrative affiliation of samples**

Родоплеменные (субэтнические) группы	SNP-маркеры Y-хромосомы	STR-маркеры Y-хромосомы	Район	Страна, регион
	N	N		
Абадзехи	50	10	Шовгеновский	Россия, Республика Адыгея
Бесленевцы	44	14	Красногвардейский	
Бжедуги	73	14	Теучежский, Тахтамукайский	
Егерухаевцы	36	12	Кошхабльский	
Кабардинцы Адыгеи	52	14	Кошхабльский	
Мамхеговцы	24	16	Шовгеновский	
Темиргоевцы	90	19	Шовгеновский	
Хатукаевцы	25	17	Красногвардейский	
Шапсуги прикубанские	87	54	Тахтамукайский	
Шапсуги причерноморские	99	83	Туапсинский, Лазаревский	Россия, Краснодарский край
<b>10 субэтнотипов</b>	<b>580</b>	<b>253</b>	<b>7 районов</b>	<b>2 региона РФ</b>
Убыхи	36	25	Самсун, Эскишехер, Балькеси, Сакарья	Турция

Примечания. В состав темиргоевцев включена малочисленная выборка адамиевцев (N=17), близких к ним по диалекту. В состав прикубанских шапсугов включена малочисленная выборка натухайцев (N=11), которые до Кавказской войны были их соседями.

Notes. The Temirgoevs include a small sample of Adamiys (N=17), who are close to them in dialect. The Kuban Shapsugs include a small sample of Natukhays (N=11), who, according to historical data, were neighbors of Shapsugs before the Caucasian War.



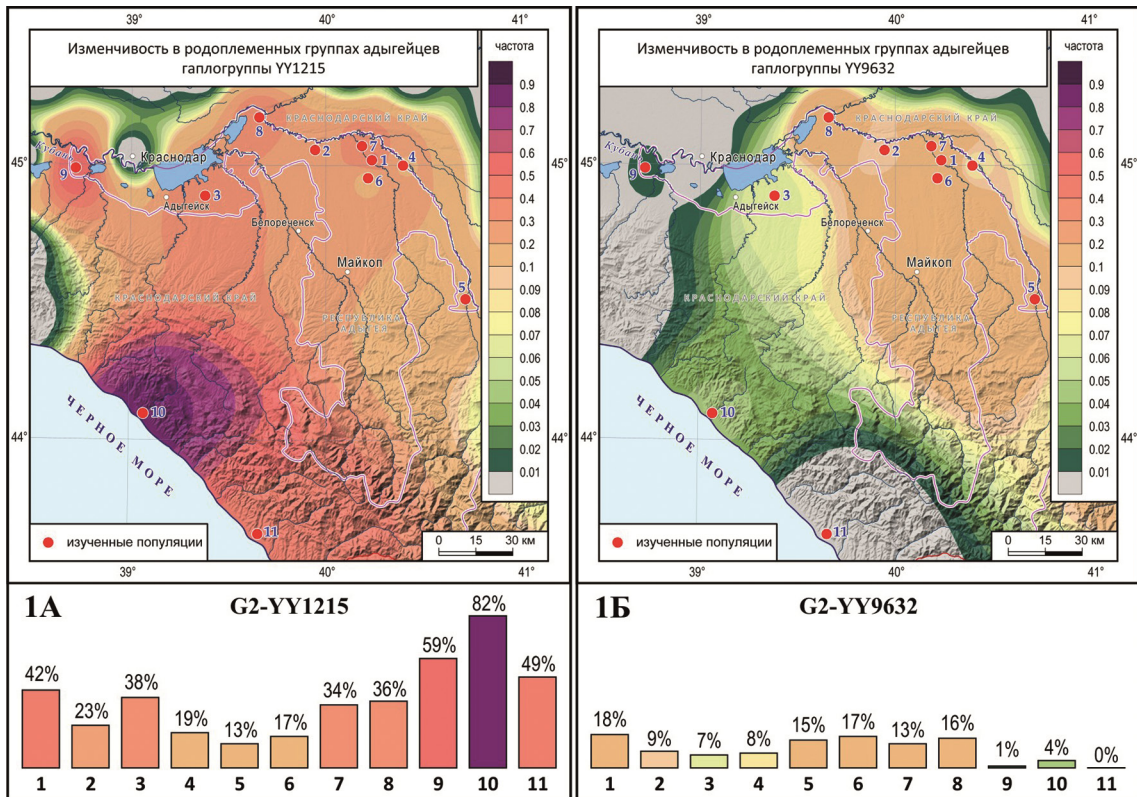


Рисунок 1. Изменчивость в родоплеменных группах адыгейцев гаплогруппы **G2-YY1215** (1А) и гаплогруппы **G2-YY9632** (1Б)  
 Figure 1. Variability in tribal groups of the Adygeans haplogroup **G2-YY1215** (1A) and haplogroup **G2-YY9632** (1B)

Примечания. 1 – абадзехи, 2 – бесленеевцы, 3 – бжедуги, 4 – егерухаевцы, 5 – кабардинцы, 6 – мамхеговцы, 7 – темиргоевцы, 8 – хатукаевцы, 9 – шапсуги прикубанские, 10 – шапсуги причерноморские, 11 – убыхи. Минимальные частоты отражены зелеными тонами, максимальные – красными тонами. В столбчатых диаграммах показаны значения частоты в каждой популяции.

Notes. 1 – Abadzekhs, 2 – Besleneys, 3 – Bzhedugs, 4 – Ygerukhaeys, 5 – Kabardins, 6 – Mamkhegs, 7 – Temirgoeys, 8 – Khatukaevs, 9 – Chapsugs of Kuban, 10 – Chapsugs of Black Sea, 11 – Ubykhs. Minimum frequencies are reflected by green tones, maximum frequencies by red tones. The bar graphs show the frequency values in each population.

карачаевцев, 24% у балкарцев), и у кубанских казаков (32%). Поэтому вопрос об ее источнике требует специального исследования.

В изменчивости **J2-M172\*** (рис. 2Б) также нет явной географической закономерности, а частоты большинства популяций укладываются в тот же узкий интервал (2–15%), что и других адыгов.

#### «Генетические портреты» адыгейцев

Спектр 34 выявленных гаплогрупп в генофонде каждой родоплеменной группы представлен на круговых диаграммах (рис. 3).

*Шапсуги причерноморские* ( $N \approx 5000$ ) и *прикубанские* ( $N \approx 4800$ ). Ранее очень многочисленные шапсуги ныне разделены предгорьями Большого Кавказа и изолированы друг от друга:

поток генов между ними практически отсутствует (0.5%) [Почешхова, 2008]. Три гаплогруппы – **G2**, **R1a**, **J2** – описывают почти весь генофонд. Резкое преобладание (82%) у причерноморских шапсугов гаплогруппы **G2-YY1215** позволяет уверенно говорить о мощном дрейфе генов. Редкая у причерноморских шапсугов **R1a-M198\*** у прикубанских повышается до частоты 15%.

*Бжедуги* ( $N \approx 33000$ ) в наибольшей степени отражают общий генофонд адыгейцев, поскольку включили в себя множество родоплеменных групп, уцелевших после Кавказской войны: ранее малое племя бжедугов ныне является самым многочисленным. Частоты гаплогрупп **G2-YY1215** (38%) и **G2-YY9632** (7%) бжедугов близки к средним частотам адыгейского этноса. Два варианта **J2** составляют 21% их генофонда.

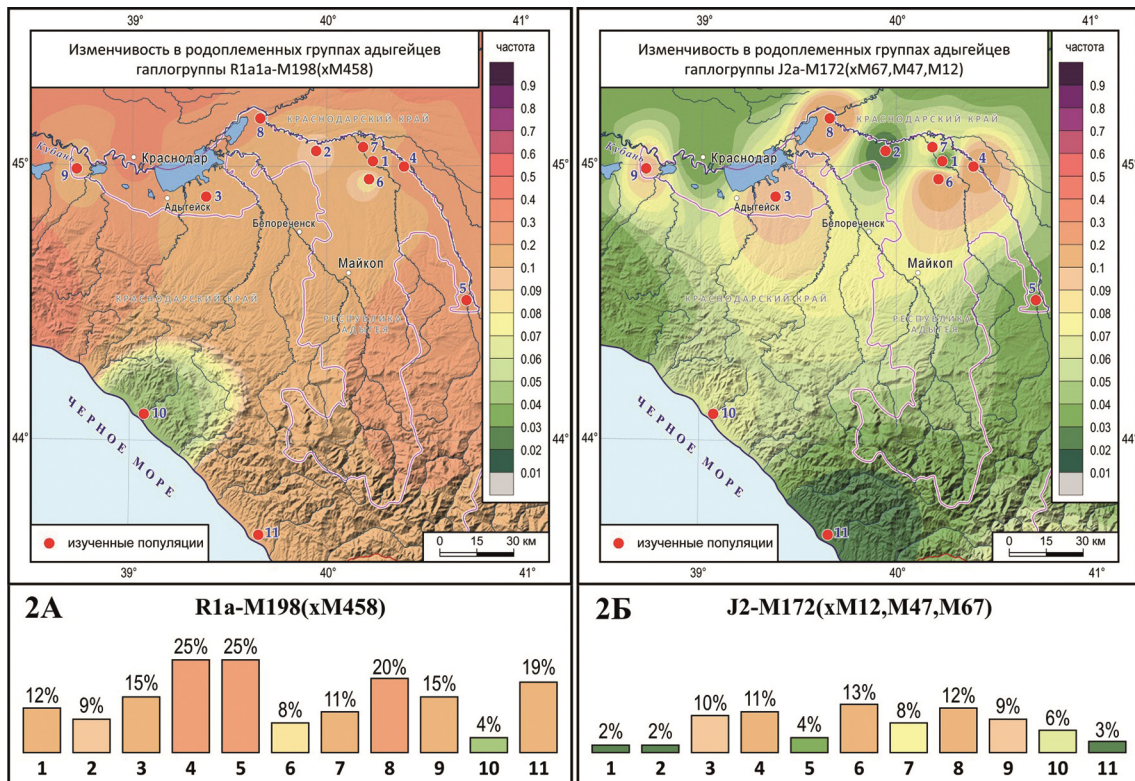


Рисунок 2. Изменчивость в родоплеменных группах адыгейцев гаплогруппы **R1a-M198(xM458)** (2A) и гаплогруппы **J2-M172(xM12, M47, M67)** (2Б)  
 Figure 2. Variability in tribal groups of the Adygeans **haplogroup R1a-M198(xM458)** (2A) and **haplogroup J2-M172(xM12, M47, M67)** (2B)

Примечания. 1 – абадзехи, 2 – бесленеевцы, 3 – бжедуги, 4 – егерухаевцы, 5 – кабардинцы, 6 – мамхеговцы, 7 – темиргоевцы, 8 – хатукаевцы, 9 – шапсуги прикубанские, 10 – шапсуги причерноморские, 11 – убыхи. Минимальные частоты отражены зелеными тонами, максимальные – красными тонами. В столбчатых диаграммах показаны значения частоты в каждой популяции.

Notes. 1 – Abadzekhs, 2 – Besleneys, 3 – Bzhedugs, 4 – Ygerukhaevs, 5 – Kabardins, 6 – Mamkhegs, 7 – Temirgoevs, 8 – Khatukaevs, 9 – Chapsugs of Kuban, 10 – Chapsugs of Black Sea, 11 – Ubykhs. Minimum frequencies are reflected by green tones, maximum frequencies by red tones. The bar graphs show the frequency values in each population.

**Хатукаевцы** ( $N \approx 900$ ) компактно проживают лишь в одном ауле Адыгеи, но ранее подразделялись на три популяции [Волкова, 1974]. Практически весь генофонд представлен четырьмя мажорными «адыгейскими» гаплогруппами **G2-YY1215** (36%), **G2-YY9632** (16%), **R1a-M198\*** (20%), **J2** (16%).

**Бесленеевцы** ( $N \approx 1200$  в Адыгее) компактно проживают в Адыгее только в одном ауле. Ранее они граничили с махощевцами, мамхеговцами, абазинами. Их генофонд отличается не только обширным спектром 16 гаплогрупп, но и низкими частотами «адыгейских» гаплогрупп, описывающих лишь 43% генофонда. Но суммарно все варианты **G2** составляют 59%, как и в среднем у адыгейцев. Особой чертой генофонда является самая высокая среди адыгейцев частота **I** (9%).

**Темиргоевцы** ( $N \approx 7500$ ) до Кавказской войны контролировали соседних егерухаевцев, мохошей, мамхеговцев и адамиевцев [Волкова, 1974], и, возможно, поэтому генофонд темиргоевцев максимально разнообразен: 19 гаплогрупп Y-хромосомы. На две трети он определяется основными «адыгейскими» гаплогруппами. С частотой 7% встречается **R1b-M269**, которая обычно указывает на поток генов из Передней Азии [Теучеж с соавт., 2013].

**Абадзехи** ( $N \approx 3500$ ) до Кавказской войны были одним из самых многочисленных племен с огромным ареалом [Хотко, 2021]. Их генофонд на три четверти (74%) состоит из четырех «адыгейских» гаплогрупп, а все варианты **G2** составляют 68% генофонда абадзехов. Некоторые авторы указывают на «абхазское» происхождение абадзехов, но наши результаты его не фиксируют [Хотко, 2021].



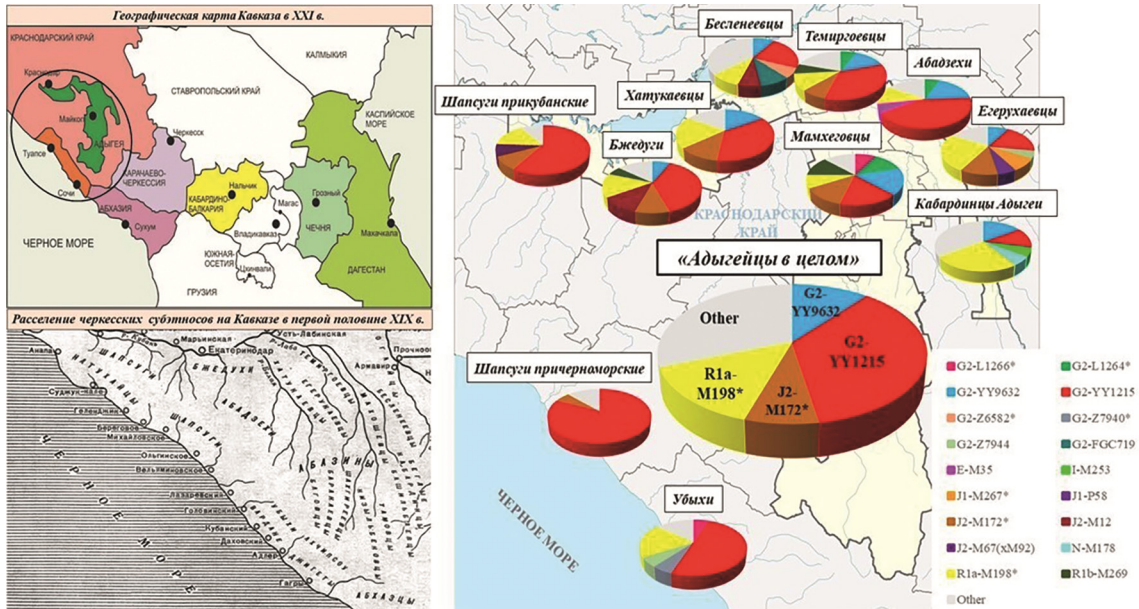


Рисунок 3. «Генетические портреты» адыгейцев в целом, для 10 родоплеменных групп адыгейцев и для убыхов (приведены гаплогруппы с частотами  $\geq 5\%$  в данной популяции)  
 Figure 3. "Genetic Portraits" of Adygeans as a whole, for 10 tribal groups of Adygeans, and for Ubykhs (haplogroups with frequencies  $\geq 5\%$  in this population are given)

Примечания. карта расселения черкесских субэтносов на Кавказе в первой половине XIX в. приведено по [Очерки истории Карачаево-Черкесии, 1967].

Notes. The map of Circassian subethnoses' settlement in the Caucasus in the first half of the XIX century is given by [Essays on the history of Karachay-Cherkessia, 1967].

**Егерухаевцы** ( $N \approx 1600$  чел.). «Адыгейские» гаплогруппы описывают 64% генофонда егерухаевцев, но их отличием является преобладание **R1a-M198\*** (25%), а **G2** составляет всего лишь 33%. В их генофонде встречены два варианта переднеазиатской гаплогруппы **J1** (14%), что может отражать след миграции «черкесских армян», обосновавшихся здесь в XV в. [Бурыкина, 2006].

**Мамхеговцы** ( $N \approx 1800$  чел.). «Адыгейские» гаплогруппы составили половину их генофонда, но обе ветви **G2** встречены с равными частотами (17%). В генофонде присутствуют **R1b-M269** (13%) и новые ветви **G2** (**G2-L1266\*** – 8%, **G2-L1264\*** – 13%). Несмотря на сведения о тесных контактах с абадзехами, генофонд мамхеговцев явно отличается от них.

**Кабардинцы Адыгеи** ( $N \approx 11800$  чел.). В Адыгее кабардинцы появились в 1804 в. Как и у их соседей егерухаевцев мажорные «адыгейские» гаплогруппы описывают 58% генофонда с преобладанием **R1a-M198\*** (25%), в то время как обе ветви **G2** встречены с невысокими и равными частотами (13–15%). Частота гаплогруппы **I** (8%) сближает их с бесленеевцами (9%),

**Убыкхи**. Половину их генофонда [Балановская с соавт., 2019] составляет гаплогруппа **G2-YY1215** (50%), но присущая всем адыгейцам гаплогруппа **G2-YY9632** не обнаружена, хотя в суммарная частота **G2** достигает 75%. Частоты **R1a** и **J2** наряду с преобладанием **G2-YY1215** указывают на генетическую близость убыхов и шапсугов.

#### Положение родоплеменных групп адыгейцев в генетическом пространстве

Оценка сходства генофондов популяций адыгейцев по совокупности 34 гаплогрупп Y-хромосомы тремя методами многомерного анализа дала близкие результаты.

Так, в генетическом пространстве многомерного шкалирования (рис. 4) выделились три кластера. В «Западный» вошли обе популяции шапсугов и убыхи ( $0.04 \leq d \leq 0.07$ ), несмотря на значительные географические расстояния между ними. К ним близок «Центральный» кластер, объединивший абадзехов, темиргоевцев и хатукаевцев ( $0.04 \leq d \leq 0.08$ ). Поскольку хатукаевцы контактировали как с темиргоевцами, так и с абадзехами [Волкова, 1974], возможно, ныне генофонд хатукаевцев представляет синтез генофондов

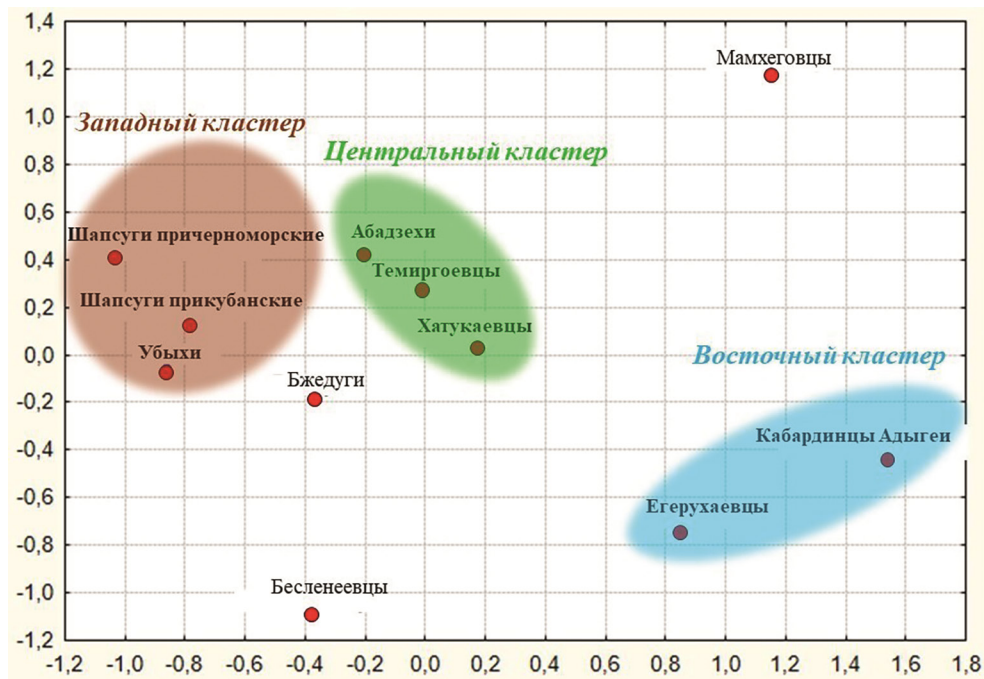


Рисунок 4. Положение родоплеменных групп адыгейцев в генетическом пространстве многомерного шкалирования (по частотам 34 гаплогрупп Y-хромосомы)  
 Figure 4. Position of Adygean tribal groups in the genetic space of multidimensional scaling (based on frequencies of 34 Y-chromosome haplogroups)

Примечания. число итераций – 23; величина стресса  $S_o=0,077$ ; коэффициент алиенации  $K_o=0,12$ ; кривая Шепарда удовлетворительна.

Notes. Number of iterations – 23; stress value  $S_o=0.077$ ; alienation coefficient  $K_o=0.12$ ; Shepard curve is satisfactory.

трех родоплеменных групп. Бжедуги заняли строго ( $d=0.09$ ) промежуточное положение между этими двумя кластерами: они генетически близки ко всем шести популяциям кластеров, что соответствует представлению о бжедугах как конгломерате, включившем после Кавказской войны множество представителей разных родоплеменных групп и потому резко увеличившей свою численность по сравнению с довоенной. От этой группы популяций удален рыхлый «Восточный» кластер егерухаевцев и кабардинцев Адыгеи ( $d=0.14$ ). Сходство их генофондов может быть следствием их современного географического соседства. При этом они генетически далеки от темиргоевцев, которые долгое время контролировали земли и егерухаевцев, и мамхеговцев. Два полюса в этом генетическом пространстве образуют бесленевцы и мамхеговцы: хотя ныне мамхеговцев от абадзехов отделяет лишь мост, но генетически мамхеговцы далеки от абадзехов и темиргоевцев.

Все виды многомерного анализа выделяют три основных кластера, которые в самых общих чертах соответствуют оси «запад–восток»,

но в целом положение родоплеменных групп в генетическом пространстве и в географическом различны: корреляция между генетическими и географическими расстояниями мала и недостоверна ( $\rho=0,30$ ,  $r = 0.33$ ,  $p<0.05$ ).

#### Филогенетический анализ наиболее частых гаплогрупп G2 и R1a

Филогенетический анализ проведен для всех характерных для адыгейцев гаплогрупп, но из-за ограничений объема статьи на рисунке 5 отражены филогенетические сети трех основных гаплогрупп. Из-за их значительного возраста топология деревьев по данному набору STR-локусов нестабильна при поиске достоверного общего STR-корня, однако все датировки при этом удовлетворительны.

Гаплогруппа **G2-YY1215** возникла около  $4,0\pm 0,8$  тыс. лет назад (Available at: <https://www.yfull.com/tree/G-Z44222>. Accessed: 08.09.2022), однако в генофонде адыгейцев представлена часть её разнообразия (рис. 5A), с датировкой STR-корня у адыгейцев  $2,9\pm 1,2$  тысячи лет. В кластеры  $\alpha$  (с датировкой  $1600\pm 150$  лет) и

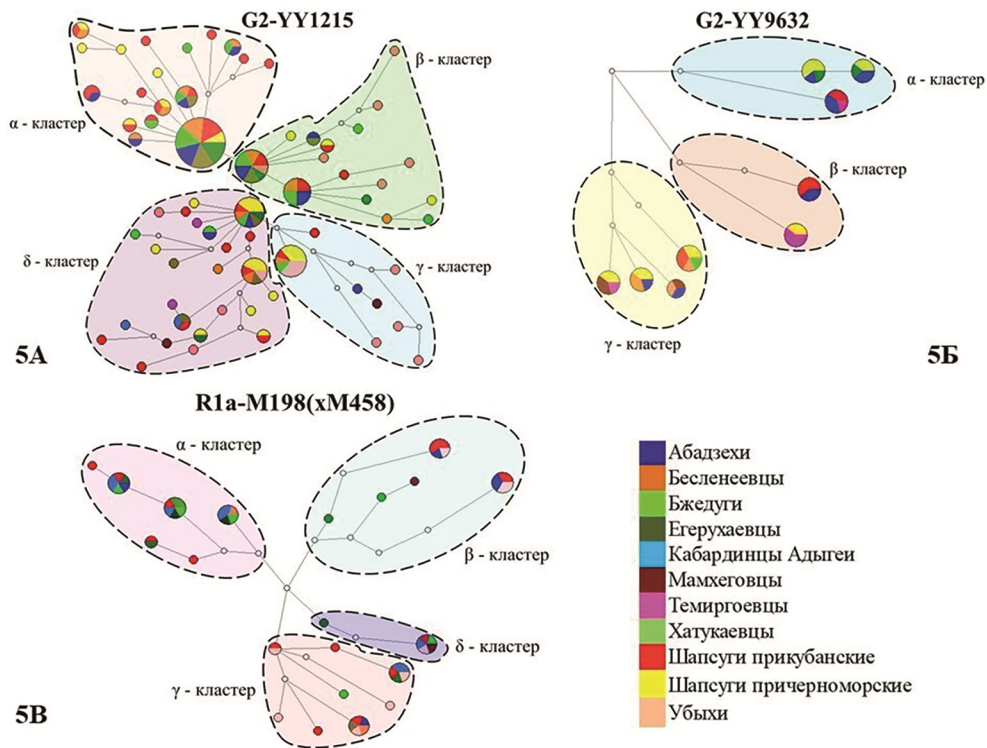


Рисунок 5. Филогенетические сети STR-гаплотипов гаплогруппы в популяциях адыгейцев: 5A – гаплогруппы G2-YY1215, 5B – гаплогруппы G2-YY9632 и 5C – гаплогруппы R1a-M198(xM458) в популяциях адыгейцев

Figure 5. Phylogenetic networks of STR-haplogroup haplotypes in Adygean populations: 5A – haplogroup G2-YY1215, 5B – haplogroup G2-YY9632 and 5C – haplogroup R1a-M198(xM458) in Adygean populations

Примечания. Цвет кружка указывает на принадлежность к родоплеменной группе. Размер кружка пропорционален количеству встреченных гаплотипов. Линия показывает, как гаплотипы мутировали друг от друга (прозрачными кружками указаны невыявленные мутационные шаги)

Notes. The color of the circle indicates belonging to a tribal group. The size of a circle is proportional to quantity of met haplotype. The line shows how haplotypes mutated from each other (transparent circles indicate unidentified mutation steps)

β (1400±200 лет) вошли представители большинства популяций, тогда как кластер γ (1500±250 лет) в основном представлен убыхами и шапсугами. Самый большой кластер δ (1500±200 лет) включает все родоплеменные группы адыгейцев. Все кластеры оказались близкого возраста и ни в одном нет накопления STR-гаплотипов какой-либо одной популяции. Такой паттерн указывает на распространение одних и тех же гаплотипов из единого источника в разные концы ареала адыгейцев. «Звездчатая» форма кластеров указывает на демографический рост в популяции, а сходные датировки отражают время этого роста (1400–1600 лет).

Гаплогруппа G2-YY9632 возникла 3,8±0,6 тыс. лет назад (Available at: <https://www.yfull.com/tree/G-FGC21495>. Accessed: 08.09.2022), возраст STR-корня у адыгейцев составил 2,7±1,2 тыс. лет. На филогенетической сети (рис. 5B) видны

три кластера «звездчатой» формы с датировками от 1200±200 до 2000±400 лет. Данный тип дерева наиболее соответствует версии распространения гаплотипов из единого источника и их одновременного развития в популяциях адыгейцев.

Гаплогруппа R1a-M198(xM458) возникла 8,7±1,3 тысяч лет назад по данным ресурса Yfull (Available at: <https://www.yfull.com/tree/R-M198>. Accessed: 08.09.2022), возраст STR-корня у адыгейцев составил 5,1±1,5 тыс. лет (рис. 5B). Кластеры α (1700±300 лет) и δ (2000±600 лет) включают представителей разных групп адыгейцев. Кластер β (3300±600 лет) объединил шапсугов, абдзехов и убыхов. Кластер γ (1700±400 лет) уникален тем, что его основателями являются шапсуги и убыхи. «Звездчатость» сети явно выражена лишь у кластеров, что указывает на миграцию в прапопуляцию адыгов носителей нескольких ветвей



**R1a** с последующим увеличением численности их потомков, в то время, когда разнообразие ветвей гаплогруппы **G2** росло в более ранний период именно в адыгской среде.

В целом, филогенетические сети могут указывать на примерную датировку возникновения прапопуляции адыгейцев около 3 тыс. лет назад и период демографического роста 1,5–2 тыс. лет назад.

### Обсуждение

Полученные результаты дают четкий ответ на основной вопрос работы: сохраняется ли в современной генетической структуре генофонда адыгейцев отражение той его архитектуры, которая существовала до Кавказской войны? И ответ положительный. Конечно же, утрата части родоплеменных групп, резкое сокращение численности, переселения из исходных ареалов, чересполосица современного расселения родоплеменных групп и связанные с ними неизбежные смещения искажают картину. Но и сквозь это замутненное стекло мы имеем возможность рассматривать и реконструировать генетическую историю адыгейцев.

Основания для оптимизма нам прежде всего дает отсутствие достоверной связи между генетическими и географическими расстояниями. Если бы драматические события привели к стиранию генетических барьеров между племенами и гомогенизации популяции адыгейцев, то за полтора столетия согласно миграционным моделям популяционной генетики должна была возникнуть корреляция между генетическими и географическими расстояниями. На примере бжедугов мы видим реализацию сценария смешения многих родоплеменных групп: ранее незаметное малочисленное племя бжедугов стало самым многочисленным (33 тыс. чел.), включив в себя почти треть адыгейцев из районов их компактного расселения. В результате генофонд бжедугов стал промежуточным между генофондами многих племен.

Но реализован и иной сценарий: смешение охватило не все племена, что демонстрирует график многомерного шкалирования, где многие племена резко отличаются от бжедугов. Более того, лишь часть популяций родоплеменных групп вошли в состав бжедугов, а остальные их популяции сохранили особенности прежнего генофонда этих племен. На сохранение генетической памяти большинства родоплеменных групп адыгейцев указывает соответствие положения

их популяций в генетическом пространстве данным гуманитарных наук. «Западный» кластер фиксирует близость убыхов к шапсугам, к которым они близки и географически, и исторически. По данным истории, хатукаевцы тесно контактировали как с темиргоевцами, так и с абадзехами – и все три родоплеменные группы объединились в «Центральном» кластере. Но, например, ныне географически промежуточные между этими тремя популяциями бесленеевцы не вошли в их кластер, а расположились на удалении. Видимо, здесь отражена их сложная предыстория: ранее ареал очень многочисленного племени бесленеевцев находился на юго-восточных рубежах адыгов и генетически на дендрограмме бесленеевцы сблизилась с причерноморскими шапсугами и убыхами, отражая давние контакты с прибрежными популяциями, ныне почти исчезнувшими.

Эти и другие результаты подтверждают, что вопреки интенсивным миграционным процессам и прохождению через «бутылочное горлышко» резкого сокращения численности, родоплеменные группы адыгейцев сохранили – конечно, лишь отчасти, – свои исторически сформировавшиеся особенности генофондов.

Этот вывод подтверждают и результаты филогенетического анализа: они датируют возникновение прапопуляции адыгейцев около 3 тыс. лет назад и период демографического роста 1,5–2 тыс. лет назад. При этом отсутствие накопления STR-гаплотипов в какой-либо одной популяции может указывать на мощные миграционные потоки между племенами. Они существовали на всем протяжении истории адыгейцев, но особенно интенсивными стали после Кавказской войны, нарушившей прежнюю систему брачных контактов.

### Выводы

1. Анализ SNP и STR-полиморфизма Y-хромосомы демонстрирует, что современная структура генофонда адыгейцев хранит генетическую память о генетической истории как этноса в целом, так и отдельных родоплеменных групп.

2. Спектр выявленных гаплогрупп (34) Y-хромосомы очень велик. Но из них лишь четыре (**G2-YY1215**, **G2-YY9632**, **J2-M172(xM12,M47,M67)**, **R1a-M198(xM458)**) присутствуют во всех популяциях адыгейцев. Остальные 30 гаплогрупп отражают своеобразие генофонда каждой из родоплеменных групп.

3. Впервые показано, что гаплогруппа **G2-YY1215** является доминирующей как в генофонде адыгейцев в целом, так и практически во всех родоплеменных группах и характерной для адыгских народов: выявлен градиент падения частоты с запада на восток, стремительно убывающей в этом направлении за пределами Адыгеи и ареалов других адыгских народов. В других популяциях Кавказа гаплогруппа **G2-YY1215** столь редка, что ее можно считать «маркирующей» адыгское население.

4. Методы полногеномного секвенирования впервые позволили провести анализ структуры генофонда адыгейцев и создать генетические портреты для десяти родоплеменных групп. Методы многомерного анализа выявили три основных группы популяций и их взаимное расположение в генетическом пространстве, соответствующее данным истории адыгейцев.

5. Филогенетический анализ указывает на наличие общей для всех родоплеменных групп адыгейской «прапопуляции», существовавшей около 3000 лет назад и демографический рост 1,5–2 тыс. лет назад.

### Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ для Медико-генетического научного центра им. акад. Н.П. Бочкова. Мы благодарим всех доноров образцов, которые принимали участие в данном исследовании; к.б.н. Схалыхо Р.А. за помощь в проведении экспедиционного обследования, АНО «Биобанк Северной Евразии» за предоставление коллекций ДНК.

### Библиография

Адамов Д.С. Учебное пособие для расчета TMRCA по Y-STR гаплотипам Version 2018 2, Электронный ресурс. URL: <https://researchgate.net/project/TMRCA-Estimation-Manual>, дата обращения – 15.03.2022.

Балановская Е.В., Почешхова Э.А., Балановский О.П., Гинтер Е.К. Геногеографический анализ подразделенной популяции. // География случайного инбридинга (по частотам фамилий у адыгов) // Генетика, 2000. Т.36. № 8. С.1126–1139.

Балановская Е.В., Схалыхо Р.А., Кагазежева Ж.А., Запорожченко В.В., Урасин В.М. с соавт. Реконструкция генофонда убыхов Северного Кавказа // Генетика, 2019. Т.55. №12. С.1451–1460. DOI: 10.1134/S0016675819090030.

Балановский О.П. Генофонд Европы. М.: Тов-во науч. Изданий КМК. 2015. 354 с.

Балановский О.П., Дибирова Х.Д., Романов А.Г., Утевская О.М., Шанько А.В. с соавт. Взаимодействие генофондов народов Кавказа и восточных славян по данным о полиморфизме Y хромосомы // Вест-

ник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. №1. С.69–75.

Бурькина Л.В. Черкесогаи Северо-Западного Кавказа в XIX в. // Вестник Адыгейского государственного университета, 2006. № 4. С.15–16.

Волкова Н.Г. Этнический состав населения Северного Кавказа в XVIII — начале XX в. М.: Наука. 1974. 276 с.

Кагазежев Ж.В. Проблема происхождения эндоэтнонима «адыгэ» (Aдыге) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2021. Т.104. № 6. С. 174–184. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-174-184

Кошель С.М. Геоинформационные технологии в геногеографии // Современная географическая картография. М: Дата. 2012. С.158–166.

Намиток А.А. Происхождение черкесов. Краснодар: Традиция. 2019. 376 с.

Очерки истории Карачаево-Черкесии // Ставрополь: Кн.изд-во. 1967. Т. 1. 327 с.

Почешхова Э.А. Структура подразделенного генофонда адыгейцев по данным о двух классах аутосомных ДНК маркерах (диаллельных и мультиаллельных) // Медицинская генетика, 2008. Т.7. № 7. С.3–12.

Схалыхо Р.А., Почешхова Э.А., Теучеж И.Э., Дибирова Х.Д., Агджоян А.Т. с соавт. Тюрки Кавказа: сравнительный анализ генофондов по данным о Y-хромосоме // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2013. № 2. С. 34–48.

Теучеж И.Э., Почешхова Э.А., Схалыхо Р.А., Дибирова Х.Д., Агджоян А.Т. с соавт. Генофонды абхазо-адыгских народов, грузин и армян в евразийском контексте // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2013. №2. С.49–62.

Тхамокова И.Х. Российская историография XIX в. О выселении черкесов в Османскую империю в 1864 г. // Вестник Кабардино-Балкарского института гуманитарных исследований, 2020а. Т.47. № 4-1. С.30–40. DOI 10.31007/2306-5826-2020-4-1-47-30-40.

Тхамокова И.Х. Шапсуги в зеркале российской историографии XIX в // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология, 2020б. Т.264. № 3. С. 156–168.

Хотко С.Х. Адыги. Этногенез, историческая этнография, политическая история. Том I: Этногенез и культурное наследие. М.: "Полиграф-Юг". 2021. 612 с. ISBN 978-5-7992-1007-6

Шеуджен, Э.А., Хотко С.Х. История адыгов (черкесов): военно-антропологический подход. М.: "Полиграф-Юг". 2019. 392 с. ISBN 978-5-6043436-4-7.

Шеуджен А.Х. Земля адыгов. Майкоп. 1996. 748 с.

### Сведения об авторах

Почешхова Эльвира Аслановна, д.м.н., ORCID ID: 0000-0002-8991-7194; [epocheshkhova@mail.ru](mailto:epocheshkhova@mail.ru);

Кагазежева Жанета Аслановна, ORCID ID: 0000-0003-1666-0380; [janetka0001@bk.ru](mailto:janetka0001@bk.ru);

Агджоян Анастасия Торосовна, к.б.н., ORCID ID: 0000-0002-8776-2934; [aagdzhoyan@gmail.com](mailto:aagdzhoyan@gmail.com);

Запорожченко Валерий Владимирович, ORCID ID: 0000-0003-4649-1602; [valeryz2001@gmail.com](mailto:valeryz2001@gmail.com);

Кошель Сергей Михайлович, к.г.н., ORCID ID: 0000-0002-4540-2922; [skoshel@mail.ru](mailto:skoshel@mail.ru);

Балановская Елена Владимировна, д.б.н., профессор, ORCID ID: 0000-0002-3882-8300; [balanovska@mail.ru](mailto:balanovska@mail.ru).

Поступила в редакцию 11.09.2022,  
принята к публикации 07.10.2022.

Pocheshkhova E.A. <sup>1,2)</sup>, Kagazezheva Zh.A. <sup>1,2)</sup>, Agzhoyan A.T. <sup>1)</sup>,  
Zaporozhchenko V.V. <sup>1)</sup>, Koshel S.M. <sup>3,1)</sup>, Balanovska E.V. <sup>1,4)</sup>

<sup>1)</sup> *Research Centre for Medical Genetics, Moskvorechie st., 1, Moscow, 115522, Russia;*

<sup>2)</sup> *Kuban State Medical University of the Ministry of Health  
of the Russian Federation Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia;*

<sup>3)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography,  
Department of Cartography and Geoinformatics, GSP 1, Moscow, 119991, Russia;*

<sup>4)</sup> *Biobank of Northern Eurasia, Kotlyakovsaya st., 3, Moscow, 115201, Russia*

## **DOES GENETIC MEMORY OF THE ADYGHE GENE POOL COMPOSITION PERPETUATE ITSELF? GENETIC PORTRAITS OF ADYGHE TRIBES DRAWN FROM THE NEW DATA ABOUT Y-CHROMOSOME POLYMORPHISMS**

**Introduction.** *The purpose of the study is to evaluate the possibility of preserving the genetic memory of the original architectonics of Adygeans gene pool by studying the modern gene pools of ten clan groups.*

**Materials and methods.** *Ten tribal populations of Adygeans as well as Ubykhs (total N=616) were studied by a unified informative panel of SNP-markers of Y-chromosome (59 SNP and 17 STR). Genetic portraits of each population were created, and their position in the multidimensional genetic space was evaluated based on the data on the 34 identified Y-haplogroups. For the most characteristic haplogroups, a cartographic analysis was performed and phylogenetic networks were created.*

**Results.** *Four haplogroups were found in all Adygeans populations, making up three quarters of their general gene pool: **G2-YY1215**(43%), **R1a-M198\*** (13%), **G2-YY9632** (9%), **J2-M172\*** (7%). In the genetic space of the multidimensional scaling were distinguished three clusters: "Western" united all Shapsugs and Ubykhs; "Central" – Abadzekhs, Temirgoevs, Khatukaevs; "Eastern" – Ygerukhaevs, Kabardins of Adygea. Bzhedugs, now a conglomerate of various tribes, occupy precisely an intermediate position between the 'Western' and 'Central' clusters. Mamkhegs and Besleneys were not included in any of the clusters, but joined the "Eastern cluster" by the results of other multivariate analysis methods. The cartographic atlas of the Y-chromosome variability revealed two main trends in the variability: for the haplogroup **G2-YY1215** a trend of frequency decrease from west to east (from 82% for Shapsugs to 13% for Kabardins of Adygea), and an opposite trend of a small frequency decrease of **G2-YY9632** from east to west.*

**Conclusion.** *It was shown for the first time that the haplogroup **G2-YY1215** is dominant in the gene pool of Adygeans as a whole, as well as in practically all tribal groups. Its frequency decrease from west to east, disappearing already in the Ossetians. The results allow us to consider the haplogroup **G2-YY1215** as "marking" the Adyghe population. The revealed three clusters of populations and their relative position in the genetic space correspond to the historical and ethnological data and allow to reconstruct the contours of the initial architectonics of Adygeans. The phylogenetic analysis indicates the presence of a common Adyghean "prapopulation" for all tribal groups, which existed about 3000 years ago and demographic growth 1500-2000 years ago.*

**Keywords:** Adyghean; tribal groups; gene pool; ethnogenesis; genegeography; Y-chromosome



## References

- Adamov D.S. *Uchebnoe posobie dlya rascheta TMRCA po Y-STR gaptotipam Version 2018 2* [A tutorial for calculating TMRCA by Y-STR haplotypes Version 2018 2]. Available at: <https://researchgate.net/project/TMRCA-Estimation-Manual>. Accessed: 15.03.2022. (In Russ.).
- Balanovskaya E.V., Pocheshkhova E.A., Balanovskii O.P., Ginter E.K. Genogeograficheskiy analiz podrazdelennoj populyatsii. II Geografiya sluchajnoy inbridinga (po chastotam familij u adygov) [Gene-geographic analysis of a subdivided population. 2. Geography of random inbreeding based on surname frequencies in Adygs]. *Genetika* [Russian Journal of Genetics], 2000, 36 (8), pp.1126–1139. (In Russ.).
- Balanovskaya E.V., Skhalyakho R.A., Kagazezheva Zh.A., Zaporozhchenko V.V., Urasin V.M. et al. Rekonstrukciya genofonda ubykhov Severnogo Kavkaza [Inferring the Genetic Ancestry of Ubykh People from the Caucasus]. *Genetika* [Russian Journal of Genetics], 2019, 55 (12), pp. 1451–1460. DOI: 10.1134/S0016675819090030. (In Russ.).
- Balanovsky O.P. *Genofond Evropy* [The gene pool of Europe]. KMK Scientific Press Ltd., 2015. 354 p. (In Russ.).
- Balanovsky O.P., Dibirova Kh.D., Romanov A.G., Utevska O.M., Shanko A.V. et al. Vzaimodejstvie genofondov narodov Kavkaza i vostochnyh slavjan po dannym o polimorfizme Y hromosomy [The genetic interaction of the indigenous North Caucasus populations and eastern Slavonic groups from the Y chromosomal perspective]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2011, 1, pp.69–75. (In Russ.).
- Burykina L.V. Cherkesogai Severo-Zapadnogo Kavkaza v XIX v. [The Circassians of the Northwest Caucasus in the 19th century]. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta* [Adyghe State University Bulletin], 2006, 4, pp. 15–16. (In Russ.).
- Volkova N. G. *Etnicheskij sostav naseleniya Severnogo Kavkaza v XVIII — nachale XX v.* [Ethnic composition of the North Caucasus population in the 18th and early 20th centuries] Moscow, Nauka Publ., 1974. 276 p. (In Russ.).
- Kagazezhev Zh.V. Problema proiskhozhdeniya endoethnonima «adyge» (Adyghe) [The problem of the origin of the endoethnonym «Adyghe»]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardin-Balkar scientific center of RAS], 2021, 104 (6), pp. 174–184. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-174-184. (In Russ.).
- Koshel S.M. Geoinformatsionnye tekhnologii v genogeografii [Geoinformation technologies in genogeography]. In: *Sovremennaya geograficheskaya kartografiya* [Modern geographical cartography]. Moscow, Data+ Publ., 2012, pp.158–166. (In Russ.).
- Namitok A.A. *Proiskhozhdenie cherkesov* [The origin of the Circassians]. Krasnodar, Tradition Publ., 2019.376 p. (In Russ.).
- Ocherki istorii Karachaevsko-Cherkessii* [Essays on the History of Karachay-Cherkessia]. Stavropol Publ., 1967, 1, 327 p. (In Russ.).
- Pocheshkhova E.A. Struktura podrazdelennogo genofonda adygejcev po dannym o dnuh klassah autosomnyh DNK markerah (diallel'nyh i mul'tiallel'nyh) [Structure of subdivided gene pool of the Adyges according to two-class autosomic DNA markers (diallel and multiallel)]. *Medicinskaya genetika* [Medical Genetics], 2008, 7 (7), pp.3–12. (In Russ.).
- Skhalyakho R.A., Pocheshkhova E.A., Teuchezh I.E., Dibirova Kh.D., Agdzhoyan A.T. et al. Tyurki Kavkaza: cravnitel'nyj analiz genofondov po dannym o Y-hromosome [Turkic speakers of the Caucasus: a comparative analysis of their gene pools from the Y-chromosomal perspective]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2013, 2, pp.34–48. (In Russ.).
- Teuchezh I.E., Pocheshkhova E.A., Skhalyakho R.A., Dibirova Kh.D., Agdzhoyan A.T. et al. Genofondy abhazodzygskikh narodov, gruzin i armanyan v evrazijskom kontekste [Gene pools of Abkhaz-Adyghe, Georgian and Armenian populations in their Eurasian context]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2013, 2, pp.49–62. (In Russ.).
- Tkhamokova I.Kh. Rossijskaya istoriografiya XIX v. O vyselenii cherkesov v Osmanskuyu imperiyu v 1864 g. [Russian 19TH-century historiography on the expulsion of the Circassians to the Ottoman Empire in 1864]. *Vestnik Kabardino-Balkarskogo instituta gumanitarnyh issledovanij* [Bulletin of the Kabardino-Balkarian Institute for Humanitarian Research], 2020, 47 (4-1), pp. 30–40. DOI 10.31007/2306-5826-2020-4-1-47-30-40. (In Russ.).
- Tkhamokova I.Kh. Shapsugi v zerkale rossijskoj istoriografii XIX v. [Shapsugs in Russian Historiography of the 19th Century]. *Vestnik Kabardino-Balkarskogo instituta gumanitarnyh issledovanij* [Bulletin of the Kabardino-Balkarian Institute for Humanitarian Research], 2020, 264 (3), pp. 156–158. (In Russ.).
- Khotko S.Kh. *Adygi. Etnogenez, istoricheskaya etnografiya, politicheskaya istoriya. Tom I: Etnogenez i kul'turnoe nasledie*. [Ethnogenesis, Historical Ethnography, and Political History. Volume I: Ethnogenesis and Cultural Heritage]. Maykop, "Polygraph-South", 2021. 612 p. ISBN 978-5-7992-1007-6. (In Russ.).
- Sheugen E.A., Khotko S.Kh. *Istoriya adygov (cherkesov): voenno-antropologicheskij podhod* [History of the Adygs (Circassians): Military and Anthropological Approach]. Maykop, "Polygraph-South", 2019. 392 p. ISBN 978-5-6043436-4-7. (In Russ.).
- Sheudzhen A.Kh. *Zemlya adygov* [Land of the Adygs]. Maykop Publ., 1996. 748 p. (In Russ.).
- Balanovsky O., Dibirova K., Dybo A., Mudrak O., Frolova S. et al. The Geographic Consortium. Parallel evolution of genes and languages in the Caucasus Region. *Mol. Biol. Evol.*, 2011, 28, pp.2905–2920. DOI: 10.1093/molbev/msr126.
- Fenner J.N. Cross-cultural estimation of the human generation interval for use in genetics-based population divergence studies. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2005, 128 (2), pp.415–423. DOI: 10.1002/ajpa.20188.
- Forster P., Harding R., Torroni A., Bandelt H.J. Origin and evolution of Native American mtDNA variation: a reappraisal. *Am. J. Hum. Genet.*, 1996, 59 (4), pp.935–945.

## Information about Authors

*Pocheshkhova Elvira A., Doctor of Medical Sciences, ORCID ID: 0000-0002-8991-7194; eapocheshkhova@mail.ru;*

*Kagazezheva Zhaneta A., ORCID ID: 0000-0003-1666-0380; janetka0001@bk.ru;*

*Agdzhoyan Anastasiya T., PhD of Biology, ORCID ID: 0000-0002-8776-2934; aagdzhoyan@gmail.com;*

*Zaporozhchenko Valery V., ORCID ID: 0000-0003-4649-1602; valeryz2001@gmail.com;*

*Koshel Sergey M., PhD of Geography, ORCID ID: 0000-0002-4540-2922; skoshel@mail.ru;*

*Balanovska Elena V., Doctor of Biology, Professor, ORCID ID: 0000-0002-3882-8300; balanovska@mail.ru.*