

УДК 575.17

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНОГО ИНБРИДИНГА И ФАМИЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

© 2020 г. Г. И. Ельчинова^{1, *}, В. В. Кадышев¹, З. К. Гетоева², М. Ю. Джаджиева²,
А. Б. Векшина¹, Ю. А. Ревазова³, А. О. Лепешинская¹, Р. А. Зинченко^{1, 4}

¹Медико-генетический научный центр им. академика Н.П. Бочкова, Москва, 115522 Россия

²Республиканская детская клиническая больница, Владикавказ, 362003 Россия

³Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Московская область, Мытищи, 141000 Россия

⁴Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья
им. Н.А. Семашко, Москва, 105064 Россия

*e-mail: elchinova@med-gen.ru

Поступила в редакцию 01.08.2019 г.

После доработки 03.10.2019 г.

Принята к публикации 16.10.2019 г.

Проведен картографический анализ значений случайного инбридинга, полученного изонимным методом, а также параметров Барраи, рассматривающихся как расширение изонимного метода. Выявлено, что в Северной Осетии по изонимии обнаруживаются два противоположных экстремума с разной степенью выраженности – в Моздокском и Ирафском районах.

Ключевые слова: картографический анализ, изонимный метод, Северная Осетия, случайный инбридинг, параметры Барраи.

DOI: 10.31857/S0016675820080032

Сотрудниками лаборатории генетической эпидемиологии ФГБНУ “МГНЦ” почти четыре десятилетия проводятся комплексные генетико-эпидемиологические исследования населения России. За это время обследованы Костромская, Кировская, Архангельская, Брянская, Тверская, Ростовская области, Краснодарский край, Республики Адыгея, Чувашия, Удмуртия, Марий Эл, Башкирия, Татарстан, Карачаево-Черкесия. Результаты исследований широко представлены в открытой печати. В настоящее время проводится изучение Северной Осетии-Алании (РСО). Все работы идут в соответствии с разработанным протоколом [1]. Протокол включает в себя: 1) неоднократный выезд бригады врачей-генетиков в изучаемый регион для осмотра пациентов с предполагаемой наследственной патологией и забора крови для молекулярно-генетического подтверждения диагноза; 2) сбор популяционно-генетической и генетико-демографической информации как биологического так и небиологического характера из максимально возможного числа источников; 3) статистическая обработка имеющихся данных, в том числе и сегрегационный анализ. Одним из важнейших параметров популяционно-генетической структуры является значение случайного инбридинга. Его влияние на распространенность наследственной

патологии подтверждено рядом отечественных и зарубежных исследователей.

Случайный инбридинг Райта [2] вычисляется как одна четвертая часть от суммы квадратов частот фамилий. Фамилия давно и успешно используется в качестве популяционно-генетического маркера как отечественными так и зарубежными авторами. В качестве расширения изонимного метода используются параметры Барраи [3].

Случайная изонимия рассчитана как $I_r = \sum q_i^2$, где q_i – частота i -той фамилии в популяции. На основе I_r можно определить случайный инбридинг $F_{st} = I_r/4 = \sum q_i^2/4$. Индекс миграций рассчитан как $v = (1 - I_r)/[I_r(N - 1)]$, где N – число индивидов в популяции. Он будет равен 0, если все индивиды имеют одну фамилию, и 1, если все фамилии разные. Показатель разнообразия фамилий в популяции определяется из формулы $a = Nv/(1 - v)$. Энтропия (мера априорной неопределенности) в распределении фамилий рассчитана по формуле: $H = -\sum q_i \log_2 q_i$. Свойства энтропии легко понять из пограничных случаев: если в распределении имеется N индивидов и N фамилий, то $H_0 = \log_2 N$, а если все индивиды имеют одну фамилию, $H = 0$. Избыточность распределения фамилий рассчитывается

Таблица 1. Случайный инбридинг Райта и параметры Барраи для районов РСО

Район	N	F_{st}	I_r	v	a	H	R
Владикавказ	250545	0.00029	0.00115	0.0035	869.3	11.55	35.6
Правобережный	44725	0.00058	0.00230	0.0097	438.2	9.87	36.1
Ардонский	24322	0.00069	0.00276	0.0149	366.6	9.60	34.1
Дигорский	15631	0.00088	0.00353	0.0181	287.7	9.02	35.3
Ирафский	13717	0.00120	0.00479	0.0152	211.0	8.50	38.2
Пригородный	78319	0.00101	0.00402	0.0032	248.5	9.62	40.8
Алагирский	28218	0.00076	0.00305	0.0116	330.3	9.30	37.1
Кировский	20779	0.00095	0.00380	0.0126	265.6	9.12	36.4
Моздокский	57057	0.00018	0.00071	0.0246	1441.0	11.80	25.3

Примечание. F_{st} – случайный инбридинг, I_r – случайная изонимия, v – индекс миграций, a – показатель разнообразия фамилий, H – энтропия, R – избыточность распределения фамилий.

Таблица 2. Значение случайного инбридинга для популяций ранга “сельсовет”

Район	Райцентр	Средневзвешенное значение	
		район весь	сельское население без райцентра
Правобережный	0.00050	0.00133	0.00293
Ардонский	0.00084	0.00216	0.00446
Дигорский	0.00147	0.00202	0.00281
Ирафский	0.00246	0.00491	0.00707
Пригородный	0.00133	0.00277	0.00298
Алагирский	0.00085	0.00240	0.00421
Кировский	0.00142	0.00207	0.00258
Моздокский	0.00014	0.00085	0.00154

по формуле $R = 100(1 - H/H_0)$. $R = 100$, когда все индивиды имеют одну фамилию, и $R = 0$, когда все имеют разные фамилии.

В табл. 1 представлены значения случайного инбридинга и параметров Барраи для популяций ранга район. На рис. 1 схематически изображено территориальное распределение параметров Барраи. Схематические карты построены по оригинальному алгоритму [4]. Все пять схем объединяет одна особенность – существенное отличие Моздокского р-на от остальных районов Северной Осетии.

В табл. 2 представлено средневзвешенное значение случайного инбридинга для популяций ранга сельсовет. На третьем этапе работ по нашему Протоколу могут потребоваться значения для популяций разного иерархического уровня, что и обусловило формирование значений в табл. 2. На рис. 2 изображено территориальное распределение значений из второго столбца табл. 2. Явно выявлены две противоположные особенности – Моздокский и Ирафский р-ны. При графическом анализе параметров Барраи (рис. 1) особенности

Ирафского р-на менее выражены. Коэффициент корреляции между значениями случайного инбридинга для популяций разного иерархического уровня (“район” и “сельсовет”) в РСО составил 0.84 ± 0.22 .

Таким образом, показана дифференциация Северной Осетии по изонимии с антиэкстемумами в Моздокском и Ирафском р-нах. В качестве основной причины данного факта можно отметить полиэтничность Моздокского р-на (почти половина населения – русские, 10% осетин, кумыки, корейцы и пр.) и моноэтничность Ирафского (осетины-дигорцы) [5], а также различия в эндогамности этих районов [6].

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ № 17-15-01051 и государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ.

Все процедуры, выполненные в исследовании с участием людей, соответствуют этическим стандартам институционального и/или национального комитета по исследовательской этике и Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующим измене-

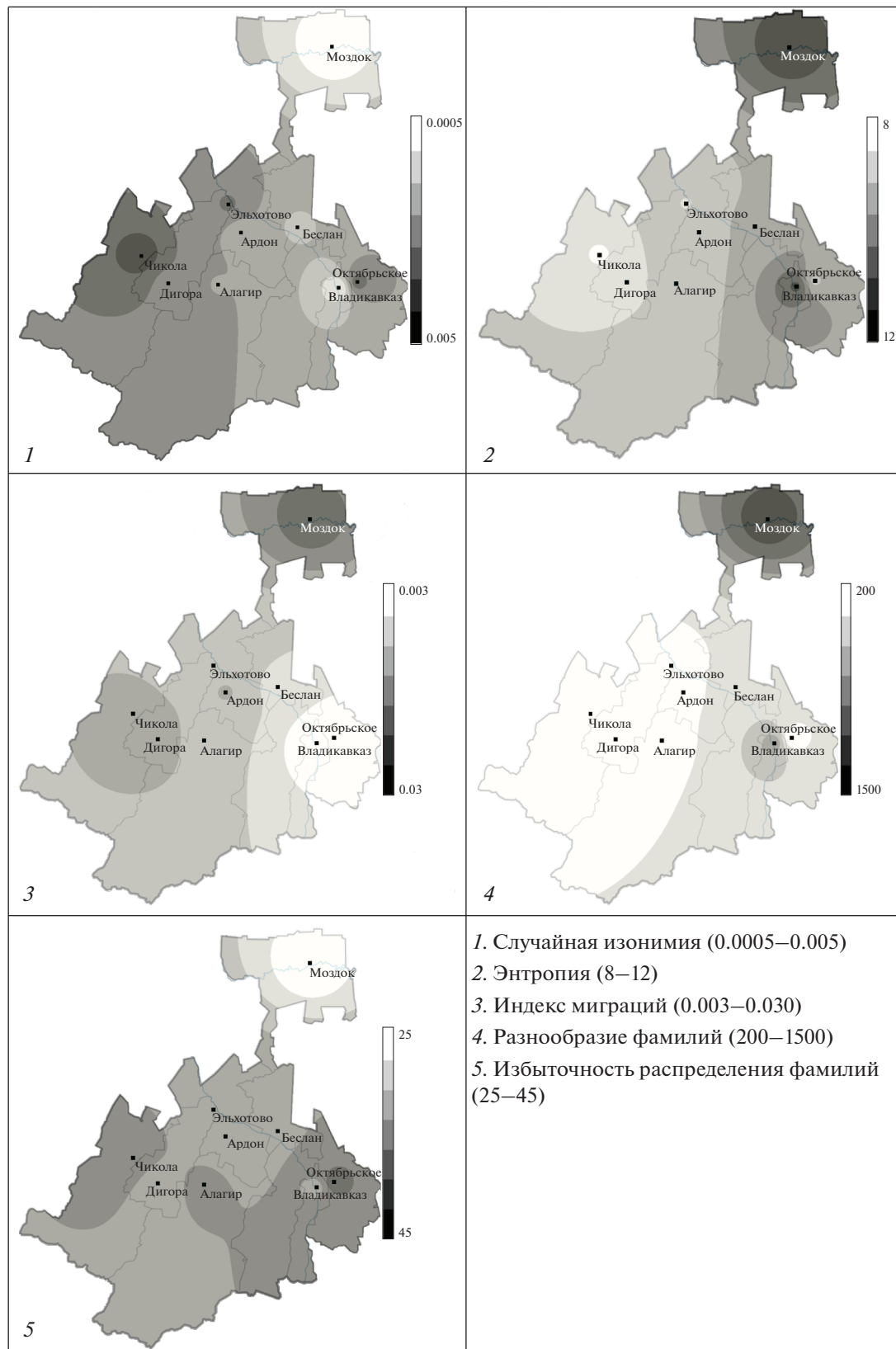


Рис. 1. Территориальное распределение параметров Барраи в PCSO. В скобках указан интервал построения карт.

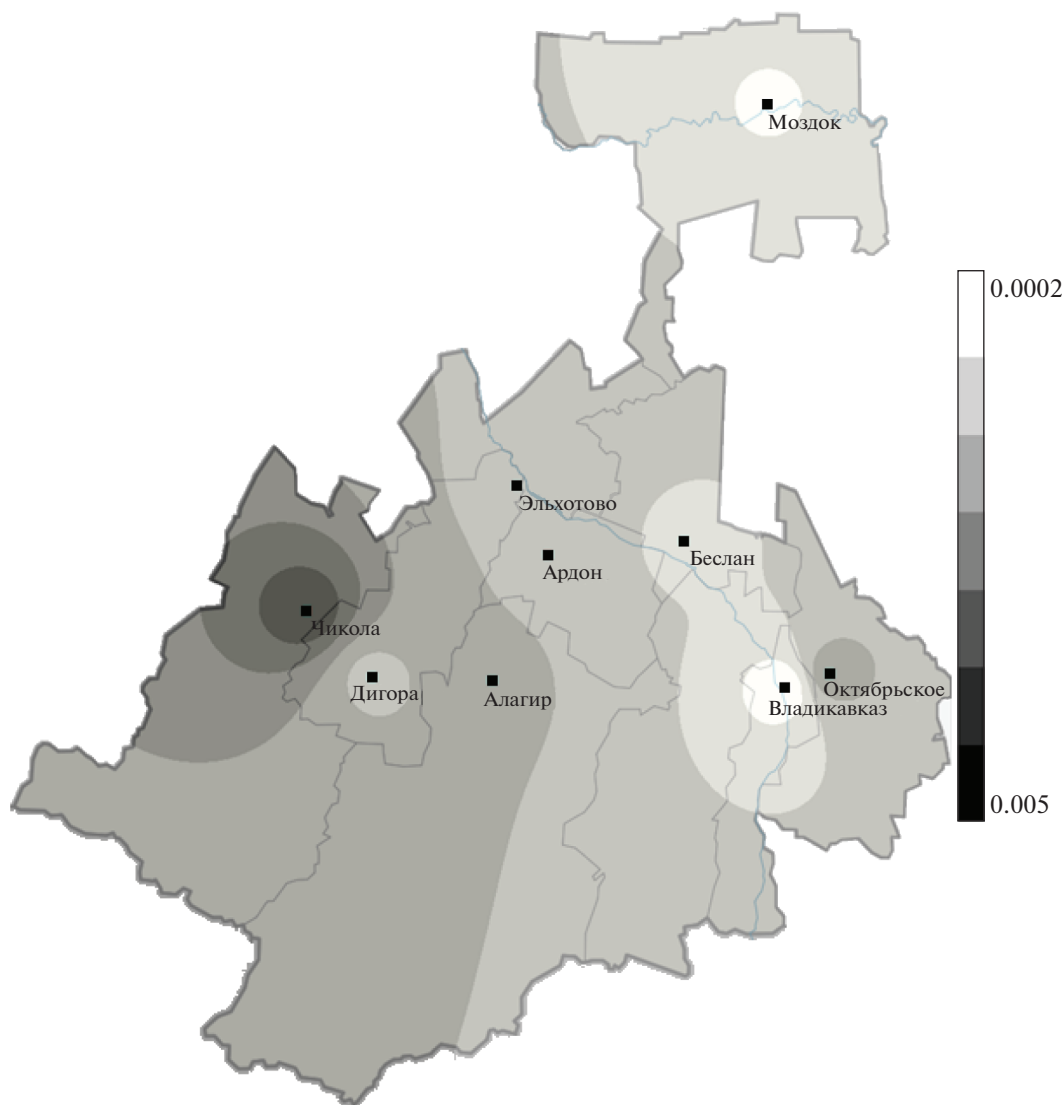


Рис. 2. Территориальное распределение случайного инбридинга для популяций ранга “сельсовет”.

ниям или сопоставимым нормам этики. От каждого из включенных в исследование участников было получено информированное добровольное согласие. Настоящее генетико-эпидемиологическое исследование одобрено этическим комитетом ФГБНУ “МГНЦ” (протокол № 7 от 20.12.2017).

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амелина С.С., Шокарев Р.А., Кривенцова Н.В. и др. Генетико-эпидемиологическое изучение Ростовской области // Медицинская генетика. 2005. Т. 4. № 8. С. 371–377.
2. Wright S. Coefficient of inbreeding and relationship // American Naturalist. 1922. V. 56. P. 330–338.
3. Barrai I., Formica G., Scapoli C. et al. Microevolution in Ferrara: Isonymy 1890–1990 // Ann. Human Biol. 1992. V. 19. № 4. P. 371–385.
4. Зинченко Р.А., Векшина А.Б., Игумнов П.С. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013660844 “GEN” от 20 ноября 2013 года / Правообладатель: ФГБНУ “МГНЦ”.
5. Ельчинова Г.И., Кадышев В.В., Гетоева З.К. и др. Брачная этническая ассортативность и метисация населения Северной Осетии (конец XX века) // Вестн. Моск. ун-в-та. Серия XXIII. Антропология. 2019. № 3. С. 77–81. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.3.077-081>
6. Ельчинова Г.И., Кадышев В.В., Гетоева З.К. и др. Эндогамность населения Северной Осетии (конец XX в.) // Генетика. 2020. Т. 56. № 7. С. 855–860. <https://doi.org/10.31857/S0016675820070048>

Cartographic Analysis of Random Inbreeding and Surname Structure of the Population of North Ossetia

G. I. El'chinova^{a, *}, V. V. Kadyshev^a, Z. K. Getoeva^b, M. Yu. Dzhadzhieva^b,
A. B. Vekshina^a, Yu. A. Revazova^c, A. O. Lepeshinskaya^a, and R. A. Zinchenko^{a, d}

^a*Bochkov Research Centre for Medical Genetics, Moscow, 115522 Russia*

^b*Republican Children's Clinical, Vladikavkaz, 362003 Russia*

^c*Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Moscow oblast, Mytishchi, 141000 Russia*

^d*Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, 105064 Russia*

**e-mail: elchinova@med-gen.ru*

A cartographic analysis of the values of random inbreeding obtained by the isonymy method, as well as the parameters of the Barraï, considered as an extension of the isonymy method were carried out. In North Ossetia two opposite extremes with different degrees of expressiveness – in the Mozdoksky and Irafsky districts were revealed.

Keywords: cartographic analysis, isonymy method, North Ossetia, random inbreeding, Barraï parameters.