

УДК 575.174

ИЗМЕНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ И ВОРОНЕЖСКОЙ ГУБЕРНИЙ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА. ИЗОЛЯЦИЯ РАССТОЯНИЕМ МАЛЕКО

© 2024 г. К. Н. Сергеева¹, С. Н. Сокорев¹, Ю. И. Гончарова¹,
А. С. Невинных¹, И. В. Батлущая¹, И. Н. Сорокина^{1*}

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, 308015 Россия
*e-mail: Sorokina_5@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2024 г.

После доработки 27.03.2024 г.

Принята к публикации 03.04.2024 г.

В статье представлены результаты оценки изменчивости показателей модели изоляции расстоянием Малеко среди населения Курской и Воронежской губерний с 1890–1910 гг. по 1951–1953 гг. За 60 лет произошло увеличение уровня локального инбридинга (2.8 раза), среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (3.7 раза) и без них (5.44 раза) и снижение эффективного размера популяции (2.8 раза), коэффициента линейного систематического давления (4.5 раза).

Ключевые слова: модель изоляции расстоянием Малеко, локальный инбридинг.

DOI: 10.31857/S0016675824090105 **EDN:** ADLEAT

При описании популяционной структуры населения и ее динамики важное значение имеет количественная оценка брачно-миграционных параметров, в качестве которых могут выступать показатели модели изоляции расстоянием Малеко [1–3]. Данная модель изоляции расстоянием широко используется в популяционно-генетических исследованиях и позволяет устанавливать зависимость степени кровного родства супругов от расстояния между местами их рождения. Преимуществом данного подхода является возможность проводить оценку как меж-, так и внутривнутрипопуляционного родства [3]. Следует отметить, что значения локального инбридинга (a), полученные с помощью данной модели, соответствуют показателю подразделенности популяции (F_{st} Райта), рассчитанному по фамилиям [3–6].

С использованием модели изоляции расстоянием Малеко изучено население как различных зарубежных популяций (Бара, Австралии, Швейцарии, Исландии и др.) [2, 7–11], так и популяций на территории России (Костромская, Кировская, Архангельская, Тверская, Курская области, Краснодарский край, Республика Адыгея, Республика Марий Эл, Удмуртия, Татарстан и др.) [5, 6, 12–27] и бывшего СНГ (Украина и др.) [28–30].

Настоящее сообщение продолжает серию работ [31], посвященных изучению динамики ряда популяционно-демографических показателей среди населения юга Центральной России, и представляет результаты изучения параметров модели

изоляции расстоянием среди населения Курской и Воронежской губерний, из которых в 1954 г. была сформирована Белгородская область, в динамике за 60-летний период (с 1890-х гг. по 1951–1953 гг.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект настоящего исследования – население Центрального Черноземья (Курской и Воронежской губерний) конца XIX в. – середины XX в. Детальные характеристики изучаемых уездов (в последующем районов) и критерии их включения изложены в ранее представленной работе [31]. Исследование проводилось за два временных периода: 1890–1910 гг. и 1951–1953 гг. – до момента образования Белгородской области в 1954 г. из части уездов Курской и Воронежской губерний. В работу были включены Белгородский, Грайворонский, Корочанский, Новооскольский, Старооскольский уезды (районы), которые входили в состав Курской губернии, затем Курской области, а после 1954 г. отошли к Белгородской области. Другие уезды (районы) – Бирючанский (позже Красногвардейский и частично Алексеевский) и Валуйский до 1954 г. входили в состав Воронежской губернии, затем Воронежской области, после 1954 г. являлись районами Белгородской области. Материалом для исследования послужили данные записей церковно-приходских книг Архива ЗАГС Белгородской области конца XIX в. (1890–1910 гг. – 4925 записей), а также актов гражданского состояния

областного архива ЗАГС за 1951–1953 гг. (5128 записей). Из актовых записей выкопировалась информация о местах рождения женихов и невест. Далее проводилось измерение расстояний между местами рождения супругов по прямой в километрах с использованием интернет-ресурса <https://ru.distance.to/Just...> Всего в анализ было включено 10053 расстояния между местами рождения супругов. Расчеты параметров изоляции расстоянием Малекко проводились в соответствии с работами G. Malecot [1], N.E. Morton [2], Г.И. Ельчиновой и др. [3, 4, 25]. Анализ параметров модели Малекко проводился на уровне уездов (районов).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Параметры модели изоляции расстоянием Малекко среди населения Курской и Воронежской губерний

1890–1910 гг. Изучение показателей модели изоляции расстоянием Малекко в уездах Курской и Воронежской губерний в 1890–1910 гг. показало значительную вариабельность таких показателей, как среднеквадратические расстояния между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (2.6 раза: от 21.75 км до 55.84 км) и без них (2.6 раз: от 8.65 км до 22.62 км), коэффициент линейного систематического давления (2.2 раза: от 0.01942 до 0.04168) (табл. 1).

В целом в Воронежской губернии были выше, чем в Курской губернии, среднеквадратические расстояния между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (в 1.4 раза) и без них (в 1.6 раза), эффективное давление миграций (в 1.2 раза). При этом средние значения коэффициента линейного систематического давления (в 1.5 раза) и локального инбридинга (в 1.4 раза) в Воронежской губернии ниже, чем в Курской губернии, в связи с тем, что эффективный размер популяции в Воронежской губернии превышал в 1.2 раза эффективный размер популяции Курской губернии (табл. 1).

Среди городского населения по сравнению с сельским выше значения локального инбридинга (в 19.5 раз), среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (в 1.9 раза) и без них (в 2.7 раза), а эффективный размер популяции и коэффициент линейного систематического давления ниже в 13.8 раз и 2 раза соответственно. Также городские популяции характеризовались более высокой вариабельностью большинства рассчитываемых показателей. Следует отметить, что сельское население всех семи уездов испытывало одинаково низкую (0.00006–0.00014) инбредную нагрузку.

1951–1953 гг. В 1951–1953 гг. среди населения Курской и Воронежской областей максимальная

изменчивость отмечалась для коэффициента линейного систематического давления (4 раза, при вариабельности от 0.00291 до 0.01154), среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (2 раза, при вариабельности от 93 км до 185.02 км) и без них (3.6 раза, при вариабельности от 36.78 км до 133.25 км), эффективного размера популяции (2.7 раза, при вариабельности от 13359 до 36485) и локального инбридинга (2.2 раза, при вариабельности от 0.00010 до 0.00022) (табл. 2).

В 1951–1953 гг. районы Курской и Воронежской областей испытывали одинаково низкую инбредную нагрузку при незначительных различиях в значениях среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций и без них (выше в Воронежской области – в 1.3, 1.6 раза соответственно), коэффициента линейного систематического давления и эффективного размера популяции (несколько выше в Курской области – в 1.9 и 1.2 раза соответственно) (табл. 2).

Среди городского населения эффективный размер популяции был меньше (в 1.6 раза), а уровень локального инбридинга существенно выше (в 4.2 раза) по сравнению с сельским населением. Также городские популяции отличались более высокой вариабельностью ряда показателей (локальный инбридинг – 18.5 раз, эффективный размер популяции – 18.4 раза, коэффициент линейного систематического давления миграций – 5.2 раза, среднеквадратические расстояния между местами рождения супругов без учета дальних миграций – 4.6 раза) по сравнению с сельскими (табл. 2). Следует отметить, что сельское население всех семи районов испытывало одинаково низкую (0.00016–0.00033) инбредную нагрузку, которая увеличилась в 3.4 раза за последние 60 лет (с 1890–1910 гг. к 1951–1953 гг.).

Таким образом, с конца XIX в. к середине XX в. увеличились среднеквадратические расстояния между местами рождения супругов с учетом дальних миграций и без них (в 3.7 раза и 5.4 раза соответственно), значения локального инбридинга (в 2.8 раза) при уменьшении эффективного размера популяции (в 2.9 раз) и коэффициента линейного систематического давления миграций (в 4.5 раза).

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ параметров модели изоляции расстоянием Малекко среди населения Центрального Черноземья с 1890–1910 гг. по 1951–1953 гг. показал увеличение уровня локального инбридинга (в 2.8 раза) на фоне уменьшения эффективного размера популяции (почти в 3 раза). Следует отметить, что период 1890–1910 гг. характеризовался высокими значениями эффективного размера популяции и

Таблица 1. Параметры модели изоляции расстоянием Малек среди населения Курской и Воронежской губерний в 1890–1910 гг.

Уезд	N	σ	σ'	m	k	M_c	N_c	a	b
Уезды Курской губернии	Белгородский	844	36.17	13.21	0.011	0.222	58100	0.00006	0.02823
	город	253	53.95	18.26	0.020	0.130	8855	0.00038	0.02114
	село	591	24.95	7.52	0.011	0.253	49245	0.00007	0.05164
	Старооскольский	795	40.94	12.78	0.013	0.235	48670	0.00007	0.03087
	город	167	68.88	29.49	0.021	0.165	5206	0.00056	0.01404
	село	628	29.33	10.18	0.008	0.243	43464	0.00009	0.03478
	Новооскольский	727	24.92	8.65	0.010	0.152	52616	0.00008	0.03900
	город	302	32.40	13.45	0.013	0.094	999	0.00482	0.02391
	село	425	20.61	5.28	0.006	0.195	51618	0.00010	0.05889
	Корочанский	364	44.47	14.73	0.012	0.173	53008	0.00007	0.02478
	город	162	64.57	21.39	0.025	0.086	3412	0.00105	0.01747
	село	202	14.83	4.88	0.002	0.265	49596	0.00014	0.05521
	Грайворонский	789	21.75	8.98	0.013	0.187	59160	0.00006	0.04168
	город	321	20.59	9.16	0.008	0.181	2113	0.00220	0.03573
село	469	22.48	8.84	0.016	0.191	57046	0.00006	0.04520	
В среднем по губернии	704	33.65	11.67	0.012	0.194	54311	0.00007	0.03291	
Уезды Воронежской губернии	город	241	48.08	18.35	0.017	0.131	4117	0.00180	0.02246
	село	463	22.44	7.34	0.009	0.229	50194	0.00009	0.04915
	Валуйский	820	55.84	22.62	0.020	0.221	62704	0.00004	0.01942
	город	190	102.66	72.38	0.021	0.184	2233	0.00124	0.00588
	село	630	40.11	14.91	0.010	0.224	60472	0.00006	0.02436
	Бирючанский	586	37.68	14.34	0.009	0.258	66889	0.00005	0.02612
	город	259	32.36	12.22	0.012	0.28	4360	0.00070	0.03302
	село	327	41.41	14.72	0.009	0.252	62529	0.00006	0.02517
	В среднем по губернии	703	46.76	18.48	0.015	0.240	64797	0.00005	0.02277
	город	225	67.51	42.30	0.016	0.232	3297	0.00097	0.01945
	село	479	40.76	14.82	0.009	0.238	61501	0.00006	0.02477
	В среднем по региону	704	37.40	13.62	0.013	0.207	57307	0.00006	0.03001
	город	236	53.63	25.19	0.017	0.160	3883	0.00156	0.02160
	село	467	27.67	9.48	0.009	0.232	53424	0.00008	0.04218

Примечание для табл. 1, 2. σ – среднеквадратическое расстояние между местами рождения супругов с учетом дальних миграций; σ' – среднеквадратическое расстояние между местами рождения супругов без учета дальних миграций; m – половина доли дальних миграций; k – половина доли промежуточных миграций; M_c – эффективное давление миграций; N_c – эффективный размер популяции; a – локальный инбридинг; b – коэффициент линейного систематического давления.

Таблица 2. Параметры модели изоляции расстоянием Малек среди населения Курской и Воронежской областей в 1951–1953 гг.

Район	N	σ	σ'	m	k	M_c	N_c	a	b	
Районы Курской области	Белгородский	1170	123.40	52.97	0.019	0.113	0.068	36485	0.00010	0.00695
	город	404	159.44	76.08	0.026	0.062	0.062	24093	0.00017	0.00464
	село	766	99.26	47.40	0.012	0.142	0.061	12393	0.00033	0.00735
	Старооскольский	675	93.00	36.85	0.018	0.083	0.057	22730	0.00019	0.00917
	город	197	103.14	34.32	0.018	0.048	0.045	9158	0.00061	0.00875
	село	478	88.49	37.85	0.018	0.097	0.061	13572	0.00030	0.00926
	Новооскольский	645	185.02	133.25	0.016	0.165	0.075	14889	0.00022	0.00291
	город	102	167.66	76.10	0.025	0.093	0.072	4303	0.00081	0.00498
	село	543	188.11	141.44	0.015	0.174	0.073	10586	0.00032	0.00270
	Корожанский	633	144.91	54.27	0.021	0.212	0.097	16837	0.00015	0.00813
город	156	190.22	31.05	0.038	0.071	0.083	1309	0.00229	0.01313	
село	477	126.61	52.21	0.019	0.257	0.100	15528	0.00016	0.00858	
Грайворонский	643	95.65	36.78	0.023	0.169	0.090	13359	0.00021	0.01154	
город	112	149.18	120.70	0.009	0.116	0.046	1714	0.00314	0.00252	
село	551	78.44	28.22	0.017	0.180	0.081	11645	0.00027	0.01422	
В среднем по области	753	128.40	62.83	0.019	0.148	0.078	20860	0.00018	0.00774	
город	194	153.93	67.65	0.023	0.078	0.062	8115	0.00140	0.00680	
село	563	116.18	61.42	0.016	0.170	0.075	12745	0.00028	0.00842	
Валуйский	724	148.81	87.40	0.019	0.157	0.080	17228	0.00018	0.00458	
город	193	117.88	45.16	0.026	0.098	0.076	6023	0.00055	0.00863	
село	531	158.57	98.56	0.018	0.186	0.084	11206	0.00027	0.00415	
Алексеевский	638	184.54	117.25	0.021	0.170	0.087	19004	0.00015	0.00357	
город	295	209.77	141.27	0.020	0.217	0.096	6716	0.00039	0.00310	
село	343	159.68	70.22	0.032	0.128	0.096	12288	0.00021	0.00625	
В среднем по области	681	166.67	102.33	0.020	0.163	0.084	18116	0.00017	0.00407	
город	244	163.82	93.21	0.023	0.158	0.086	6370	0.00047	0.00587	
село	437	159.12	84.39	0.025	0.157	0.090	11747	0.00024	0.00520	
В среднем по региону	733	139.33	74.11	0.020	0.153	0.079	20076	0.00017	0.00669	
город	208	156.75	74.95	0.023	0.101	0.069	7617	0.00113	0.00654	
село	527	128.45	67.98	0.019	0.166	0.079	12460	0.00027	0.00750	
Районы Воронежской области										

минимальным уровнем локального инбридинга, что, в свою очередь, определялось большой численностью населения уездов Курской и Воронежской губерний, из которых в последующем образуется Белгородская область. Уезды представляли собой очень крупные административно-территориальные единицы. Так, например, на территории бывшего Грайворонского уезда в настоящее время располагаются пять районов [32]. Последующее резкое снижение эффективной численности населения Белгородского региона к периоду 1951–1953 гг. являлось следствием трех катастрофических, с точки зрения демографии, кризисов: 1) Первая мировая война, Гражданская война, голод 1915–1922 гг.; 2) коллективизация, голод 1930–1936 гг.; 3) Великая Отечественная война, голод – 1941–1945 гг. Так, например, по оценке Н.В. Чугуновой в 30-е гг. XX в. численность жителей Белгородской области в ее современных границах сократилась с 1.8 до 1.4 млн человек, или почти на 25% (за 1930–1939 гг.) [33]. Демографические потери Белгородчины от голода 1932–1933 гг. были сопоставимы с потерями мирного населения региона от оккупации войсками Германии и ее союзников в 1941–1943 гг. [34]. Белгородская земля стала ареной суровых боев в годы Великой Отечественной войны. Так, в ходе Курской битвы и Прохоровского танкового сражения г. Белгород был почти полностью разрушен, а из 34 тыс. жителей ко дню освобождения осталось лишь 150 человек. Аналогичная ситуация наблюдалась по другим населенным пунктам Белгородского региона.

Следует отметить, что с конца XIX в. к середине XX в. значительно расширился круг брачных миграций [31], о чем свидетельствует и увеличение среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций и без них. При этом эффективное давление миграций за 60-летний период не изменилось. Это объясняется теми административно-территориальными преобразованиями уездов и губерний, в результате которых оформились границы современных районов Белгородской области, и это сопровождалось значительным уменьшением эффективного размера популяции.

Стоит отметить, что за 60-летний период изменчивость основных параметров изоляции расстоянием Малекко среди городского и сельского населения несколько отличалась. С конца XIX в. до середины XXI в. эффективный размер популяции среди городского населения увеличился в 2 раза, а уровень локального инбридинга уменьшился в 1.4 раза по сравнению с сельским населением. Среди сельского населения наблюдалось уменьшение как эффективного размера в 4.3 раза, так и уровня локального инбридинга в 3.4 раза.

Связь параметров изоляции популяций (локального инбридинга, миграций и др.) с

распространенностью наследственно-детерминированных заболеваний человека показана многочисленными исследованиями [6, 12, 13, 15, 35–38]. Это определяет необходимость при планировании популяционно-генетических и медико-генетических исследований учитывать данные показатели [39–46].

Работа выполнена без финансирования на личные средства.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием в качестве объекта животных.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием в качестве объекта людей.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Malecot G.* Isolation by distance // *Genetic Structure of Population* / Ed. Morton N.E. Honolulu: Univ. Hawaii Press, 1973. P. 72–75.
2. *Morton N.E.* Isolation by distance in human populations // *Ann. Hum. Genet.* 1977. V. 40. № 3. P. 361–365. doi: 10.1111/j.1469-1809.1977.tb00200.x
3. *Ельчинова Г.И.* Метрика, построенная через параметры изоляции расстоянием Малекко, как характеристика генетического сходства популяций // *Генетика.* 2000. Т. 36. № 6. С. 856–858. (*El'chinova G.I.A Metric based on Malecot's parameters of isolation by distance as a characteristic of genetic similarity between populations* // *Rus. J. Genetics.* 2000. V. 36. № 6. P. 706–707.)
4. *Ельчинова Г.И., Макаов А.Х.М., Зинченко Р.А.* Использование небиологических источников информации при генетических исследованиях популяций человека // В сборнике: молекулярно-биологические технологии в медицинской практике. Новосибирск, 2016. С. 97–104.
5. *Ельчинова Г.И., Старцева Е.А., Мамедова Р.А. и др.* Популяционная структура Горно-Марийского района Республики Марий Эл // *Генетика.* 1995. Т. 31. № 10. С. 1425–1432. (*El'chinova G.I., Zinchenko R.A., Kravchuk O.I. et al.* Population structure of the Gorno-Mariiskii raion, Maria el republic // *Rus. J. Genetics.* 1995. V. 31. № 10. P. 1425–1432.)
6. *Ельчинова Г.И., Парадеева Г.М., Ревазов А.А. и др.* Медико-генетическое изучение населения Костромской области. Сообщение VI. Параметры изоляции расстоянием в популяциях Буйского и Шарьинского районов Костромской области // *Генетика.* 1988. Т. 24. № 7. С. 1276–1281.
7. *Hardy O., Vekemans X.* Isolation by distance in a continuous population: Reconciliation between spatial autocorrelation analysis and population genetics models // *Heredity.* 1999. V. 83. P. 145–154. doi: 10.1046/j.1365-2540.1999.00558.x

8. *Sanna E., Melis M., Floris G.* Coefficient of relationship by isonymy between 14 Sardinian villages in the periods 1800–1824 and 1950–1974 // *Z. Morphol. Anthropol.* 2001. V. 83. № 1. P. 117–127.
9. *Santos C., Abade A., Lima M.* Testing hierarchical levels of population sub-structuring: the Azores islands (Portugal) as a case study // *J. Biosoc. Sci.* 2008. V. 40(4). P. 607–621.
10. *Ringbauer H., Kolesnikov A., Field D.L., Barton N.H.* Estimating Barriers to gene flow from distorted isolation-by-distance patterns // *Genetics.* 2018. V. 208(3). P. 1231–1245.
11. *McLean S.A.* Isolation by distance and the problem of the twenty-first century // *Hum. Biol.* 2021. V. 92(3). P. 167–179.
12. *Мамедова Р.А.* Влияние генетического дрейфа на территориальное распределение груза, а также спектр наследственных болезней в популяциях Кировской области: Автореф. дисс....канд. мед. наук. М., 1993. 23 с.
13. *Зинченко Р.А., Ельчинова Г.И., Руденская Г.Е. и др.* Комплексное популяционно- и медико-генетическое исследование населения двух районов Тверской области // *Генетика.* 2004. Т. 40. № 5. С. 667–676. doi: 10.1023/V:RUGE.0000029157.14539.10 (*Zinchenko R.A., Elchinova G.I., Rudenskaia G.E., et al.* Integrated population genetic and medical genetic study of two raions of the Tver oblast // *Rus. J. Genetics.* 2004. V. 40. № 5. P. 537–545.)
14. *Кадошникова М.Ю., Голубцова В.И., Ельчинова Г.И. и др.* Брачно-миграционная структура и коэффициент инбридинга в Адыгейской популяции // *Генетика.* 1991. Т. 27. № 2. С. 327–334.
15. *Мамедова Р.А., Ельчинова Г.И., Старцева Е.И. и др.* Генетическая структура и груз наследственных болезней в пяти популяциях Архангельской области // *Генетика.* 1996. Т. 32. № 6. С. 837–841. (*Mamedova R.A., El'chinova G.I., Startseva E.A., et al.* Genetic structure and the load of hereditary diseases in five populations of Arkhangel'skaya oblast // *Rus. J. Genetics.* 1996. V. 32. № 6. P. 729–733.)
16. *Иванов В.П., Чурносос М.И., Кириленко А.И.* Популяционно-демографическая структура населения Курской области. Миграционные процессы // *Генетика.* 1997. Т. 33. № 3. С. 375–380. (*Ivanov V.P., Churnosov M.I., Kirilenko A.I.* Population demographic structure in Krupskaya oblast: migration // *Rus. J. Genetics.* 1997. V. 33. № 3. P. 300–305.)
17. *Иванов В.П., Чурносос М.И., Кириленко А.И.* Популяционно-демографическая структура населения Курской области. Изоляция расстоянием // *Генетика.* 1997. Т. 33. № 3. С. 381–386. (*Ivanov V.P., Churnosov M.I., Kirilenko A.I.* Population demographic structure in Krupskaya oblast: isolation by distance // *Rus. J. Genetics.* 1997. V. 33. № 3. P. 306–310.)
18. *Сладкова С.В., Ревазов А.А., Голубцов В.И., Кадошникова М.Ю.* Анализ структуры городских и сельских популяций центральной части Краснодарского края // *Генетика.* 1990. Т. 26. № 11. С. 2070–2075.
19. *Ельчинова Г.И., Осипова Е.В., Зинченко Р.А. и др.* Брачно-миграционная характеристика городского и сельского населения Удмуртии // *Генетика.* 2006. Т. 42. № 4. С. 566–570. (*El'chinova G.I., Zinchenko R.A., Gavrilina S.G., et al.* Marriage-migration characteristics of the urban and rural populations of Udmurtia // *Rus. J. Genetics.* 2006. V. 42. № 4. P. 454–458.) doi: 10.1134/S1022795406040132
20. *Ельчинова Г.И., Симонов Ю.И., Вафина З.И., Зинченко Р.А.* Эндогамия и изоляция расстоянием в населении Татарстана // *Генетика.* 2011. Т. 47. № 8. С. 1126–1130. (*El'chinova G.I., Simonov Y.I., Zinchenko R.A., Vafina Z.I.* Endogamy and isolation by distance in the Tatarstan population // *Rus. J. Genetics.* 2011. V. 47. № 8. P. 999–1003.) doi: 10.1134/S1022795411080059
21. *Ельчинова Г.И., Шакманов М.М., Ревазова Ю.А., Зинченко Р.А.* Популяционно-генетическая характеристика абазин Карачаево-Черкесии (по брачным миграциям и частотам распределения фамилий) // *Генетика.* 2015. Т. 51. № 10. С. 1184–1190. doi: 10.7868/S0016675815100057. (*El'chinova G.I., Zinchenko R.A., Shakmanov M.M., Revazova Y.A.* Population and genetic characteristics of abazins in Karachay-Cherkessia (marital migrations and surname frequency distribution) // *Rus. J. Genetics.* 2015. V. 51. № 10. P. 1020–1025.) doi: 10.1134/S1022795415100051
22. *Ельчинова Г.И., Кадышев В.В., Зинченко Р.А.* Изоляция расстоянием у северных осетин // *Генетика.* 2021. Т. 57. № 3. С. 358–360. doi: 10.31857/S0016675821030073 (*El'chinova G.I., Kadyshov V.V., Zinchenko R.A.* Isolation by distance in north ossetians // *Rus. J. Genetics.* 2021. V. 57. № 3. P. 371–373.) doi: 10.1134/S1022795421030078
23. *Ельчинова Г.И., Гетоева З.К., Кадышев В.В. и др.* Популяционно-генетические параметры североосетинских кумыков // *Мед. генетика.* 2022. Т. 21(5). С. 42–45. doi: 10.25557/2073-7998.2022.05.42-45
24. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях / Под ред. Алтухова Ю.П. М.: Наука, 2004. 619 с.
25. *Ельчинова Г.И.* Опыт применения методов популяционно-генетического анализа при изучении популяций России с различной генетико-демографической структурой: Автореф. дисс....докт. биол. наук. М., 2001. 48 с.
26. *Сорокина И.Н., Балановская Е.В., Чурносос М.И.* Генофонд населения Белгородской области. Параметры модели изоляции расстоянием Малек // *Генетика.* 2009. Т. 45. № 3. С. 383–389. (*Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovska E.V.* The gene pool of the Belgorod oblast

- population: malecot's isolation-by-distance parameters // *Rus. J. Genetics*. 2009. V. 45. № 3. P. 335–340.) doi: 10.1134/S1022795409030120
27. *Сорокина И.Н., Чурносков М.И., Балановская Е.В.* Генетический состав населения Белгородской области. Динамика генетических соотношений популяций за последние 50 лет // *Генетика*. 2009. Т. 45. № 4. С. 555–563. (*Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovskaya E.V.* The gene pool of the Belgorod oblast population: changes in population genetic relationships during the past 50 years // *Rus. J. Genetics*. 2009. V. 45. № 4. P. 486–494.) doi: 10.1134/S1022795409040140
 28. *Атраментова Л.А., Филиппова О.В., Мухин В.Н., Осипенко С.Ю.* Генетико-демографические процессы в городских популяциях Украины в 90-х годах. Этногеографические характеристики миграции в донецкой популяции // *Генетика*. 2002. Т. 38. № 10. С. 1402–1408. (*Atramentova L.A., Filiptsova O.V., Osipenko S.Yu., Mukhin V.N.* Genetic demography of Ukrainian urban populations in the 1990s: ethnic geographic characteristics of migration in the Donetsk population // *Rus. J. Genetics*. 2002. V. 38. № 10. P. 1189–1195.) doi: 10.1023/A:1020609006063
 29. *Атраментова Л.А., Филиппова О.В., Осипенко С.Ю.* Генетико-демографические процессы в городских популяциях Украины в 90-х годах. Этнический состав миграционного потока харьковской популяции // *Генетика*. 2002. Т. 38. № 7. С. 972–979. (*Atramentova L.A., Filiptsova O.V., Osipenko S.Yu.* Genetic demography of Ukrainian urban populations in the 1990s: the ethnic composition of the migration flow in the Kharkov population // *Rus. J. Genetics*. 2002. V. 38. № 7. P. 816–823.) doi: 10.1023/A:1016399823573
 30. *Атраментова Л.А., Филиппова О.В., Осипенко С.Ю.* Генетико-демографические процессы в городских популяциях Украины в 90-х годах. Национальность и место рождения мигрантов полтавской популяции // *Генетика*. 2002. Т. 38. № 9. С. 1276–1281. (*Atramentova L.A., Filiptsova O.V., Osipenko S.Yu.* Genetic demography of Ukrainian urban populations in the 1990s: ethnicity and birthplaces of migrants to the Poltava population // *Rus. J. Genetics*. 2002. V. 38. № 9. P. 1082–1087.) doi: 10.1023/A:1020200100784
 31. *Сергеева К.Н., Соколов С.Н., Батлуцкая И.В., Сорокина И.Н.* Динамика популяционной структуры населения юга Центральной России за 130-летний период. Миграционные процессы // *Генетика*. 2024. Т. 60. № 8. С. 000.
 32. *Бубликов В.В.* Причины и последствия “этнической революции” 1930-х гг. на Белгородчине (часть I) // *Науч. ведомости. Серия Философия. Социология. Право*. 2016. № 24 (245). Выпуск 38. С. 38–46.
 33. *Чугунова Н.В.* Социально-демографическое развитие Белгородской области изменяющейся России. М.: ГЕОС, 2011. 140 с.
 34. *Бубликов В.В., Маркова В.В.* Формирование этнического состава населения Белгородской области (часть первая: XIX век – середина XX столетия) // *Науч. ведомости. Серия Философия. Социология. Право*. 2013. № 23 (166). Выпуск 26. С. 49–59.
 35. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях. М.: ИКЦ “Академкнига”, 2004. 431 с.
 36. *Зинченко Р.А., Ельчинова Г.И., Биканов Р.А. и др.* Изучение роли основных факторов популяционной динамики в механизме дифференциации и в формировании разнообразия и отягощенности наследственной патологии в субпопуляциях Карачаево-Черкесской республики // *Генетика*. 2019. Т. 55. № 6. С. 694–700. doi: 10.1134/S0016675819060213. (*Zinchenko R.A., El'chinova G.I., Bikanov R.A., et al.* Study of the role of the main factors of population dynamics in the mechanism of differentiation and formation of diversity and genetic load of hereditary diseases in subpopulations of the Karachay-Cherkessia republic // *Rus. J. Genetics*. 2019. V. 55. № 6. P. 738–743.) doi: 10.1134/S1022795419060206
 37. *Ельчинова Г.И., Осипова Е.В., Зинченко Р.А.* Генетико-эпидемиологические исследования в Удмуртской республике: брачно-миграционные параметры городского и сельского населения // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2011. № 1. С. 45–50.
 38. *Сорокина И.Н., Рудых Н.А., Безменова И.Н. и др.* Популяционно-генетические характеристики и генетико-эпидемиологическое исследование ассоциаций генов-кандидатов с мультифакторными заболеваниями // *Науч. результаты биомед. исследований*. 2018. Т. 4. № 4. С. 20–30. doi: 10.18413/2313-8955-2018-4-4-0-3
 39. *Сергеева К.Н., Соколов С.Н., Ефремова О.А. и др.* Анализ уровня эндогамии популяции как основа популяционно-генетических и медико-генетических исследований // *Науч. результаты биомед. исследований*. 2021. Т. 7. № 4. С. 375–387. DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-4
 40. *Kazantseva A.V., Enikeeva R.F., Toropova A.V. et al.* A replication study of genetic variants associated with high-level musical aptitude // *Res. Results in Biomedicine*. 2023. V. 9(2). P. 181–190. DOI: 10.18413/2658-6533-2023-9-2-0-3
 41. *Ponomarenko I., Pasenov K., Churnosova M. et al.* Sex-hormone-binding globulin gene polymorphisms and breast cancer risk in caucasian women of Russia // *Int. J. Mol. Sci*. 2024. V. 25(4). Published 2024 Feb 11. doi:10.3390/ijms25042182
 42. *Abramova M., Churnosova M., Efremova O. et al.* Effects of pre-pregnancy overweight/obesity on the pattern of

- association of hypertension susceptibility genes with preeclampsia // *Life (Basel)*. 2022. V. 12(12). doi:10.3390/life12122018
43. *Пасенов К.Н.* Особенности ассоциаций SHBG-связанных генов с раком молочной железы у женщин в зависимости от наличия наследственной отягощенности и мутаций в генах *BRCA1/CHEK2* // *Науч. результаты биомед. исследований*. 2024. V. 10. № 1. P. 69–88. DOI: 10.18413/2658-6533-2024-10-1-0-4
44. *Novakov V., Novakova O., Churnosova M. et al.* Polymorphism rs143384 GDF5 reduces the risk of knee osteoarthritis development in obese individuals and increases the disease risk in non-obese population // *Arthroplasty*. 2024. V. 6(1). P. 12. doi:10.1186/s42836-023-00229-9
45. *Minaylo O., Ponomarenko I., Reshetnikov E. et al.* Functionally significant polymorphisms of the MMP-9 gene are associated with peptic ulcer disease in the Caucasian population of Central Russia // *Sci. Rep.* 2021. V. 11. P. 13515. doi.org/10.1038/s41598-021-92527-y.
46. *Иванова Т.А.* Пол-специфические особенности межлокусных взаимодействий, определяющих подверженность к гипертонической болезни // *Науч. результаты биомед. исследований*. 2024. Т. 10. № 1. С. 53–68. doi: 10.18413/2658-6533-2024-10-1-0-3.

The Change in the Population Structure of the Kursk and Voronezh Guberniya in the First Half of the 20th Century. Malecot's Isolation by Distance

K. N. Sergeeva¹, S. N. Sokorev¹, Y. I. Goncharova¹, A. S. Nevinskykh¹,
I. V. Batlutskaya¹, I. N. Sorokina^{1,*}

¹Belgorod State National Research University, Belgorod, 308015 Russia

*e-mail: Sorokina_5@mail.ru

The article presents the results of assessing the variability of parameters of the Malecot's distance model of isolation among the population of Kursk and Voronezh guberniya from 1890–1910 to 1951–1953. Over 60 years there was an increase in the level of local inbreeding (2.8 times), root-mean-square distances between the places of birth of spouses, taking into account long-distance migrations (3.7 times) and without them (5.44 times) and a decrease in the effective population size (2.8 times), the coefficient of linear systematic pressure (4.5 times).

Keywords: Malecot's model of isolation by distance, local inbreeding.