



DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-4

УДК 616-02

Анализ уровня эндогамии популяции как основа популяционно-генетических и медико-генетических исследований

К.Н. Сергеева , С.Н. Сокорев , О.А. Ефремова , И.Н. Сорокина

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»,

ул. Победы, д. 85, г. Белгород, 308015, Российская Федерация

Автор для переписки: И.Н. Сорокина (sorokina@bsu.edu.ru)

Резюме

Актуальность: При проведении популяционно-генетических и генетико-эпидемиологического исследования следует учитывать индекс эндогамии для оценки уровня элементарной популяции, характеристики миграционной активности населения и степени изолированности популяций. **Цель исследования:** Провести оценку уровня эндогамии среди всего населения Белгородской области в современный период времени. **Материалы и методы:** На основе 11052 брачных записей архива ЗАГ в Белгородской области за 2016-2018 гг. проведено изучение индекса эндогамии среди всего населения во всех административных единицах Белгородской области – 21 район. Индекс эндогамии рассчитывался на основе данных о местах рождения супругов, как доля мужей и жен, родившихся в данной популяции. **Результаты:** Установлено, что в районных популяциях Белгородской области значение индекса эндогамии на уровне района изменялось от 0,33 до 0,68 при среднем значении по области 0,46, что находится в пределах вариабельности данного показателя среди русских популяций Российской Федерации. В настоящее время эндогамность районных популяций, имеющих в своем составе крупные и большие города, превышает данный показатель среди сельского населения. Для высоко урбанизированных районов области размер элементарной популяции соответствует административным границам района, тогда как для сельского населения размер элементарной популяции превышает границы района. Следует отметить, что сниженные значения данного показателя для сельского населения соответствуют общим миграционным тенденциям. Увеличение притока мигрантов в районные популяции Белгородской области приводит к снижению индекса эндогамии, о чем свидетельствуют установленные обратные корреляционные связи между числом мигрантов на 1000 жителей за три временных периода (1990, 2000 и 2019 гг.) и индексом эндогамии. **Заключение:** Популяции Белгородской области характеризуются высокой миграционной активностью, что обуславливает снижение уровня эндогамии среди населения. В настоящее время размер элементарной популяции в Белгородской области соответствует району или несколько превышает его.

Ключевые слова: индекс эндогамии; миграции; генофонд

Для цитирования: Сергеева КН, Сокорев СН, Ефремова ОА, и др. Анализ уровня эндогамии популяции как основа популяционно-генетических и медико-генетических исследований. Научные результаты биомедицинских исследований. 2021;7(4): 375-387. DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-4

Analysis of the level of population endogamia as the basis of population-genetic and medical-genetic studies

Christina N. Sergeeva , Sergei N. Sokorev , Olga A. Efremova ,
Inna N. Sorokina 

Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

Corresponding author: Inna N. Sorokina (sorokina@bsu.edu.ru)

Abstract

Background: When conducting population-genetic and genetic-epidemiological studies, the endogamy index should be taken into account to assess the level of the elementary population, characteristics of the migration activity of the population and the degree of isolation of the population. **The aim of the study:** To assess the level of endogamy among the entire population of the Belgorod region in the modern period of time. **Materials and methods:** Based on 11052 marriage records of the Registry Office in the Belgorod region for 2016-2018, the endogamy index was studied among the entire population in all administrative units of the Belgorod region – 21 districts. The endogamy index was calculated on the basis of data on the place of birth of spouses, as the proportion of husbands and wives born in a given population. **Results:** It was found that in the district populations of the Belgorod region, the endogamy index at the district level varied from 0.33 to 0.68 with an average value for the region of 0.46, which is within the range of variability of this indicator among the Russian populations of the Russian Federation. At present, the endogamy of regional populations, which include big and large cities, exceeds this indicator among the rural population. For highly urbanized districts of the region, the size of the elementary population corresponds to the administrative boundaries of the district, while for the rural population, the size of the elementary population exceeds the boundaries of the district. It should be noted that the reduced values of this indicator for the rural population correspond to general migration trends. An increase in the inflow of migrants to the regional populations of the Belgorod region leads to a decrease in the endogamy index, as evidenced by the established inverse correlations between the number of migrants per 1000 inhabitants over three time periods (1990, 2000, and 2019) and the endogamy index. **Conclusion:** The populations of the Belgorod region are characterized by high migration activity, which leads to a decrease in the level of endogamy among the population. At present, the size of the elementary population in the Belgorod region corresponds to the area or slightly exceeds it.

Keywords: index of endogamy; migration; gene pool

For citation: Sergeeva CN, Sokorev SN, Efremova OA, et al. Analysis of the level of population endogamia as the basis of population-genetic and medical-genetic studies.

Research Results in Biomedicine. 2021;7(4): 375-387. Russian. DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-4

Введение. Для описания популяционно-генетической структуры популяций человека используются разные типы маркеров и в том числе биохимические, иммунологические, антропометрические, физиологические, квазигенетические, ДНК маркеры и др. Именно комплексные исследования, включающие в себя различные генетические системы, могут давать максимально полную характеристику исследуемой популяции. К настоящему времени проведены многочисленные популяционно-генетические и генетико-эпидемиологические исследования, демонстрирующие значительную генетическую гетерогенность современного населения и изменчивость моногенной патологии, врожденных пороков развития, мультифакториальных заболеваний как среди различных этнотерриториальных групп, так и в пределах одного этноса [1-9]. Уже стало традиционным описание генетической структуры и дифференциации популяций или различных этнотерриториальных групп с помощью частот условно нейтральных полиморфных генов. Также можно выявить особенности распространения генов редких болезней. Накопление тех или иных заболеваний в отдельных группах населения является отражением результата этногенеза, результатом формирования определенной генетико-демографической структуры населения определенного региона [1-3]. В связи с этим знания особенностей популяционно-демографической структуры населения позволят в дальнейшем получить максимально полные характеристики генетической структуры населения. Это подтверждается и высокими значениями коэффициентов корреляции между различными брачно-миграционными характеристиками и генетическими параметрами. Описание популяционно-демографической структуры населения традиционно проводится через описание различных небиологических показателей: анализ витальных статистик, индекса эн-

догамии, параметров изоляции расстоянием Малеко, этнической ассортативности, анализ распределения фамилий, анализ миграционной активности и др.

Ранее нами было установлено, что миграции и этническая принадлежность – это наиболее значимые факторы структуры популяции, детерминирующие уровень генетической изменчивости населения. Аналогичные данные получены в субпопуляциях Карачаево-черкесской республики, где на основе корреляций между различными характеристиками генетической структуры установлено, что причиной генетической дифференциации субпопуляций Карачаево-черкесской республики по значениям груза и разнообразия наследственной патологии является инбридинг, дрейф генов и миграции [1]. Также неоднократно показано, что другим значимым фактором, влияющим на отягощенность наследственной патологией, является эндогамность и инбридинг популяции [10-12].

В работах Брусинцевой О.В. и др. (1993)], Зинченко Р.А. и др. (2003) отмечен значимый вклад индекса эндогамии в формировании уровня отягощенности наследственной патологией. В Курской области было установлено, что с увеличением степени эндогамии районных популяций частота хронических заболеваний, оказывающих влияние на жизнеспособность взрослого населения, возрастала [13, 14].

Индекс эндогамии изучен в популяциях Адыгеи, Казахстана, Удмуртии, республики Башкортостан, Татарстана [10, 13], Северной Осетии [20], Карачево-Черкесии [1, 12] и ряде популяций России (Кировская область, Курская область) [15-17]. В работе Ельчиновой Г.И. и др. показана роль инбридинга и эндогамии, как важнейших популяционно-генетических характеристик, позволяющих не только проводить анализ груза наследственной патологии, но и составлять прогноз характера ее распространения в изучаемом регионе [17].

Территориальная вариабельность индекса эндогамии очень высока и в нашей стране в разных популяциях по данным Ельчиновой Г.И. и др. варьирует от 0,00 до 0,90 [10]. Следует отметить, что значительные различия данного показателя могут наблюдаться и внутри одной области. Так, показано, что в соседних Афанасьевском и Верхнекамском районах Кировской области индекс эндогамии составил 0,74 и 0,26 соответственно, что автор объясняет разницей в инфраструктуре [10].

Также в литературе имеются данные об изменениях миграционной активности населения и индекса эндогамии [10, 18]. Авторами показано, что во второй половине XX века городские популяции отличаются низким притоком мигрантов и вследствие этого для них характерен более высокий индекс эндогамии, тогда как в сельских популяциях наблюдалось снижение уровня эндогамии.

Таким образом, одним из основных условий при проведении популяционно-генетических и медико-генетических исследований населения должен являться анализ уровня эндогамии в изучаемых популяциях.

Цель исследования. Провести оценку уровня эндогамии среди всего населения Белгородской области в современный период времени.

Материалы и методы исследования. Белгородская область, как модельный объект исследования подробно описана в серии предыдущих работ [19, 20]. В настоящее время данная популяция представляет собой с одной стороны – исторически сложившийся конгломерат русского и украинского населения. С другой стороны – отличается высоким притоком мигрантов и, как следствие, высокой долей межэтнических браков.

Проведено изучение индекса эндогамии во всех административных единицах Белгородской области – 21 район. Базой для вычисления индекса эндогамии были данные, полученные из 11052 записей актов о заключении браков (материалы архива ЗАГС Белгородской области) (табл. 1). Рассмотрены брачные записи за 2016-2018 гг. Критерии исключения:

браки между индивидуумами пострепродуктивного возрастного периода (для женщин – 45 лет и старше, а для мужчин – 50 лет и старше), браки между уроженцами других регионов. Расчёт индекса эндогамии проводился стандартно на основе данных о местах рождения супругов, как доля супругов (мужья и жены), которые родились в данной популяции. [20]. При доле эндогамных браков 50% и более популяцию считали элементарной [20].

Данные официальной статистики (Белгородстат) были использованы для характеристики численного состава населения и его миграционной активности. Расчёты выполнялись в программном обеспечении Statistica (версия программы 10.0).

Результаты и их обсуждение. Белгородская область, образованная в 1954 году из уездов Курской и Воронежской губерний, является приграничной с Украиной. Белгородская область является одним из субъектов Российской Федерации, в пределах Центрального федерального округа, где численность населения растёт на протяжении уже длительного времени. Так, на 1 января 2021 г. область вышла на четвертое место после г. Москва (12655,1 тыс. человек), Московской (7708,5 тыс. человек) и Воронежской (2305,6 тыс. человек) областей [21]. Рост численности области происходит постоянно. Как видно из табл. 1 число жителей области с 1990 по 2019 гг. увеличилось более чем на 100 тыс. человек. Максимальный рост численности населения по всем районам Белгородской области приходился на 1990-2000 гг. Изменение численного состава населения области непосредственно коррелирует с внешней для региона миграцией - межрегиональной и международной. Несмотря на общую тенденцию последних лет по всей России - незначительное снижение миграционной активности населения – приток мигрантов в Белгородскую область продолжается непрерывно. Показатель миграционного прироста в целом в Белгородскую область в 2019 году был равен 39,7 человек в расчете на 1000 жителей (всего в область мигрировало 9,212 тыс. человек), и

этот показатель был значительно выше аналогичных данных по прилегающим областным популяциям Центрального Черноземья (табл. 1). Такой уровень миграционного прироста обеспечивал полную компенсацию естественных потерь среди жителей области и обеспечил увеличение (прирост) численного состава населения области более чем на 1,7 тыс. человек. Основной поток мигрантов осуществлялся из стран СНГ. Ранее нами было

показано, что наиболее высокая миграционная активность в исследуемой популяции была зарегистрирована на рубеже XX -XXI вв. При чем наивысший приток населения в популяцию Белгородской области (пик миграций) пришелся на 1990-е годы, и был существенно выше аналогичных показателей по другим областным популяциям Центрального федерального округа, а также большинства других территорий России [21].

Таблица 1

Результаты миграционных процессов и изменения численности жителей в административных районах Белгородской области за 1990-2019 гг. [21]

Table 1

The results of migration processes and changes in the number of residents in the administrative districts of the Belgorod region for 1990-2019. [21]

Изученные районы	Данные по численности мигрантов, (чел. на 1000 насел.)				Данные по численности населения в районах		
	1990 г.	2000 г.	2019 г.	В среднем	1990 г.	2000г.	2019г.
1. Алексеевск. р-н	32,3	12,8	15,7	20,3	64,8	66,0	60,8
2. Белгородск. р-н	60,0	59,3	84,2	67,8	70,3	80,8	124,3
3. Борисовск. р-н	43,8	32,7	27,9	34,8	25,0	26,1	25,2
4. Валуйск. р-н	44,1	29,1	37,5	36,9	72,4	74,0	65,7
5. Вейделевск. р-н	52,4	19,0	35,4	35,6	24,7	25,8	18,9
6. Волоконовск. р-н	40,2	14,1	34,0	29,4	36,7	36,6	29,7
7. Грайворонск. р-н	37,6	24,2	58,5	40,1	26,8	27,7	29,6
8. Губкинск. р-н	47,2	22,4	25,7	31,8	109,7	120,4	117,0
9. Ивнянск. р-н	56,4	15,2	22,0	31,2	24,0	24,0	21,4
10. Корочанск. р-н	45,6	33,6	34,1	37,8	39,1	40,1	39,5
11. Краснояружск. р-н	*	27,1	27,5	27,3	14,2	15,2	14,4
12. Красногвардейск. р-н	23,7	12,7	42,7	26,4	46,8	40,7	36,5
13. Красненск. р-н	*	14,9	34,9	24,9	16,5	15,5	11,6
14. Новооскольск. р-н	43,3	25,3	41,1	36,6	46,7	47,3	40,6
15. Прохоровск. р-н	46,4	22,5	50,4	39,8	29,2	27,8	26,9
16. Ракитянск. р-н	30,6	20,5	47,0	32,7	35,3	35,2	34,4
17. Ровеньск. р-н	39,5	16,1	39,4	31,7	24,8	25,5	23,7
18. Ст. Оскольск. р-н	55,1	27,6	31,4	38,0	216,5	250,6	259,8
19. Чернянск. р-н	50,4	19,7	38,1	36,1	32,7	33,9	31,0
20. Шебекинск. р-н	39,2	32,7	28,2	33,4	88,6	93,2	87,9
21. Яковлевск. р-н	66,4	38,7	32,6	45,9	44,8	50,2	56,0
город Белгород	41,4	28,1	43,2	37,6	311,4	344,2	392,4
Всего по области	45,0	27,3	39,7	37,3	1401,0	1501,5	1547,4

Примечание: *нет данных

Note: *no data

Следует отметить, что сопоставимые показали миграционной активности населения в этот период времени наблюдались лишь в г. Москве, Московской области, Ставропольском крае и Оренбургской области. При этом не все районы Белгородской области испытывали значимый

приток мигрантов. Наблюдается гетерогенность миграционной структура среди на территории Белгородской области. Максимальный и постоянный миграционный рост населения с 1990 по 2019 гг. был установлен в Белгородском, Грайворонском, Прохоровском, Ракитянском районах

и г. Белгород. Для Алексеевского, Борисовского, Шебекинского и Яковлевского районов напротив характерна миграционная убыль населения за последние 20 лет (табл. 1). Неравномерность миграционных потоков, наряду с естественными процессами рождаемости и смертности, определяют и неравномерный рост численности населения области.

Так, на протяжении 20-ти лет стабильное увеличение численности населения отмечено в Белгородском, Грайворонском, Старооскольском и Яковлевском районах области (табл.1). Это связано с тем, что центрами данных районных популяций являются крупные города с достаточно развитой инфраструктурой и данные населенные пункты являются более привлекательными для мигрантов. Однако не во всех районах Белгородской области приток мигрантов обеспечивает рост населения. Так, в Прохоровском и Ракитянском районах с высокими значениями миграционного притока (50,4 и 47,0, соответственно), а также в ряде районов со средними значениями миграционной активности – Красногвардейском, Нооскольском, Ровеньском, Чернянском и Красненском районах области, (42,7, 41,1, 39,4, 38,1 и 34,9, соответственно) наблюдается снижение численности населения к 2019 г. Стабильная убыль населения за последние 20 лет характерна для Алексеевского, Волоконовского, Ивнянского, Красногвардейского, Красненского, Прохоровского, Ракитянского, Чернянского районах Белгородской области (табл.1).

Проведенный выше анализ позволил заключить, что в настоящее время миграционные процессы являются одним из основных факторов формирования популяционно-генетической структуры современного населения, оказывающим существенное влияние на распределение генных частот. Для характеристики миграционной активности и степени изолированности популяции также используется индекс эндогамии.

Изучение индекса эндогамии было проведено в 21 районе Белгородской обла-

сти (табл. 2). Вычисления показателей эндогамии были выполнены согласно «административного ранга» популяции – район и область. Анализ индекса эндогамии в пределах района показал его изменчивость от 0,33 (Грайворонский и Красненский р-ны) до 0,68 (Губкинский р-н), при среднеобластном показателе 0,46. Величины уровня эндогамии в рамках области составляли в рассматриваемых районных популяциях 0,51-0,78, при среднеобластном показателе 0,65.

Высокие значения индекса эндогамии (0,50 или выше) на уровне района отмечены в 9 районах из 21 района Белгородской области (табл. 2). Это соответствует стандартному критерию выделения элементарной популяцией и позволяет заключить, что для данных популяций границы элементарной популяции совпадают с границами административных районов. Волоконовский и Вейделевский районы Белгородской области также приближаются к этому критерию, хотя и не достигают его (0,48 и 0,45, соответственно). Данные результаты согласуются с полученным нами ранее заключением о том, что элементарной популяцией в Центральном Черноземье к концу XX века являлся район [20]. Для остальных 10 районов границы элементарной популяции превышают границы административных районов.

Результаты настоящего исследования согласуются с материалами работ, выполненных в соседней области – Курской [14, 15], в которых на период времени 1987-1990 гг. индекс эндогамии в сельских районных популяциях был зарегистрирован на уровне 0,46. В Костромской области также получены аналогичные оценки – 0,48-0,64 [22]. Вместе с этим среди сельского населения Ростовской области [23] индекс эндогамии был равен 0,34. при вариабельности показателя доли внутриобластных браков 41-69%, а внутрироссийских браков 78-85%. Авторы работы [23] отмечают, что элементарной единицей популяционной структуры сельского населения Ростовской области будет являться практически вся область. Аналогичные результаты бы-

ли получены и в исследованиях популяционной структуры республик Удмуртия,

Марий Эл, Чувашия, Саха (Якутии) и Татарстане [24, 25].

Таблица 2

Показатель индекса эндогамии в районных популяциях Белгородской области на период 2016-2019-е гг.

Table 2

Endogamy index in the district populations of the Belgorod region for the period 2016-2019

Изученные районы	Численность населения (тыс. чел. на 2019)	Объем	Значения индекса эндогамии на уровне	
			района	области
1. Алексеевск. р-н	60,8	845	0,62	0,77
2. Белгородск. р-н	124,3	1107	0,52	0,78
3. Борисовск. р-н	25,2	299	0,38	0,55
4. Валуйск. р-н	65,7	885	0,50	0,68
5. Вейделевск. р-н	18,9	281	0,45	0,65
6. Волоконовск. р-н	29,7	376	0,48	0,69
7. Грайворонск. р-н	29,6	421	0,33	0,67
8. Губкинск. р-н	117,0	545	0,68	0,75
9. Ивнянск. р-н	21,4	277	0,42	0,63/
10. Корочанск. р-н	39,5	448	0,36	0,52
11. Краснояружск. р-н	14,4	147	0,35	0,51
12. Красногвардейск. р-н	36,5	604	0,52	0,73
13. Красненск. р-н	11,6	109	0,33	0,63
14. Новооскольск. р-н	40,6	519	0,50	0,77
15. Прохоровск. р-н	26,9	413	0,40	0,53
16. Ракитянск. р-н	34,4	600	0,40	0,62
17. Ровеньск. р-н	23,7	245	0,50	0,60
18. Ст. Оскольск. р-н	259,8	1195	0,67	0,68
19. Чернянск. р-н	31,0	450	0,36	0,60
20. Шебекинск. р-н	87,9	458	0,50	0,69
21. Яковлевск. р-н	56,0	828	0,42	0,55
В среднем по области	1547,4	526,3	0,46	0,65

Примечание: индекс эндогамии (район, область) определялся для каждого района, как отношение количества браков между брачующимися, родившимися в данной популяции (район, область) к общему количеству браков, заключенных в этом районе (области).

Note: the endogamy index (district, region) was determined for each district, as the ratio of the number of marriages between the spouses born in a given population (district, region) to the total number of marriages concluded in this district (region).

Таким образом, в настоящее время по литературным данным наблюдается значительная территориальная вариабельность индекса эндогамии в различных популяциях. Уровень эндогамии по 21 району Белгородской области сопоставим с данным показателем в других областях РФ. Для 11 районов Белгородской области элементарной популяцией является административный район.

Ранее нами была проведена оценка индекса эндогамии в Прохоровском и Красненском районах Белгородской обла-

сти в динамике с 1900-х по 1990-е гг. и установлено снижение индекса эндогамии за последние 100 лет. Данная тенденция сохраняется спустя три десятилетия, как на уровне района, так и на уровне области. Так, в 1900-е гг. доля браков, заключенных между жителями Прохоровского района составляла 83%, в 1990-е г. – 52% (2008), а к 2018 г. составила 40%. На уровне области в данном районе в 1900-е г. заключалось 99% браков, в 1990-е г. – 72% (2008), а в 2018 г. – 53%.

В Красненском районе Белгородской области в 1900-е г. 94% браков заключа-

лось в пределах района и 98% в пределах области, в 1990-е г. – 49% и 64% (2008), соответственно, в 2018-г. – 33% и 63%.

Следует отметить, что установленное нами снижение эндогамности популяций в Белгородской области согласуется с результатами исследований, проводимых ранее в Кировской области, Тверской области, республик Адыгее, республике Чувашия [10]. Так, авторами показано, что в Афанасьевском районе Кировской области в 1975-1880 гг. индекс эндогамии равнялся 0,99, а к середине второй половины XX века составил 0,74. Небольшое снижение индекса эндогамии отмечено за десятилетие в г. Удомеля Тверской области – с 0,01 (в 1990 г.) до 0,05 (в 1999 г.) [10]. Как отмечается в работе Ельчиной Г.И. и др., проведенной на материалах изучения эндогамности различных популяций России, изменение индекса эндогамии во второй половине XX века не носит глобального характера [10].

Далее была проведена оценка индекса эндогамии в районных популяциях Белгородской области с различным уровнем урбанизации населения (табл. 3). По сте-

пени урбанизации все районы были разделены на три группы: I гр. объединяла административные районы, имеющие в своем составе крупные или большие города, то есть отличающиеся высокой степенью урбанизации населения. Во II гр. (со средней степенью урбанизации населения) вошли административные районы, включающие средние и малые города. III-я гр. с низким уровнем урбанизации – образована сельскими административными районами. В I гр. вошли 6 районов (29% от всех районов) – это Белгородский, Алексеевский, Валуйский, Губкинский. Вторую группу образовали 5 районов – Грайворонский, Красногвардейский, Корочанский, Новооскольский и Яковлевский (24% от всех районов). III группа включала 10 районов (47% от всех районов) – Борисовский, Волоконовский, Вейделевский, Ивнянский, Красненский, Краснояружский, Прохоровский, Ракитянский, Ровеньской и Чернянский районы.

Таблица 3

Показатель индекса эндогамии в районах с различным уровнем урбанизации

Table 3

Endogamy index in areas with different levels of urbanization

Популяции	Численность населения (в среднем)	Объем выборки (в среднем)	Источники брачных миграций (в среднем)	
			данный район	данная область
I группа районы, включающие крупные (250-500 тыс.чел.) и большие (100-250 тыс.чел.) города	119,25	839	0,58	0,73
II группа районы, включающие средние города (более 20 тыс. человек)	40,44	564	0,43	0,65
III группа районы, включающие сельское население	23,73	320	0,41	0,60

Исследование индекса эндогамии в группах районов с различным уровнем урбанизации показало, что в районных популяциях с высоким уровнем урбанизации, имеющем в своем составе крупный город (районы I группы) значение индекса эндо-

гамии выше как на уровне района, так и на уровне области (0,58 и 0,73, соответственно), по сравнению с районами двух других групп. При этом индекс эндогамии в районах, имеющих в своем составе малый город (II группа), практически не

отличается от районов с сельским населением (III группа) (табл. 3). Таким образом, в настоящее время для городского населения размер элементарной популяции соответствует административным границам района, тогда как элементарная популяция для сельского населения превышает границы района. Также следует отметить, что более высокие значения индекса эндогамии среди городского населения (I группа) не противоречат, а свидетельствуют о том, что в данных районах преобладает местное население и браки заключаются преимущественно между коренными местными жителями. Более низкие значения индекса эндогамии среди сельского населения (районы II и III группы) связаны с тем, что брачующиеся начала XXI века родились в основном в 80-90 хх гг. прошлого века. К этому времени произошла естественная убыль сельского населения, многие села опустели, некоторые села вообще к настоящему моменту времени отсутствуют на картах. Параллельно с этим активный и неравномерный приток мигрантов (см. табл. 1) в районы Белгородской области приводил к увеличению доли браков, заключающихся с жителями других регионов.

Проведенный корреляционный анализ между числом мигрантов на 1000 жителей за три временных периода (1990, 2000 и 2019 гг.) (см. табл. 1) и индексом эндогамии (см. табл. 2) выявил отрицательную корреляционную связь между анализируемыми показателями. Коэффициент корреляции Спирмена между числом мигрантов на 1000 жителей и индексом эндогамии в 1990 г. составил $-0,23$, в 2000 г. $-0,07$, в 2019 г. $-0,16$. Установленные корреляционные зависимости статистически не значимы, но демонстрируют тенденцию обратной связи миграционного притока и индекса эндогамии: увеличение притока мигрантов в районные популяции Белгородской области приводит к снижению индекса эндогамии.

Исследование изменений индекса эндогамии и миграций, проведенное Курбатовой О.Л. и др., показало увеличение индекса эндогамии в городских популяциях

во второй половине XX века при уменьшении потока мигрантов и увеличении дальности миграций [18]. Также зафиксировано увеличение индекса эндогамии с $0,18$ (в 70-е гг.) до $0,37$ (в 1994-1999 гг.) в городских популяциях Белово (Кемеровская область) [10]. В целом, следует отметить, что значение индекса эндогамии в изученных российских популяциях отличается выраженной вариабельностью.

Резюмируя результаты проведенного исследования, можно заключить, что, дальнейшие популяционно-генетические, медико-генетические и генетико-эпидемиологические исследования современного населения юга Центральной России следует проводить менее чем на уровне района, являющегося в настоящее время элементарной популяцией.

Заключение. Таким образом, значения индекса эндогамии (от $0,33$ до $0,68$ на уровне района, при среднем значении по всей области $0,46$) сопоставимы с вариабельностью данного показателя среди русского населения Российской Федерации. Для районных популяций с высоким уровнем урбанизации (в составе крупный город) элементарной популяцией в настоящее время является район. Таким образом, при проведении дальнейших медико-генетических и генетико-эпидемиологических исследований современного населения юга Центральной России следует учитывать уровень элементарного размера популяции.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors have no conflict of interest to declare.

Список литературы

1. Зинченко РА, Ельчинова ГИ, Биканов РА, 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;55(6):694-700. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0016675819060213>
2. Зинченко РА, Гинтер ЕК, Куцев СИ. Особенности разнообразия наследственных болезней в различных регионах и полиэтнических популяциях Российской Федерации. *Медицинская генетика*. 2020;19(7):13-14. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.07.13-14>
3. Ельчинова ГИ, Кадышев ВВ, Зинченко РА. Характеристика генетической гетерогенности популяций через груз наследственной патологии. *Медицинская генетика*. 2020;19(7):17-18. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.07.17-18>
4. Yarosh SL, Kokhtenko EV, Churnosov MI, et al. Joint effect of glutathione S-transferase genotypes and cigarette smoking on idiopathic male infertility. *Andrologia*. 2015;47(9):980-986. DOI: <https://doi.org/10.1111/and.12367>
5. Yarosh SL, Kokhtenko EV, Starodubova NI, et al. Smoking status modifies the relation between CYP1A1*2C gene polymorphism and idiopathic male infertility: The importance of gene-environment interaction analysis for genetic studies of the disease. *Reproductive Sciences*. 2013;20(11):1302-1307. DOI: <https://doi.org/10.1177/1933719113483013>
6. Balanovsky O, Pocheshkhova E, Pshenichnov A, et al. Is spatial distribution of the HIV-1-resistant CCR5Δ32 allele formed by ecological factors? *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*. 2005;24(4):375-382. DOI: <https://doi.org/10.2114/jpa.24.375>
7. Чурилин МИ. Связь полиморфизма RS12328675 COBL1 с коронарной болезнью сердца и промежуточными фенотипами атеросклероза: валидационное исследование у жителей Центральной России. *Научные результаты биомедицинских исследований*. 2020;6(2):209-218. DOI: <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2020-6-2-0-5>
8. Churnosov MI, Altuchova OB, Demakova NA, et al. Analysis of involvement of cytokine genetic polymorphisms in development of genital endometriosis. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014;5(5):1027-1031.
9. Krivoshei IV, Altuchova OB, Golovchenko OV, et al. Genetic factors of hystero-myoma. *Research Journal of Medical Sciences*. 2015;9(4):182-185. DOI: <https://doi.org/10.3923/rjmsci.2015.182.185>
10. Ельчинова ГИ, Хидиятова ИМ, Тереховская ИГ, и др. Индекс эндогамии и его изменение во времени в некоторых популяциях Волго-уральского региона. *Генетика*. 2007;43(8):1146-1148. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795407080194>
11. Ельчинова ГИ, Гетоева ЗК, Кадышев ВВ, и др. Эндогамия, интенсивность метисации и этническая ассортативность осетин (конец XX века). *Медицинская генетика*. 2019;(5(18)):51-53. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2019.05.51-53>
12. Ельчинова ГИ, Макаов АХ, Петрин АН, и др. Эндогамность городского и сельского населения Карачаево-Черкесии. *Медицинская генетика*. 2016;15(3):40-43. DOI: <https://doi.org/10.1234/XXXX-XXXX-2016-3-40-43>
13. Ельчинова ГИ, Игумнов ПС, Векшина АБ, и др. Инбридинг и эндогамия в Татарстане. *Генетика*. 2012;48(3):408. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795412020068>
14. Иванов ВП, Чурносов МИ, Кириленко АИ. Популяционно-демографическая структура населения Курской области. Изоляция расстоянием. *Генетика*. 1997;33(3):381-386.
15. Васильева Л.И. Динамика генетико-демографической структуры населения курской области. Миграционные процессы. *Генетика*. 2002;38(4):546-553.
16. Ельчинова ГИ, Кадышева ВВ, Гетоева ЗК, и др. Эндогамность населения Северной Осетии (конец XX в.). *Генетика*. 2020;56(7):855-860. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016675820070048>
17. Ельчинова ГИ, Зинченко РА, Кривенцова НВ, и др. Прогнозирование распространенности наследственной патологии на основании значений инбридинга и случайной изонимии. *Медицинская генетика*. 2007;6(11(65)):29-33.

18. Курбатова ОЛ, Победоносцева ЕЮ. Городские популяции: возможности генетической демографии (миграции, подразделенность, аутбридинг). Информационный Вестник ВОГиС. 2006;10(1):155-188.

19. Сорокина ИН, Чурносов МИ, Балановская ЕВ. Генофонд населения Белгородской области II. "Фамильные портреты" в группах районов с разным уровнем подразделенности и роль миграций в их формировании. Генетика. 2007;43(8):1120-1128. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795407080157>

20. Чурносов МИ, Сорокина ИН, Балановская ЕВ. Генофонд населения Белгородской области. Динамика индекса эндогамии в районных популяциях. Генетика. 2008;44(8):1117-1125.

21. Белгородстат [Электронный ресурс] [дата обращения: 15.03.2021]. URL: <http://belg.gks.ru>

22. Ельчинова ГИ. Методы обработки популяционно-генетических данных: структура брачных миграций. Медицинская генетика. 2004;3(4):185-192.

23. Кривенцова НВ, Ельчинова ГИ, Амелина СС, и др. Брачно-миграционная характеристика населения Ростовской области. Генетика. 2005;41(7):981-985. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11177-005-0163-0>

24. Ельчинова ГИ, Симонов ЮИ, Вафина ЗИ, и др. Эндогамия и изоляция расстройством в населении Татарстана. Генетика. 2011;47(8):1126-1130. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795411080059>

25. Ельчинова ГИ, Осипова ЕВ, Зинченко РА. Генетико-эпидемиологические исследования в Удмуртской республике: брачно-миграционные параметры городского и сельского населения. Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2011;1:45-50.

References

1. Zinchenko RA, El'chinova GI, Bikanov RA, 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-Cherkess Republic. Russian Journal of Genetics. 2019;55(6):738-743. Russian. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795419060206>

2. Zinchenko RA, Ginter EK, Kutsev SI. Features of the diversity of hereditary diseases in

different regions and multiethnic populations of the Russian Federation. Medical Genetics. 2020;19(7):13-14. Russian. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.07.13-14>

3. El'chinova GI, Kadyshev VV, Zinchenko RA. Characterization of the genetic heterogeneity of populations through the load of hereditary pathology. Medical Genetics. 2020;19(7):17-18. Russian. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.07.17-18>

4. Yarosh SL, Kokhtenko EV, Churnosov MI, et al. Joint effect of glutathione S-transferase genotypes and cigarette smoking on idiopathic male infertility. Andrologia. 2015;47(9):980-986. DOI: <https://doi.org/10.1111/and.12367>

5. Yarosh SL, Kokhtenko EV, Starodubova NI, et al. Smoking status modifies the relation between CYP1A1*2C gene polymorphism and idiopathic male infertility: The importance of gene-environment interaction analysis for genetic studies of the disease. Reproductive Sciences. 2013;20(11):1302-1307. DOI: <https://doi.org/10.1177/1933719113483013>

6. Balanovsky O, Pocheshkhova E, Pshenichnov A, et al. Is spatial distribution of the HIV-1-resistant CCR5Δ32 allele formed by ecological factors? Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science. 2005;24(4):375-382. DOI: <https://doi.org/10.2114/jpa.24.375>

7. Churilin MI. Association of RS12328675 COBLL1 polymorphism with coronary heart disease and intermediate phenotypes of atherosclerosis: validation study in Central Russia. Research Results in Biomedicine. 2020;6(2):209-218. Russian. DOI: <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2020-6-2-0-5>

8. Churnosov MI, Altuchova OB, Demakova NA, et al. Analysis of involvement of cytokine genetic polymorphisms in development of genital endometriosis. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014;5(5):1027-1031.

9. Krivoshei IV, Altuchova OB, Golovchenko OV, et al. Genetic factors of hystero-myoma. Research Journal of Medical Sciences. 2015;9(4):182-185. DOI: <https://doi.org/10.3923/rjmsci.2015.182.185>

10. El'chinova GI, Terehovskaia IG, Zinchenko RA. Endogamy index and its changes with time in some populations of the Volga-Ural region. Russian Journal of Genetics. 2007;43(8):954-956. Russian.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795407080194>

11. El'chinova GI, Getoeva ZK, Kadyshchev VV, et al. Endogamy, intensity of cross breeding and ethnic assortability of the Ossetians (end of XX century). *Medical genetics*. 2019;(5(18)):51-53. Russian. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2019.05.51-53>

12. El'chinova GI, Makaov AKh, Petrin AN, et al. Endogamy of urban and rural population of Karachay-Cherkessia. *Medical Genetics*. 2016;15(3):40-43. Russian. DOI: <https://doi.org/10.1234/XXXX-XXXX-2016-3-40-43>

13. El'chinova GI, Igumnov PS, Zinchenko RA, et al. Inbreeding and endogamy in Tatarstan. *Russian Journal of Genetics*. 2012;48(3):353-356. Russian.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795412020068>

14. Ivanov VP, Churnosov MI, Kirilenko AI. Population demographic structure in Kurskaya oblast: Isolation by distance. *Russian Journal of Genetics*. 1997;3(3):306-310. Russian.

15. Vasilieva LI. Dynamics of the Genetic Demographic Structure of the Kursk Oblast Population: Migration Processes. *Russian Journal of Genetics*. 2002;38(4):446-453. Russian.

16. El'chinova GI, Kadyshchev VV, Vekshina AB, et al. Endogamy in population of North Ossetia (late 20th century). *Russian Journal of Genetics*. 2020;56(7):880-884. Russian.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795420070042>

17. El'chinova GI, Zinchenko RA, Kryventsova NV, et al. Prediction of the prevalence of hereditary pathology based on the values of inbreeding and random isonymy. *Medical genetics*. 2007;6(11(65)):29-33. Russian.

18. Kurbatova OL, Pobedonostseva EY. Urban populations: possibilities of genetic demography (migration, subdivision, outbreeding). *Information Bulletin VOGiS*. 2006;10(1):155-188. Russian.

19. Sorokina IN, Churnosov MI, Balanovska EV. The gene pool of the Belgorod oblast population: II. "Family name portraits" in groups of districts with different degrees of subdivision and the role of migrations in their formation. *Russian Journal of Genetics*. 2007;43(8):929-936. Russian.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795407080157>

20. Churnosov MI, Sorokina IN, Balanovska EV. The gene pool of the Belgorod oblast

population: changes in the endogamy indices of district populations with time. *Russian Journal of Genetics*. 2008;44(8):975-982. Russian. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795408080127>

21. [Belgorodstat] [Internet] [cited 2021 March 15]. Russian. Available from: <http://belg.gks.ru>

22. El'chinova GI. Methods of processing population genetic data: the structure of mating migrations. *Medical genetics*. 2004;3(4):185-192. Russian

23. Kriventsova NV, Amelina SS, El'chinova GI, et al. The marriage migration characteristics of the Rostov oblast population. *Russian Journal of Genetics*. 2005;41(7):801-804. Russian. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11177-005-0163-0>

24. El'chinova GI, Simonov YI, Zinchenko RA, et al. Endogamy and isolation by distance in the Tatarstan population. *Russian Journal of Genetics*. 2011;47(8):999-1003. Russian. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795411080059>

25. El'chinova GI, Osipova EV, Zinchenko RA. Genetico-epidemiological studies in Udmurt Republic: marital and migration characteristics of urban and rural population. *Health, demography, ecology of the Finno-Ugric peoples*. 2011;1:45-50. Russian

Статья поступила в редакцию 15 марта 2021 г.
Поступила после доработки 5 июня 2021 г.
Принята к печати 17 июля 2021 г.

Received 15 March 2021

Revised 5 June 2021

Accepted 17 July 2021

Информация об авторах

Кристина Николаевна Сергеева, аспирант по научной специальности 03.02.07 – Генетика ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация, E-mail: kris_xxx@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9853-4075>.

Сергей Николаевич Сокорев, аспирант по научной специальности 03.02.07 – Генетика ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация, E-mail: serzh.sokorev@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0825-4561>.

Ольга Алексеевна Ефремова, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой факультетской терапии ФГАОУ ВО «Белго-

родский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация, E-mail: efremova@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6395-1626>.

Инна Николаевна Сорокина, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры медико-биологических дисциплин ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация, E-mail: sorokina@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9438-4858>.

Information about the authors

Kristina N. Sergeeva, Post-graduate Student in scientific specialty 03.02.07 – Genetics, Belgorod State National Research University, Belgorod,

Russia, E-mail: kris_xxx@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9853-4075>.

Sergei N. Sokorev, Post-graduate Student in scientific specialty 03.02.07 – Genetics, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia, E-mail: serzh.sokorev@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0825-4561>.

Olga A. Efremova, Doct. Sci. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Faculty Therapy, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia, E-mail: efremova@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6395-1626>.

Inna N. Sorokina, Doct. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor at the Department of Biomedical Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia, E-mail: sorokina@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9438-4858>.