

ШУБА В. В.<sup>1,2✉</sup>, ГОРПИНЧЕНКО М. Ю.<sup>1</sup>, АТРАМЕНТОВА Л. О.<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

Україна, 61022, м. Харків, площа Свободи, 4, ORCID: 0000-0002-4261-5228, 0000-0003-0362-6300, 0000-0002-7143-9411

<sup>2</sup> Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,

Україна, 61036, м. Харків, вул. Ковтуна, 34

✉ [shubavladislav@gmail.com](mailto:shubavladislav@gmail.com)

## ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦІЙ НА ПРИКЛАДІ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Проаналізувати населення Луганської області, досліджуючи можливість прізвищ диференціювати популяції районного рівня.

**Методи.** Використана загальна база перепису населення Луганській області. Розрахунки показників популяційної структури обласної та вісімнадцяти районних популяцій проведено за I. Varga. **Результати.** Структуру обласної луганської популяції характеризують індекс ізонімії  $I$  ( $2,4 \times 10^{-4}$ ), коефіцієнт інбридингу  $F_{ST}$  ( $6,0 \times 10^{-5}$ ), показник міграції  $\nu$  ( $18,7 \times 10^{-4}$ ), показник різноманіття  $a$  ( $41,7 \times 10^2$ ), ентропії  $H$  (14,6) та надлишковості прізвищ  $R$  (31). Показники районних популяцій варіюють у широких межах:  $I$  приймає значення від  $3,5 \times 10^{-4}$  в індустріальних районах півдня області до  $23,7 \times 10^{-4}$  на півночі. Показник  $F_{ST}$  знаходиться у межах  $8,7-59,3 \times 10^{-5}$ ,  $\nu$  —  $69,3-241,9 \times 10^{-4}$ ,  $a$  —  $4,3-29,0 \times 10^2$ ,  $H$  —  $9,7-13,4$ ,  $R$  —  $24,1-30,2$ . **Висновки.** Результати, одержані за допомогою прізвищ, свідчать про суттєвий вплив господарської діяльності людини на структуру популяцій, яка відбивається в показниках. ізонімії, інбридингу та міграції.

**Ключові слова:** популяція, прізвища, ізонімія, інбридинг, міграція.

Вивчення українського населення за допомогою прізвищ було розпочато з розв'язання питання, чи можуть вони служити маркерами в популяційно-генетичних дослідженнях. Низкою робіт було доведено, що з цією метою прізвища можуть успішно використовуватися [1, 2]. Структуру популяції та процеси що протікають в окремих популяціях регіону вивчаються за допомогою різноманітних маркерів. Використання прізвищ як маркерів має ряд переваг: фінансова необтяжливість, можливість швидко обробляти та оцінювати величезну кількість даних. За допомогою прізвищ було проаналізовано багато народів світу, як на рівні особи, так

і на рівні популяції [3-8], про що свідчили історичні, етнографічні та філологічні джерела [9]. Найважливішим аргументом стали досить сильні прямі зв'язки між матрицями популяційних відстаней, розрахованими за прізвищами й біологічними маркерами [1, 2], а також між етнічним складом населення і питомою вагою етнічних прізвищ [9]. Розподіл достеменно відбиває демографічні процеси, що відбувалися в історії України. Ці властивості прізвищ українського населення дозволили одержати надійні показники генетичної структури популяцій обласного рівня [1] і розрахувати генетичні відстані між ними [10]. При спостереженні окремих популяцій сільського рівня виявлені ефекти, що нагадують наслідки генетичного дрейфу [1, 2]. Метою даного дослідження було на прикладі однієї зі східних областей України — Луганської — провести дослідження популяцій районного рівня.

### Матеріали і методи

Використано список з 2 229 101 прізвищ населення 18 районів Луганської області станом на 2005 рік. Використано спосіб опису генетичної структури популяції, запропонований I. Varga зі співавторами [12]. Розподіл прізвищ загальної вибірки Луганської області вивчали шляхом підгонки лінії регресії до логарифмічного перетворення кількості прізвищ ( $S$ ), представлених  $k$  разів [11] у популяціях  $i$  та в популяції  $j$ . Основні статистичні дані похідними від розподілу прізвищ були ізонімія та випадкова ізонімія. Ізонімія в групі  $j$  визначається так:  $I_{jj} = \sum_k q_{kj}^2$ , де  $q_{kj}$  — відносна частота прізвища  $k$  у групі  $j$ , а суми включають усі прізвища. Випадкова ізонімія між групами  $i$  та  $j$  оцінюється як:  $I_{ij} = \sum_k q_{ki} q_{kj}$ , де  $q_{ki}$  та  $q_{kj}$  — відносні частоти прізвища  $k$  у групах  $i$  та  $j$  відповідно, а суми охоплюють усі прізвища. Крім

© ШУБА В. В., ГОРПИНЧЕНКО М. Ю., АТРАМЕНТОВА Л. О.

того, було розраховано  $\alpha = I/I_{jj}$  Фішера та  $\nu = \alpha/(N-\alpha)$  Карліна-МакГрегора, де  $N$  — номер прізвища. Показник розподілу прізвищ  $H$  розраховано за формулами  $H = -\sum q_k \log_2 q_k$  і  $H_0 = \log_2 N$ , де  $q_k$  — частоти прізвищ;  $N$  — число особин. Показник надмірності розподілу прізвищ  $R$  розрахований за формулою  $R = 100 (1 - H / H_0)$ . Зберігання інформації та розрахунки виконані в програмі MS Excel.

### Результати та обговорення

Попередніми дослідженнями були виявлені спрямовані з південного сходу на північний захід градієнти усіх показників, що характеризують структуру обласних популяцій [2]. Ці градієнти знаходять пояснення в історичних подіях минулого та розглядаються як закономірний відбиток демографічних процесів, що мали місце на території країни протягом певного історичного часу.

Такі ж показники для популяцій районного рівня демонструють інший діапазон мінливості у порівнянні з показниками обласних популяцій і, крім того, спостерігається значна їх дисперсія (табл. 1). Так, значення індексу ізонімії у луганській обласній популяції становить  $I =$

$2,4 \times 10^{-4}$ , а в районних популяціях цей показник знаходиться у межах  $3,5-23,7 \times 10^{-4}$ . Коефіцієнт інбридингу в обласній популяції дорівнює  $F_{ST} = 6 \times 10^{-5}$ , у районних популяціях він коливається у широких межах, коли різниця оцінюється на порядок від похідного значення —  $8,7-59,3 \times 10^{-5}$ .

Показник  $\nu$  свідчить про те, наскільки значним змінам піддається популяція під впливом міграції. У районних популяціях  $\nu$  майже на порядок вищий за обласне значення. Чим більше мігранти генетично відрізняються від населення популяції-реципієнта і чим вище коефіцієнт міграції ( $m$ ), що вказує на питому вагу мігрантів, тим сильнішим буде вплив міграцій на структуру локальної популяції. Таким чином показник  $\nu$  вказує на ступінь генетичних змін популяції під впливом міграційного потоку. В обласній популяції  $\nu = 18,7 \times 10^{-4}$ , у районах він приймає значення в діапазоні  $69,3-241,9 \times 10^{-4}$ . Показник різноманіття прізвищ у районних популяціях очікувано нижче ( $4,3-29,0 \times 10^2$ ) ніж в обласній ( $a = 41,7 \times 10^2$ ). Показники ентропії  $H$  і надмірності  $R$ , що описують форму розподілу прізвищ, у районних популяціях мають декілька нижчі значення порівняно з обласними.

Таблиця 1. Генетичні характеристики районних популяцій Луганської області

Популяції	$I \times 10^{-4}$	$F_{ST} \times 10^{-5}$	$\nu \times 10^{-4}$	$a \times 10^2$	H	R
Луганська область	2,4	6,0	18,7	41,7	14,6	31
Райони						
Антрацитівський	3,9	9,7	99,2	26,0	13,1	27,1
Біловодський	16,7	41,7	230,8	6,1	10,4	28,9
Білокуракинський	20,0	50,0	214,5	5,1	10,2	29,6
Довжанський	5,0	12,6	166,2	20,3	12,6	25,3
Сорокинський	4,2	10,5	200,5	24,3	12,8	24,1
Кремінський	6,4	16,0	131,5	15,8	12,1	28,1
Лутугинський	4,7	11,8	147,2	21,5	12,7	25,8
Марківський	23,7	59,3	235,8	4,3	9,7	30,0
Міловський	23,2	58,0	322,9	4,5	10,0	27,3
Новоайдарський	5,4	13,5	132,9	18,8	12,5	26,7
Новопсковський	16,4	41,0	178,4	6,2	10,5	30,2
Перевальський	3,7	9,2	150,2	27,6	13,1	25,3
Попаснянський	3,5	8,7	74,5	29,0	13,4	28,0
Сватівський	9,8	24,6	233,2	10,4	11,2	27,3
Слов'яносербський	4,4	11,0	233,5	23,3	12,5	24,4
Станично-Луганський	8,2	20,5	241,9	12,5	11,7	25,1
Старобільський	11,7	29,2	155,9	8,7	11,3	28,3
Троїцький	13,4	33,4	300,4	7,7	10,6	27,5
Луганськ*	3,8	9,6	69,3	26,2	13,3	28,2

Примітки:  $I$  — показник ізонімії,  $F_{ST}$  — випадкова компонента інбридингу,  $\nu$  — індекс міграції,  $a$  — показник різноманітності прізвищ,  $H$  — показник ентропії розподілу прізвищ,  $R$  — показник надмірності розподілу прізвищ, \* — адміністративний центр області.

Індекс ізонімії  $I$  є базовою характеристикою, тому його значення було узятো для побудови мап, що відбивають розподіл цього показнику в межах області (рис. А). Північні райони характеризуються більше високими значеннями  $I$  ніж південні.

Зіставивши мапи розподілу індексу ізонімії з мапою розташувань великих промислових підприємств, можна побачити, що низькі значення індексу ізонімії збігаються з місцями розташування великих промислових підприємств (рис. Б). Пояснити такий збіг можна тим, що на будівництво, а потім і на роботу на цих підприємствах з різних місцевостей України та колишнього Союзу стікалися великі маси народу, які привносили в популяцію не тільки власні гени, але й прізвища. Як наслідок цих процесів різноманіття прізвищ підвищилось, що відбилося на значеннях  $I$ . Значення цього інтегрального показника відбивається та інших показниках, що характеризують структуру популяції, від якої залежить її адаптивність [13]. Складовими адаптивності є здоров'я, працездатність, інтелектуальний та культурний потенціал населення.

Коефіцієнт міграції в населенні України станом на 2005 рік складав  $m = 0,12$  та оцінювався як питома вага прибульців (доцентрова міграція), що зробили внесок у генофонд місцевого населення. У 2014 році на сході Укра-

їни почалися інтенсивні міграції, а з 24 лютого 2022 року вони набули катастрофічного характеру. Результати негативного демографічного процесу після війни доведеться оцінювати популяційним антропогенетикам. Події, що відбуваються зараз, неминуче відіб'ються на структурі популяцій, відповідно й на їхній адаптивності. Відцентровий характер міграції, яка відбувається в теперішній час, за своїми генетичними наслідками нагадує природний відбір. Одиницею виміру часу в популяційній генетиці є покоління, тривалість якого у людини оцінюється приблизно у двадцять років. Варто звернути увагу, що наближається час, коли можна буде оцінити генетичні перетворення в українських популяціях, що трапились за покоління Масштаби перетворень орієнтовно і швидко можна буде оцінити за допомогою прізвищ, порівнявши нові показники з показниками 2005 року, що одержані в даному дослідженні. Локальності з найбільш загрозливим станом стануть об'єктом детального вивчення з використанням класичних та ДНК-маркерів. Результати дослідження, що викладені в даній статті та інші, що представляють харківську школу популяційної антропогенетики, закладають точки відліку для майбутніх досліджень.

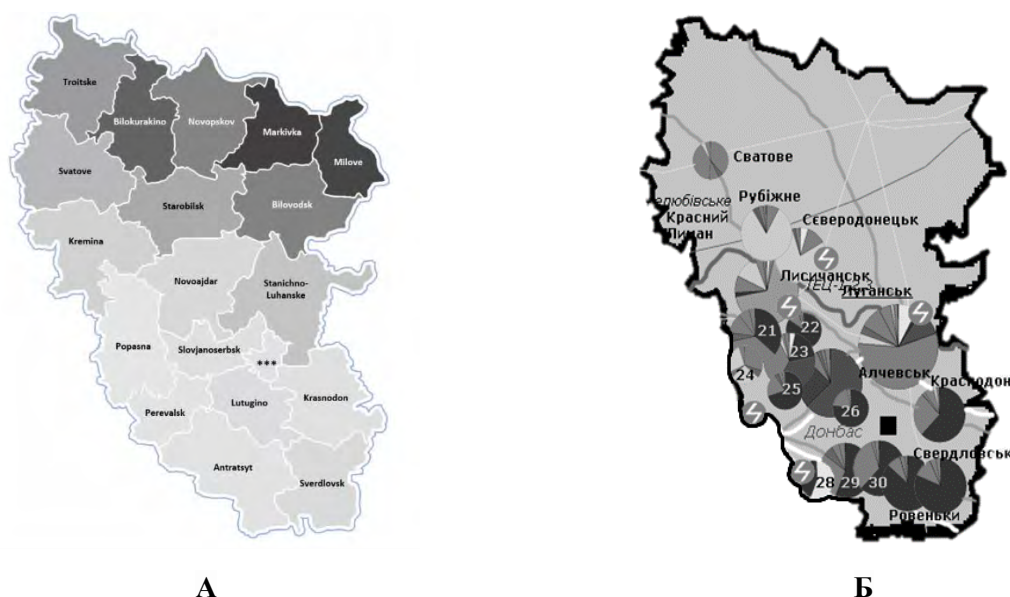


Рис. А — розподіл показників ізонімії в районах популяціях (світлі зони відповідають низьким значенням показника, темні — високим, \*\*\* — Луганськ); Б — розташування великих підприємств у Луганській області ([www.wikimedia.org/wiki/File:Ukraine\\_economy.jpg](http://www.wikimedia.org/wiki/File:Ukraine_economy.jpg)).

**Висновки**

Результати, одержані за допомогою підвищ, свідчать про суттєвий вплив господарсь-

кої діяльності людини на структуру популяцій, яка відбивається в показниках: ізонімії, інбридингу та міграції.

**References**

1. Gorpynchenko M. Yu., Atramentova L. A. Characteristics of Chernigov's population by the presentation data. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*. 2018. Vol. 22. P. 40–45. [in Ukrainian]
2. Gorpynchenko M. Yu., Atramentova L. A. Population genetic characteristics of the population of Ukraine obtained with the use of surnames. *Bulletin of the Kiev National Taras Shevchenko University. Biology*. 2015. Vol. 1, № 69. P. 68–71. [in Ukrainian]
3. Sykes B., Irven I. Surnames and the Y chromosome. *Am. J. Hum. Genet.* 2000. Vol. 66, № 4. P. 1417–1419.
4. Scapoli C., Goebel H., Sobota S., Mamolini E., Rodriguez-Larralde A., Barraï I. Surnames and dialects in France: population structure and cultural evolution. *J Theor Biol.* 2005. Vol. 237, № 1. P. 75–86.
5. Immel U. D., Krawczak M., Udolph J., Richter A., Rodig H., Kleiber M., Klintschar M. Y-chromosomal STR haplotype analysis reveals surname associated strata in the East-German population. *Eur. J. Hum. Genet.* 2006. Vol. 14, № 5. P. 577–582.
6. McEvoy B., Bradley D. G. Y-chromosomes and the extent of patrilineal ancestry in Irish surnames. *Hum. Genet.* 2006. Vol. 119, № 1–2. P. 212–219.
7. King T. E., Jobling M. A. Founders, drift, and infidelity: the relationship between Y chromosome diversity and patrilineal surnames. *Mol. Biol. Evol.* 2009. Vol. 26, № 5. P. 1093–1102.
8. Kandt J., Cheshire J., Longley P. Regional surnames and genetic structure in Great Britain. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 2016. Vol. 41, № 4. P. 554–569. doi: 10.1111/tran.12131.
9. Red'ko Yu. K. Modern Ukrainian surnames. Kyiv : Naukova dumka, 1966. 216 p. [in Ukrainian]
10. Atramentova L. A., Ishchuk M. L., Utevskaia O. M. Genetic demographic analysis of Western Ukrainian populations: The marriage structure of populations from the Khmel'nitskii oblast with respect to ethnicity and birthplace. *Russian Journal of Genetics*. 2004. Vol. 40, № 8. P. 1131–1137. doi: 10.1023/B:RUGE.0000039727.82043.3f.
11. Fox W. R., Lasker G. W. The distribution of surname frequencies. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*. 1983. P. 81–87.
12. Barraï I., Formica G., Scapoli C., Beretta M., Mamolini E., Volinia S., Barale R., Ambrosino P., Fontana F. Microevolution in Ferrara: Isonymy 1890–1990. *Ann. Human Biol.* 1992. Vol. 19, № 4. P. 371–385.
13. Cavalli-Sforza L. L., Bodmer W. F. The genetics of human populations. W. H. Freeman. San Francisco, 1971. 965 p.

**SHUBA V. V.<sup>1,2</sup>, GORPYNCHENKO M. Yu.<sup>1</sup>, ATRAMENTOVA L. O.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> V. N. Karazin Kharkiv National University,

Ukraine, 61022, Kharkiv, Svobody sq., 4, ORCID: 0000-0002-4261-5228, 0000-0003-0362-6300, 0000-0002-7143-9411

<sup>2</sup> Kharkiv scientific research forensic center of MIA, Ukraine, 61036, Kharkiv, Kovtuna str., 34

**POPULATION GENETIC ANALYSIS OF THE POPULATION OF LUHANSK OBLAST**

**Aim.** The aim was to analyze the population of Luhansk region and to investigate the possibility of surnames to differentiate populations at the district level. **Methods.** The general population census database of Luhansk oblast was used. Calculations of indicators of the population structure of the regional and eighteen district populations were carried out according to I. Barraï. **Results.** The structure of the Luhansk regional population is characterized by the isonymy index  $I$  ( $2.4 \times 10^{-4}$ ), the  $F_{ST}$  inbreeding coefficient ( $6.0 \times 10^{-5}$ ), the migration index  $\nu$  ( $18.7 \times 10^{-4}$ ), the diversity index  $a$  ( $41.7 \times 10^2$ ), entropy  $H$  (14.6) and surname redundancy  $R$  (31.0). Indicators of district populations vary widely:  $I$  from  $3.5 \times 10^{-4}$  in the industrial areas of the south of the region to  $23.7 \times 10^{-4}$  in the north. The  $F_{ST}$  is in the range  $8.7$ – $59.3 \times 10^{-5}$ ,  $\nu$  —  $69.3$ – $241.9 \times 10^{-4}$ ,  $a$  —  $4.3$ – $29.0 \times 10^2$ ,  $H$  —  $9.7$ – $13.4$ ,  $R$  —  $24.1$ – $30.2$ . **Conclusions.** The results obtained with the surnames testify to the significant impact of human economic activity on the population structure, which is reflected in isonymy, inbreeding and migration.

**Keywords:** population, surnames, isonymy, inbreeding, migration.