

## ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЗАХВОРЮВАНІСТЮ НАСЕЛЕННЯ ТА ЯКІСТЮ ПИТНОЇ ВОДИ ДЖЕРЕЛ НЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шатило Є.Г.  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир  
valerko\_ruslana@ukr.net, gerasim4uk@ukr.net, rig@ztu.edu.ua, ke\_uvi@ztu.edu.ua

Причиною виникнення різних видів захворювань людства може бути неякісна питна вода. Особливо це стосується сільського населення, яке використовує питну воду із джерел нецентралізованого водопостачання, якість води яких часто є неконтрольованою та не відповідає санітарним нормам. Тому, метою даного дослідження є визначення вмісту нітратів та заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області та дослідження зв'язків між її якістю і окремими групами захворювань населення. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою мови програмування R, для графічного зображення результатів використовували програмне забезпечення ArcGIS Pro.

Установлено перевищення середнього вмісту нітратів у 15 районах області, яке становило від 1,2 до 3,7 рази. Перевищення середнього вмісту заліза зафіксовано у 5-ти районах регіону, що варіювало у межах 1,04–2,2 рази. Кореляційний аналіз між вмістом нітратів і заліза у питній воді та захворюваністю сільського населення показав, що загалом нітрати позитивно корелюють із 33,3 % усіх видів захворювань, а залізо із 94 %. Для нітратів середній рівень зв'язку був характерним із захворюванням передміхурової залози ( $R^2 = 0,33$ ). Слабкі зв'язки виявлено для хвороб шлунку, зокрема гастрит та дуоденіт ( $R^2 = 0,25$ ) та кількістю дітей, що народились із вродженими вадами ( $R^2 = 0,05$ ). Середній ступінь зв'язку між вмістом заліза у питній воді виявлено для онкозахворювань прямої кишки ( $R^2 = 0,45$ ) та епілепсією ( $R^2 = 0,31$ ). Крім того, установлено слабкий вплив заліза на: залізодефіцитну анемію, розсіяний склероз, захворювання підшлункової залози, анемію, захворювання нервової та кровоносної систем, розлади психіки і поведінки, діабет, холецистит, цироз печінки, гепатит, ішемічні напади та хворобу Паркінсона. *Ключові слова:* питна вода, захворювання, нітрати, залізо загальне, кореляція.

### Establishment of cause-effect relationships between population disease and drinking water quality of non-centralized water supply sources. Valerko R., Herasimchuk L., Patseva I., Ustymenko V., Shatylo E.

Poor quality drinking water can be the cause of various types of human diseases. This especially applies to the rural population, which uses drinking water from non-centralized water supply sources, whose water quality is often uncontrolled and does not meet sanitary standards. Therefore, the purpose of this study is to determine the content of nitrates and total iron in drinking water sources of non-centralized water supply in rural settlements of Zhytomyr region and to study the relationship between its quality and certain groups of diseases of the population. Statistical processing of the results was carried out using the R programming language, and ArcGIS Pro software was used for graphical representation of the results.

An excess of the average nitrate content was established in 15 districts of the region, which ranged from 1.2 to 3.7 times. Exceeding the average iron content was recorded in 5 districts of the region, which ranged from 1.04 to 2.2 times. Correlation analysis between the content of nitrates and iron in drinking water and the morbidity of the rural population showed that, in general, nitrates are positively correlated with 33.3% of all types of diseases, and iron with 94%. For nitrates, the average level of association was typical with prostate disease ( $R^2 = 0.33$ ). Weak associations were found for stomach diseases, in particular gastritis and duodenitis ( $R^2 = 0.25$ ) and the number of children born with birth defects ( $R^2 = 0.05$ ). A moderate degree of association between iron content in drinking water was found for rectal cancer ( $R^2 = 0.45$ ) and epilepsy ( $R^2 = 0.31$ ). In addition, a weak effect of iron on: iron-deficiency anemia, multiple sclerosis, pancreatic diseases, anemia, diseases of the nervous and circulatory systems, mental and behavioral disorders, diabetes, cholecystitis, liver cirrhosis, hepatitis, ischemic attacks and Parkinson's disease has been established. *Key words:* drinking water, diseases, nitrates, total iron, correlation.

**Постановка проблеми.** Різні неінфекційні та інфекційні захворювання можуть бути спричинені питною водою, яка не відповідає гігієнічним стандартам. Тому якісна та епідеміологічно безпечна питна вода відіграє важливе значення для збереження та зміцнення здоров'я населення. Проте, така вода постачається населенню лише через централізоване водопостачання, яке постійно контролюється на предмет якості. В той же час, станом на 2022 рік 30 % населення України проживає в селах та селищах міського типу, що використовує колодязі та неглибокі свердловини в якості джерел нецентралі-

зованого водопостачання. Якість води у таких джерелах часто є неконтрольованою, а санітарний стан джерел водопостачання – незадовільним [1].

**Актуальність дослідження.** Якість підземних вод вважається вищою, ніж поверхневих, але на неї впливають декілька факторів, такі як урбанізація, промислове водопостачання, санітарія, інтенсивне сільське господарство тощо. Зокрема, нітрати є одним із найпоширеніших забруднювачів питної води, особливо у сільській місцевості, що пов'язано із методами ведення сільського господарства та нехтуванням правил санітарії у межах приватних

домогосподарств [17]. Дослідженнями, проведеними у межах сільських селітебних територій України, довели, що перевищення нормативного вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання становили від 1,3 до 13,6 рази [12].

Постійне споживання води з підвищеним вмістом нітратів створює навантаження на імунну систему, що, у свою чергу, призводить до загострення хронічних і виникнення нових захворювань дихальної, нервової та серцево-судинної систем [2]. Крім того, стан тривалої гіпоксії виражається швидкою втомою, зниженням рівня працездатності, розумової активності, а також дистрофічними порушеннями у серцевому м'язі [3]. Доведено вплив нітратів, що надходить із питною водою на репродуктивні функції жінок (спонтанні аборти, мертвонароджуваність) [15], на вроджені аномалії у новонароджених [13]. Нітрати у питній воді можуть збільшити ризик розвитку раку прямої кишки через їх перетворення у організмі людини у канцерогенні N-нітрозосполуки [14], раку сечового міхура [9], нирок [19]. Нітрати потенційно впливають на функцію щитоподібної залози, конкуруючи з поглинанням йодиту і таким чином впливають на етіологію раку [18]. Позитивний зв'язок спостерігався також для раку головного мозку у дітей та підлітків [16].

Серед широкого спектру забруднювачів ґрунтових вод, серйозну стурбованість викликає також й забруднення їх важкими металами, більшість з яких є токсичними для здоров'я людини, особливо при перевищенні концентрацій їх нормативів та накопиченні протягом тривалого часу. Залізо є найбільш розповсюдженим важким металом, який може впливати на людину навіть при низьких концентраціях. Перевищення вмісту заліза у питній воді може бути пов'язано із такими небезпечними явищами як хвороби Паркінсона, Хантінгтона, Альцгеймера, серцево-судинні захворювання, гіперкератоз, цукровий діабет, зміни пігментації, захворювання нирок, печінки, респіраторних та неврологічних розладів [5]. Крім того, розлади шлунково-кишкового тракту і дисфункції багатьох органів можуть виникати через споживання води з підвищеними кількостями заліза [7].

**Зв'язок авторського доробку із важливими та практичними завданнями.** Дослідження проходило у рамках науково-дослідної роботи «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (державний реєстраційний №: 0120U104233).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наразі, оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання та її вплив на здоров'я населення описані у багатьох працях українських [1, 3, 8, 11, 12] та зарубіжних учених [5, 6, 10 тощо]. Проте, наразі в Україні, і особливо у Житомирській області, є недостатньою кількість досліджень, що стосуються безпосереднього зв'язку між неякісною

питною водою та окремими групами захворювань. Враховуючи те, що забруднення підземних вод на територіях сільських селітебних територій набуває глобального масштабу, а від якості питної води безпосередньо залежить стан здоров'я сільського населення, яке споживає воду для питних потреб із джерел нецентралізованого водопостачання, проведення моніторингу якості такої води та визначення її впливу на здоров'я людини набуває все більшої актуальності та потребує постійного дослідження.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття та новизна.** Таким чином, метою даного дослідження є здійснення екологічної оцінки стану питної води, що надходить із джерел нецентралізованого водопостачання у межах сільської території Житомирської області, а також дослідження зв'язків між якістю такої води та окремими групами захворювань населення.

**Методологічне або загальнонаукове значення.** Зразки питної води відбирали із джерел нецентралізованого водопостачання (колодязів та свердловин) на території сільських населених пунктів Житомирської області. Аналітичні дослідження відібраних проб води на вміст нітратів та заліза загального проводили на базі Виміральної лабораторії Поліського національного університету відповідно до вимог системи управління якістю, за методами, що відповідають нормативній базі України. Для проведення епідеміологічного ретроспективного дослідження використано дані КП «Обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики» Житомирської обласної ради. Епідеміологічне спостереження включало вплив нітратів та заліза загального, що надходять із питною водою на групи захворювань кровоносної, ендокринної, сечо-статевої та травної систем. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою мови програмування R.

**Викладення основного матеріалу.** Нітрати є найбільш розповсюдженими аніонами, що зустрічаються у природі у більшості водних ресурсів. Відомо, що концентрація нітратів у поверхневих і ґрунтових водах усього світу збільшується внаслідок антропогенної діяльності. У результаті власних досліджень якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області було зафіксовано перевищення вмісту нітратів у 15 районах області, що становило 68 %. Зокрема, перевищення середнього вмісту нітратів варіювалось у межах від 1,2 рази у Коростенському районі до 3,7 рази у Андрушівському. У Ружинському, Коростишівському та Попільнянському районах вміст нітратів коливається у межах 37,4–33,02 мг/дм<sup>3</sup>, у Бердичівському та Брусилівському районах – 26,9–23,8 мг/дм<sup>3</sup>. Найменший середній вміст нітратів у питній воді виявлено у Малинському районі, що становить 12,5 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1).

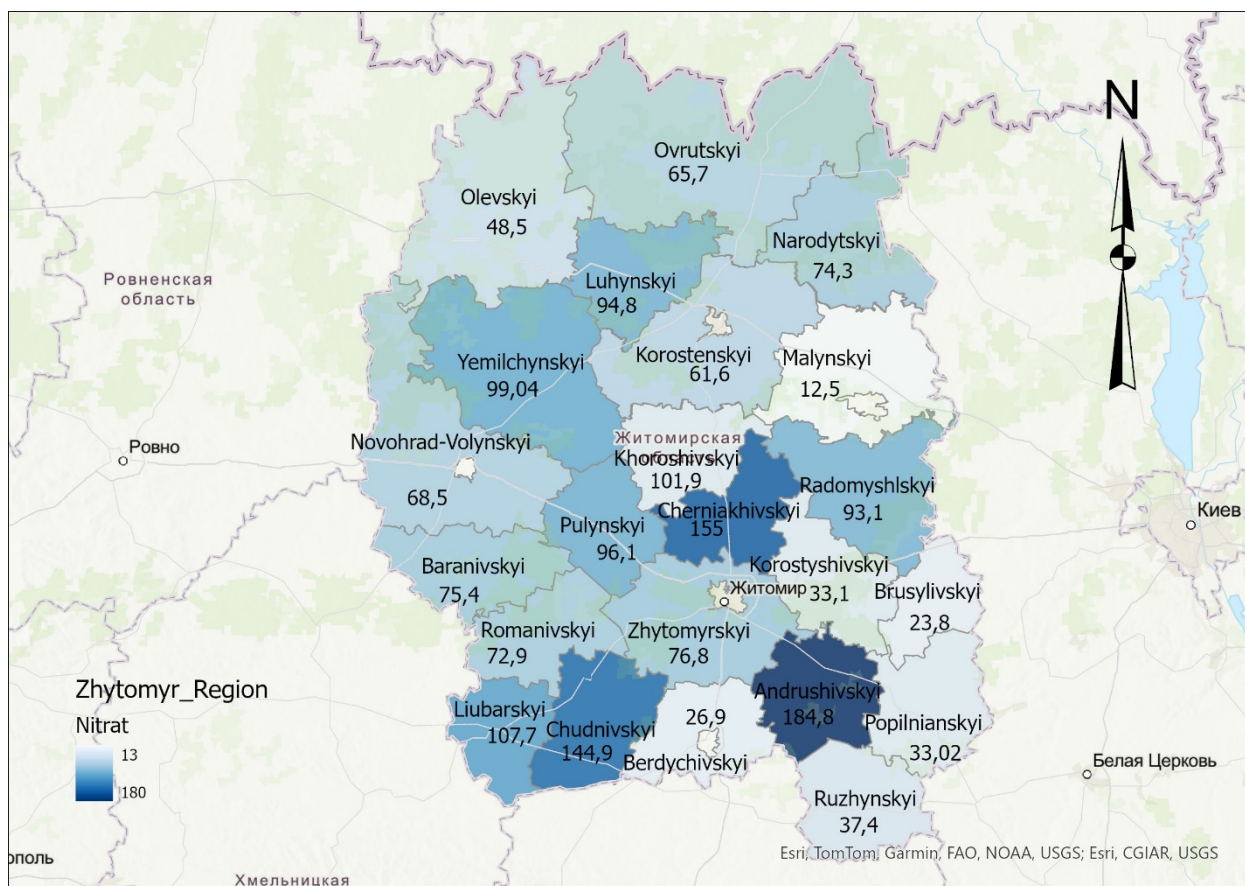


Рис. 1. Середній вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області, мг/дм³

Під час проведення досліджень якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області стосовно вмісту у ній заліза загального встановлено перевищення його нормативного вмісту у межах п'яти досліджуваних районів. Найвищий рівень заліза загального у середньому зафіксовано у Бердичівському районі, який сягнув до 2,02 мг/дм³, що перевищує норматив у 2 рази. Перевищення вмісту заліза у межах Новоград-Волинського, Любарського, Коростишівського та Олевського районів коливалося у межах 1,22–1,04 рази (рис. 2).

Під час проведення власних досліджень було здійснено кореляційний аналіз між вмістом нітратів та заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання та різними захворюваннями сільського населення Житомирської області. Стосовно вмісту нітратів та захворюваннями було виявлено середній та низький ступені зв'язку. Зокрема, середній рівень зв'язку був характерним для захворювання передміхурової залози ( $R^2 = 0,33$ ). Слабкі зв'язки виявлено для хвороби шлунку, зокрема гастрит та дуоденіт ( $R^2 = 0,25$ ). Крім того, було виявлено також слабкі зв'язки із вмістом нітратів у воді та кількістю дітей, що народились із вродженими вадами ( $R^2 = 0,05$ ), для розладів мен-

струацій у жінок ( $R^2 = 0,05$ ), захворювань сечо-статевої системи ( $R^2 = 0,04$ ), онкозахворювань передміхурової залози, захворювань підшлункової залози, пієлонефриту та холециститу ( $R^2 = 0,03$ ) (рис. 3).

Середній ступінь зв'язку між вмістом заліза у питній воді виявлено для онкозахворювань прямої кишки ( $R^2 = 0,45$ ) та епілепсією ( $R^2 = 0,31$ ). Слабкий зв'язок у межах 20 % спостерігався для таких захворювань: залізодефіцитна анемія ( $R^2 = 0,28$ ), розсіяний склероз, захворювання підшлункової залози ( $R^2 = 0,27$ ), анемія ( $R^2 = 0,26$ ), захворювання нервової системи ( $R^2 = 0,25$ ), кровоносної системи ( $R^2 = 0,24$ ), розлади психіки і поведінки ( $R^2 = 0,23$ ). Для таких захворювань, як: діабет ( $R^2 = 0,19$ ), холецистит, цироз печінки ( $R^2 = 0,17$ ), гепатит ( $R^2 = 0,13$ ) та ішемічні напади ( $R^2 = 0,11$ ) виявлено зв'язок у межах 10 %. Також слабкий зв'язок на рівні меншому за 10 % був зафіксований для хвороби Паркінсона ( $R^2 = 0,09$ ) (рис. 4).

Загалом було виявлено позитивний кореляційний зв'язок між вмістом заліза у питній та 94 % усіх досліджуваних захворювань.

**Висновки.** У результаті досліджень якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області встановлено перевищення середнього вмісту нітратів у 15 районах області, яке становило від 1,2 до

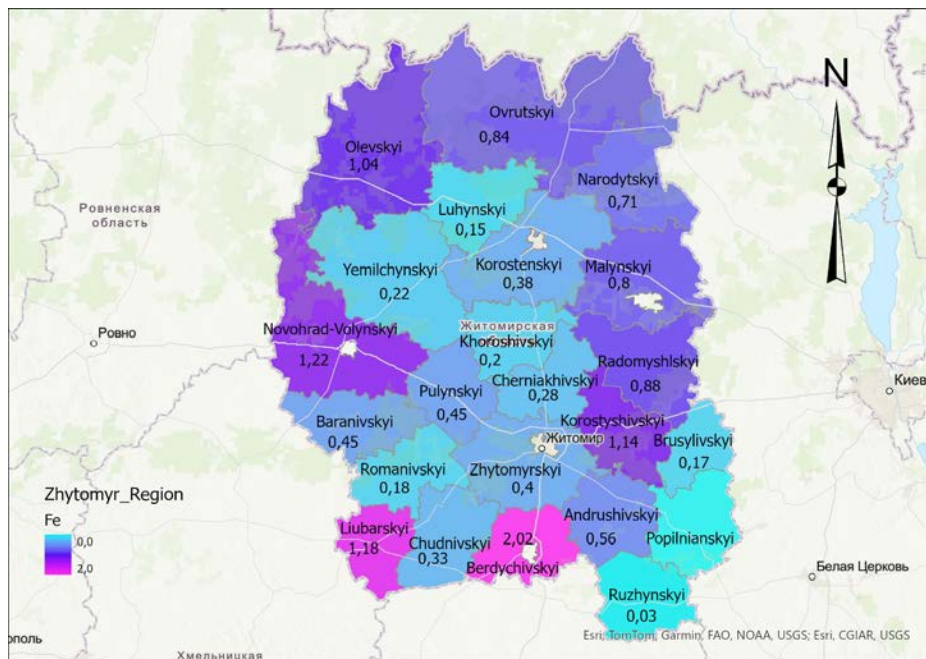


Рис. 2. Середній вміст заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області, мг/дм³

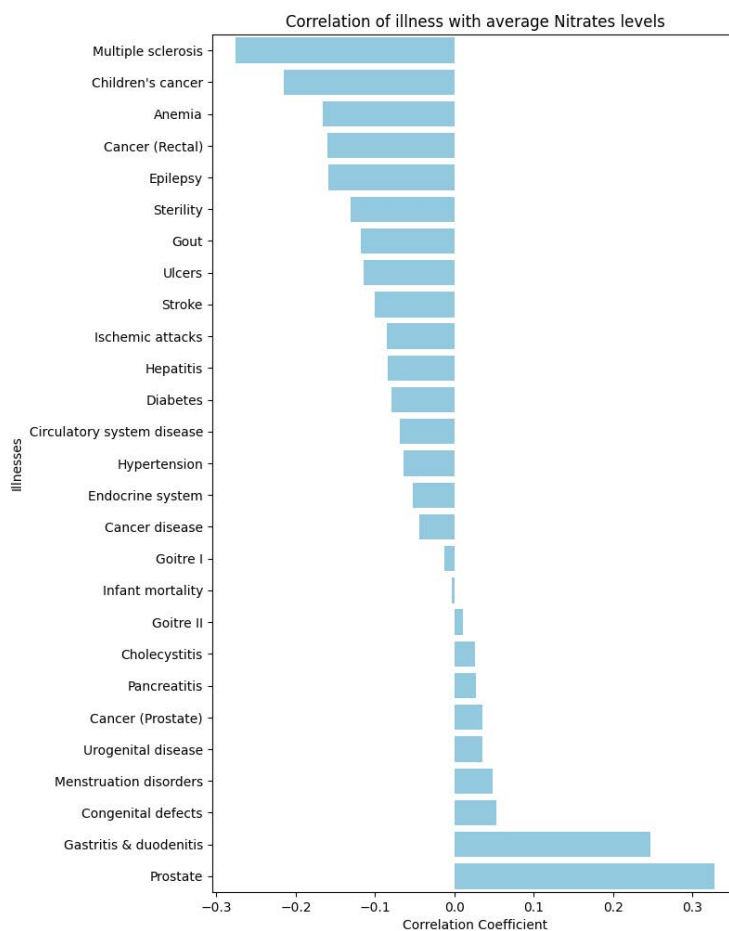


Рис. 3. Кореляційні зв'язки між вмістом нітратів у питній воді та рівнем захворюваності населення Житомирської області

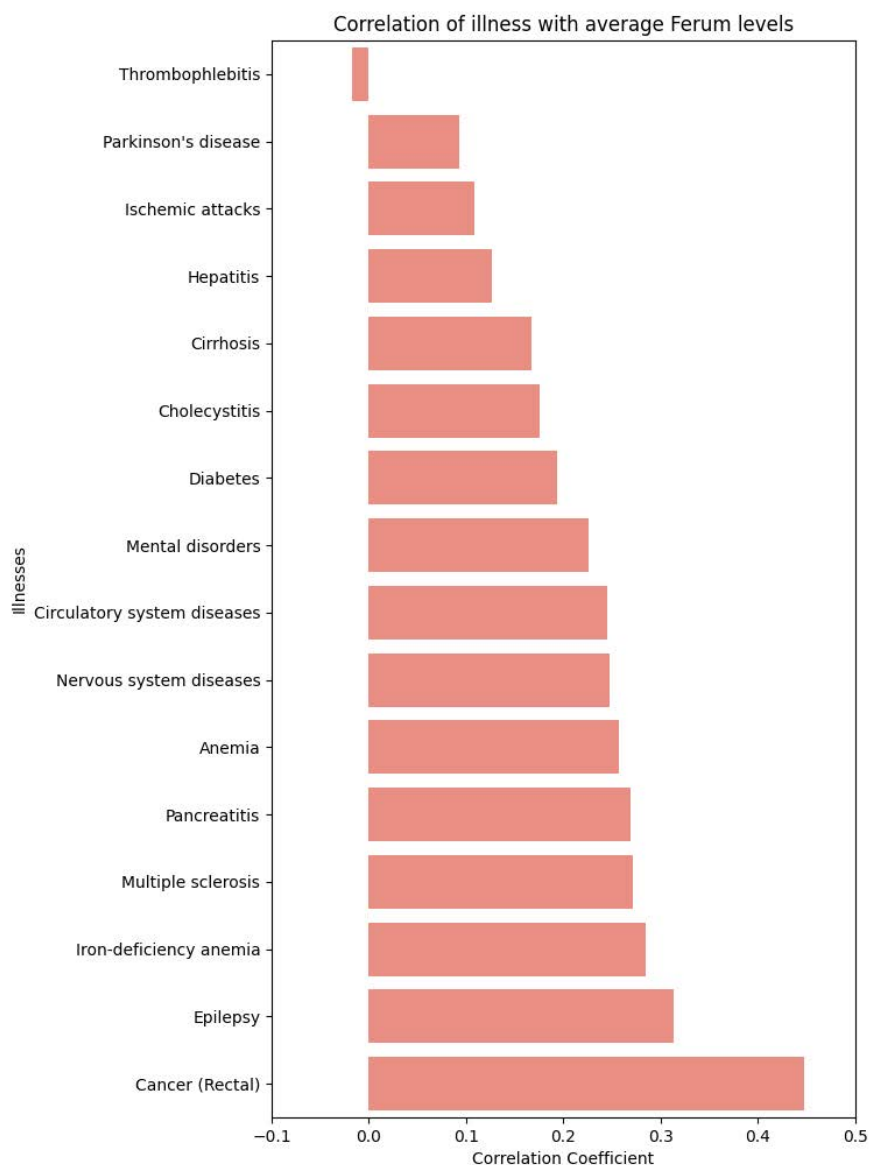


Рис. 4. Кореляційні зв'язки між вмістом заліза загального у питній воді та рівнем захворюваності населення Житомирської області

3,7 рази. Перевищення середнього вмісту заліза зафіксовано у 5-ти районах регіону, що варіювало у межах 1,04–2,2 рази. Кореляційний аналіз між вмістом нітратів і заліза у питній воді та захворюваністю сільського населення показав, що загалом нітрати позитивно корелюють із 33,3 % усіх видів захворювань, а залізо із 94 %. Слід зазначити, що наднормативний вміст заліза був зафіксований лише у декількох районах, а тому можна припустити, що його вплив на здоров'я людини спостерігається

навіть при концентраціях, що не перевищують нормативні. Таким чином, наголошуємо на постійному проведенні моніторингу якості питної води сільських територій, оскільки недоброякісна вода може впливати на захворюваність сільського населення.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Отримані результати досліджень можуть бути використані органами самоврядування територіальних громад для покращення екологічної безпеки питного водопостачання.

#### Література

1. Данчишин М. В. Оцінка впливу нітратів на здоров'я населення при надходженні з питною водою. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2023. №2 (96). С. 27-33. DOI 10.11603/1681-2786.2023.2.14031.
2. Корнацький В. М., Сілантьєва О. В. Серцево-судинні захворювання і шкідливі екологічні чинники. *Український кардіологічний журнал*. 2013. № 3. С. 109-116.

3. Лотоцька-Дудик У. Б., Лотоцька Л. Б., Станько О. М. Медично-гігієнічна оцінка впливу нітратів джерел децентралізованого водопостачання на захворюваність систем серцево-судинної та кровообігу. *XXVI AML*. 2020. № 2-3. С. 61-67. DOI: <https://doi.org/10.25040/aml2020.02-03>.
4. Aghapour S., Bina B., Tarrahi M. J., Amiri F., Ebrahimi A. Comparative health risk assessment of nitrate in drinking groundwater resources of urban and rural regions (Isfahan, Iran), using GIS. *Environ Monit Assess*. 2021. № 12. 193(12):794. doi: 10.1007/s10661-021-09575-0. PMID: 34767107.
5. Farina M., Avila D. S., Teixeira da Rocha J. B., Aschner M. Metals, oxidative stress and neurodegeneration: A focus on iron, manganese and mercury. *Neurochemistry International*. 2013. Vol. 62. Is. 5. P. 575-594. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2012.12.006>.
6. Ghosh G. C., Khan M. J. H., Chakraborty T. K. *et al.* Human health risk assessment of elevated and variable iron and manganese intake with arsenic-safe groundwater in Jashore, Bangladesh. *Sci Rep*. 2020. 10. 5206. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62187-5>.
7. Heming N., Montravers P., Lasocki S. Iron deficiency in critically ill patients: highlighting the role of hepcidin. *Crit. Care*. 2011. 15. 210.
8. Huschuk I. V., Brezetska O. I., Huschuk V. I., Drab R. R. Monitoring and ecological-and-hygienic evaluation of the quality of drinking water from the sources of decentralized water supply in Rivne region for 2004-2015. *Environment & Health*. 2018. № 1. P. 41-46.
9. Jones R. R., Weyer P. J., DellaValle C. T., Inoue-Choi M., Anderson K. E., Cantor K. P., *et al.* Nitrate from drinking water and diet and bladder cancer among postmenopausal women in Iowa. *Environ Health Perspect*. 2016. 124(11):1751-8.
10. Karunanidhi D., Aravinthasamy P., Subramani T., Kumar M. Human health risks associated with multipath exposure of groundwater nitrate and environmental friendly actions for quality improvement and sustainable management: A case study from Texvalley (Tiruppur region) of India. *Chemosphere*. 2021. Vol. 265. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129083>.
11. Lototska O. V., Prokopov V. O. Assessment of the risk of the consumption of drinking water with the increased content of nitrates for the health of the people of the Ternopil Region. *Environment & Health*. 2018. № 4. P. 20-24. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.04.020>.
12. Romanchuk L. D., Valerko R. A., Herasymchuk L. O., Kravchuk M. M. Assessment of the impact of organic Agriculture on Nitrate Content in Drinking Water in Rural Settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(2). С. 17-26. DOI: 10.15421/2021\_65.
13. Sadler R., Maetam B., Edokpolo B., Connell D., Yu J., Stewart D., Park M.-J., Gray D., Laksono B. Health risk assessment for exposure to nitrate in drinking water from village wells in Semarang, Indonesia. *Environmental Pollution*. 2016. Vol. 216. P. 738-745. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.041>.
14. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C. B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study: Nitrate in drinking water and CRC. *International Journal of Cancer*. 2018. Vol. 143 (1). P. 73-79. doi: 10.1002/ijc.31306.
15. Stayner L. T., Almberg K., Jones R., Graber J., Pedersen M., Turyk M. Atrazine and nitrate in drinking water and the risk of preterm delivery and low birth weight in four Midwestern states. *Environ Res*. 2017. 152:294-303.
16. Stayner L. T., Schullehner J., Semark B. D., Jensen A. S., Trabjerg B. B., Pedersen M., *et al.* Exposure to nitrate from drinking water and the risk of childhood cancer in Denmark. *Environ Int*. 2021. 155:106613.
17. Valerko R., Herasymchuk L., Pitsil A., Palkevich J. GIS-based assessment of risk for drinking water contamination to children's health in rural settlements. *Ekológia (Bratislava)*. 2022. Vol. 41. No. 4. P. 312-321. DOI:10.2478/eko-2022-0032.
18. Ward M. H., Kilfoy B. A., Weyer P. J., Anderson K. E., Folsom A. R., Cerhan J. R. Nitrate intake and the risk of thyroid cancer and thyroid disease. *Epidemiology*. 2010. 21(3):389-95.
19. Ward M. H., Jones R. R., Brender J. D., de Kok T. M., Weyer P. J., Nolan B. T., Villanueva C. M., van Breda S. G. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. *International journal of environmental research and public health*. 2018. 15(7). 1557. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071557>.