
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

УДК 004:628.1.03

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.4>

ГІС ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ СТАНУ НЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ У МЕЖАХ ГРОМАД

Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Кравчук А.А.

Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир, Україна
valerko_ruslana@ukr.net, gerasim4uk@ukr.net

Наразі на території України 56,4 % жителів сільських населених пунктів використовують воду із криниць, свердловин та колонок, у т. ч. й громадських в якості питного та господарсько-побутового водопостачання. Проте якість такої води є досить часто сумнівною та може впливати на стан здоров'я місцевого населення. Проблема питного водопостачання сільських населених пунктів наразі потребує використання спеціалізованих прикладних програм, розроблених на основі геоінформаційних технологій. Дослідження проходили на території сільських населених пунктів Оліївської громади нового укрупненого Житомирського району, де було відібрано 49 зразків питної води із джерел нецентралізованого водопостачання. У результаті проведених досліджень були створені геоінформаційні моделі за допомогою програмного забезпечення ArcGIS Pro. Доведено, що середній вміст нітратів у питній воді на території громади становить 129,25 мг/дм³, а найбільш критична ситуація зафіксована для сіл Крученець, Новопіль та Окілок, у питній воді яких встановлено перевищення рівня нітратів у середньому від 5,8 до 9,9 рази. Повністю безпечною, стосовно вмісту нітратів, виявилась питна вода у селі Троковичі, середня концентрація яких визначена на рівні 13,5 мг/дм³. У більшості населених пунктів громади перевищення середнього вмісту нітратів у питній воді коливається у межах 2–5 разів. З метою вирішення питання якісного водопостачання на території сіл об'єднаних громад необхідним є розробка Плану покращення стану питного водопостачання. Розробка Плану має проходити поступово у 5 основних етапів з обов'язковим використанням ГІС-технологій для створення геоінформаційних моделей із територіальною прив'язкою. *Ключові слова:* геоінформаційні системи, сільські населені пункти, об'єднані територіальні громади, нецентралізоване водопостачання, питна вода.

GIS as a tool of controlling the state of uncentralized water supply within communities. Valerko R., Herasymchuk L., Kravchuk A.

Currently in Ukraine 56.4 % of residents of rural settlements use water from wells, wells and columns, including and public as drinking and domestic water supply. However, the quality of such water is often questionable and can affect the health of the local population. The problem of drinking water supply in rural settlements currently requires the use of specialized applications developed on the basis of geographic information technologies. The research was conducted on the territory of rural settlements of Oliyivka community of the new enlarged Zhytomyr district, where 49 samples of drinking water were taken from sources of decentralized water supply. As a result of the research, geoinformation models were created using ArcGIS Pro software. It is proved that the average content of nitrates in drinking water in the community is 129.25 mg/dm³, and the most critical situation is recorded for the villages of Kruchenets, Novopil and Okilok, where drinking water exceeded the nitrate level on average from 5.8 to 9.9 times. Drinking water in the village of Trokovichy, with an average concentration of 13.5 mg/dm³, proved to be completely safe in terms of nitrate content. In most settlements of the community, the excess of the average content of nitrates in drinking water varies between 2–5 times. In order to address the issue of quality water supply in the villages of the united communities, it is necessary to develop a plan to improve the state of drinking water supply. The development of the Plan should take place gradually in 5 main stages with the obligatory use of GIS technologies to create geographic information models with territorial reference. *Key words:* geographic information systems, rural settlements, united territorial communities, decentralized water supply, drinking water.

Постановка проблеми. Безпечна питна вода є необхідною умовою для підтримки життя, а тому якісне водопостачання має бути доступним для усіх людей. Підземні води є життєво важливим джерелом прісної води не тільки на сільських селітебних територіях, але і у містах. За статистичними даними приблизно одна третина населення усього світу використовує підземні води для пиття. Зокрема, на території України 56,4 % жителів сільських населених пунктів використовують воду із криниць, свердловин та колонок, у т. ч. й громад-

ських в якості питного та господарсько-побутового водопостачання.

Проблема питного водопостачання сільських населених пунктів наразі потребує залучення автоматизованих засобів та інструментів, що відкривають перед дослідниками досить широкі можливості, а тому використання спеціалізованих прикладних програм, розроблених на основі геоінформаційних технологій підвищує актуальність проведених досліджень.

Актуальність дослідження. Географічні інформаційні системи вперше були створені у 1963 році

канадцем Роджером Томлінсоном та визначаються як комп'ютерна система, яка зберігає, аналізує, керує та візуалізує географічну інформацію, як правило, у вигляді карти [1]. ГІС використовуються для управління, аналізу географічної інформації та представлення її у вигляді просторових даних та являє наш світ за допомогою цифрових карт, які останнім часом широко використовуються у різних сферах навколишнього середовища та діяльності людини.

Програмне забезпечення ArcGIS є інтегрованою і комплексною системою та розроблена для задоволення потреб більшості користувачів ГІС. Її визначають як «систему апаратних засобів, програмного забезпечення та процедури, що призначені для полегшення збору, управління, маніпулювання, аналізу моделювання, візуалізації та виведення просторово зв'язаних даних» [2].

Зв'язок авторського доробку із важливими та практичними завданнями. Особливо важливим застосуванням ГІС-технологій є управління даними про навколишнє середовище, які можна використати для прогнозування та уникнення можливої екологічної катастрофи. Таким чином, здійснення моніторингу та контролю за станом підземних вод, що використовуються сільським населенням для питного водопостачання, із застосуванням ГІС є питанням актуальним та потребує широкого впровадження у межах об'єднаних територіальних громад. Дослідження є частиною науково-дослідної роботи «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (державний реєстраційний № : 0120U104233), результати якого можуть бути використані для прийняття управлінських рішень на рівні об'єднаних територіальних громад у сфері якісного питного водопостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка кількості та якості поверхневих і підземних вод за допомогою ГІС-технологій наразі широко застосовується на території усього світу, зокрема Іспанії [3], Китаю [4], Південної Індії [5], Об'єднаних Арабських Еміратів [6]. Ученими Ірану було представлено систему регулярного моніторингу якості та кількості підземних вод, за допомогою карт якості та регресійного аналізу, що може бути корисним для країн, які не мають баз даних гідрологічних характеристик [7].

Російськими науковцями описано розробку програмного забезпечення для інтеграції інформаційних систем водокористувачів та ГІС водних ресурсів Росії [8]. В Україні дослідниками виявлено особливості геоінформаційного аналізу і картографічного моделювання змін хімічного складу підземних вод Чоп-Мукачівської ділянки [9]. Крім того, починаючи з 2000 року на базі Дніпровського відділення УкрДГРІ ведеться розробка та впровадження методів прогнозування у системі державного моніторингу підземних вод [10].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття та новизна. Наразі на території України не достатньо приділяється уваги якості питних підземних вод, що використовуються населенням для господарсько-побутового та питного призначення, за допомогою ГІС-технологій.

Отже, метою дослідження стала екологічна оцінка підземних вод сільських населених пунктів Оліївської територіальної громади Житомирського району Житомирської області, що використовуються населенням в якості питного водопостачання, та створення на їх основі геоінформаційних моделей у розрізі сільських населених пунктів.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження проходили на території Оліївської об'єднаної територіальної громади укрупненого Житомирського району Житомирської області, до складу якої внаслідок реформи децентралізації наразі входять 21 сільський населений пункт. Оліївська громада розташовується у північно-західному напрямку від м. Житомира та займає 302,5 км², на якій мешкають 10 641 особа (рис. 1) [11].

Загалом на території громади було відібрано 49 зразків води із джерел нецентралізованого водопостачання. Графічні зображення результатів дослідження створені за допомогою програмного забезпечення ArcGIS Pro.

Викладення основного матеріалу. Однією із найбезпечніших речовин, що можуть міститись у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання, є нітрати. Нітрати – це солі азотної кислоти, які надходять до питної води шляхом поверхневого стоку із сільськогосподарських угідь та можуть містити залишки органічних і мінеральних добрив. Крім того, недотримання правил облаштування джерел водопостачання, а також санітарних відстаней між місцями утримання худоби, туалетами, вигрібними ямами тощо та джерелами призводить до змивання побутових стоків з присадибних ділянок і дворів, що також може збільшувати концентрацію нітратів у питній воді [12].

Доведено, що перевищення вмісту нітратів у питній воді може викликати хронічні та гострі токсичні ефекти. Серед хронічних ефектів виділяють: пухлини шлунково-кишкового тракту, сечовивідних шляхів, головного мозку та підшлункової залози. Гостра токсичність зумовлює виникнення метгемоглобінемії, цукрового діабету та впливу на щитоподібну залозу [13].

Допустимий вміст нітратів в Україні регламентується ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до якості води, призначеної до споживання людиною» [14] та встановлений на рівні 50 мг/дм³. Даний норматив також визначений Всесвітньою організацією здоров'я, проте не враховує вимоги Директиви ради ЄС № 98/83 про якість води, призначеної для споживання людиною, у якій вміст ніт-

ратів встановлено на рівні 5 мг/дм³, що відображено у ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» [15].

У результаті досліджень встановлено, що середній вміст нітратів у питній воді сільських населених пунктів Оліївської громади становить 128,25 мг/дм³, що перевищує норматив у 2,6 рази. Проте, якщо порівнювати середній вміст нітратів із

нормативом, який встановлено на рівні 5 мг/дм³, то отримаємо перевищення у 25,65 рази відповідно. Максимальний вміст нітратів на рівні 544 мг/дм³ було зафіксовано у колодязній воді села Крученець. Загалом же концентрація нітратів коливалась у межах 1,6–544 мг/дм³. Максимальний середній вміст нітратів зафіксовано у селі Окілок, а мінімальний – у селі Троковичі (рис. 2, 3).

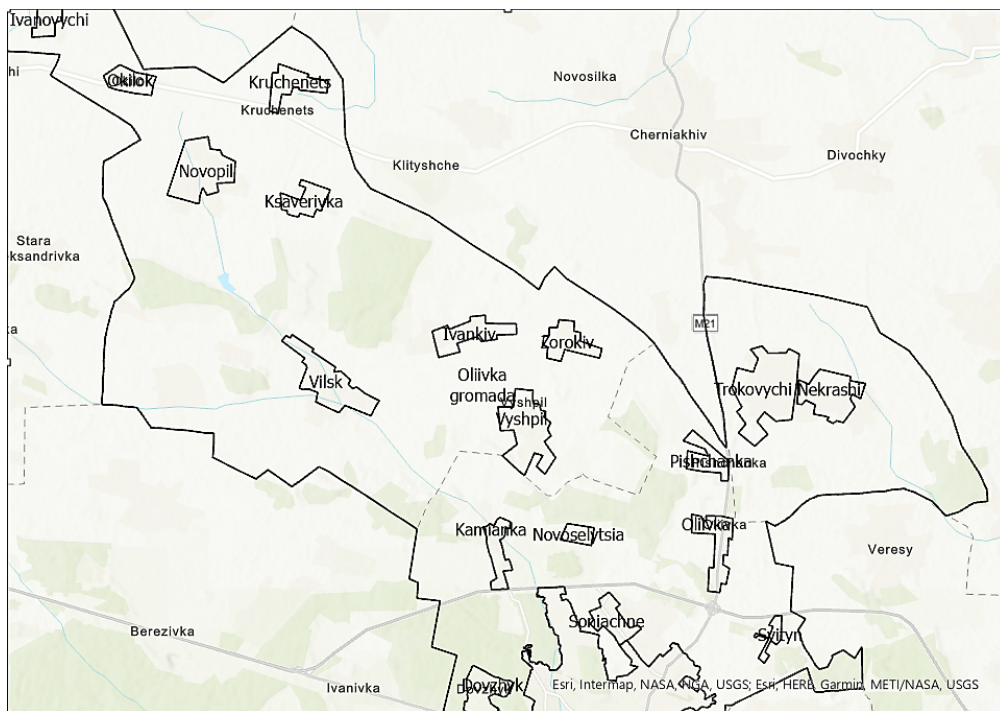


Рис. 1. Сільські населені пункти Оліївської об'єднаної територіальної громади

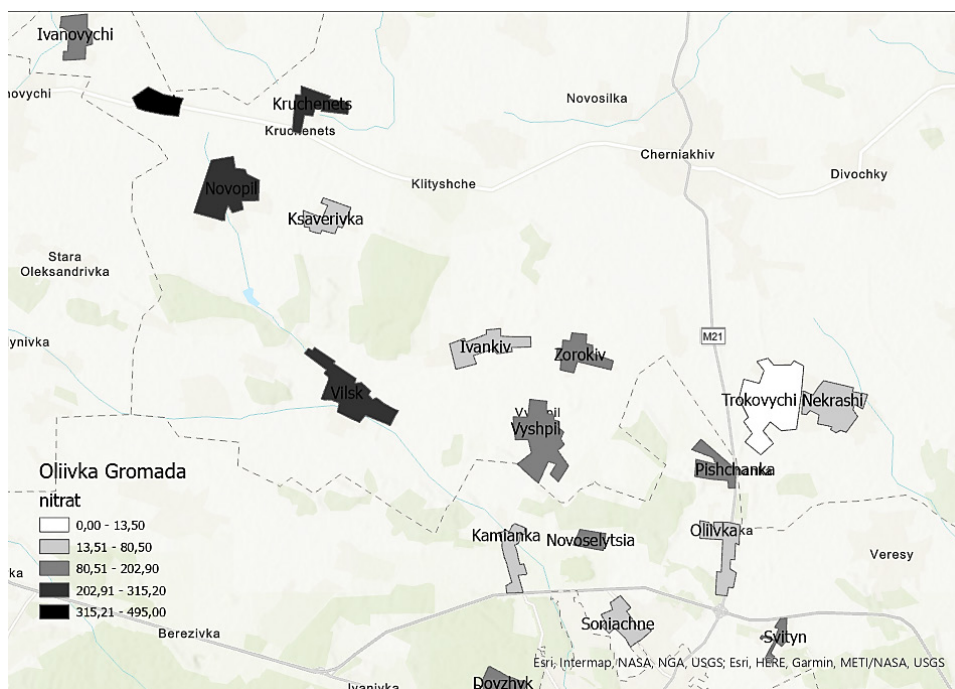


Рис. 2. Середній вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання у селах Оліївської громади, мг/дм³

Відповідно за середнім вмістом нітратів у питній воді було проведено групування сільських населених пунктів громади. Таким чином, встановлено, що найбільш безпечна вода стосовно вмісту нітратів зафіксована у селі Троковичі, а у селах Крученець, Новопіль та Окілок встановлено вміст нітратів, що перевищує 5 ГДК. Найбільша кількість сіл мають воду із перевищенням середнього вмісту нітратів у межах 2–5 разів (табл. 1).

Таблиця 1

**Групування населених пунктів громади
за середнім вмістом нітратів у питній воді**

Перевищення нормативу	Населені пункти
<1,0 ГДК	Троковичі
1,1–2,0 ГДК	Іванків, Кам'янка, Ксаверівка, Некраші, Оліївка, Сонячне
2,1–5,0 ГДК	Вишпіль, Вільськ, Довжик, Зороків, Івановичі, Новоселиця, Піщанка, Світин
>5,0 ГДК	Крученець, Новопіль, Окілок

Таким чином, встановлено, що першочергової уваги з боку місцевої влади стосовно якісного питного водопостачання потребують такі населені пункти: Крученець, Новопіль та Окілок.

З метою підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання на території громади та зокрема у селах, які потребують першочергової уваги необхідним є розробка Плану покращення стану питного водопостачання у межах певної громади, метою якого є досягнення належного рівня водопостачання у громаді, шляхом об'єднання зусиль керівного апарату та мешканців сільських населених пунктів.

Розробка Плану має ґрунтуватися на послідовному виконанні 5-ти обов'язкових етапів, які включають виконання таких послідовних дій:

- збір загальної інформації про стан населених пунктів громади та розробка на їх основі геоінформаційних моделей;
- аналітичні дослідження стану якості води та розробка на їх основі геоінформаційних моделей;
- здійснення SWOT-аналізу системи водопостачання та визначення її основних проблем;
- визначення стратегічних та розробка операційних цілей;
- розгляд, затвердження та оприлюднення Плану.

Крім того, слід зазначити, що кількість етапів може бути збільшена залежно від умов.

Головні висновки. Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що на території Оліївської громади нового укрупненого Житомирського району середній вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання становить 128,25 мг/дм³, а найбільш критичний стан питного водопостачання зафіксовано у межах сіл: Крученець, Новопіль та Окілок.

Отже, проведення досліджень, які стосуються оцінки стану якості питної води сільських населених пунктів у межах територіальних громад, дає нам підстави стверджувати, що використання геоінформаційних систем у вирішенні даної проблеми є досить перспективним та важливим напрямом сучасних досліджень.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень можуть бути використані місцевою владою об'єднаних територіальних громад в якості практичних рекомендації щодо розробки Плану покращення стану питного водопостачання у межах ОТГ.

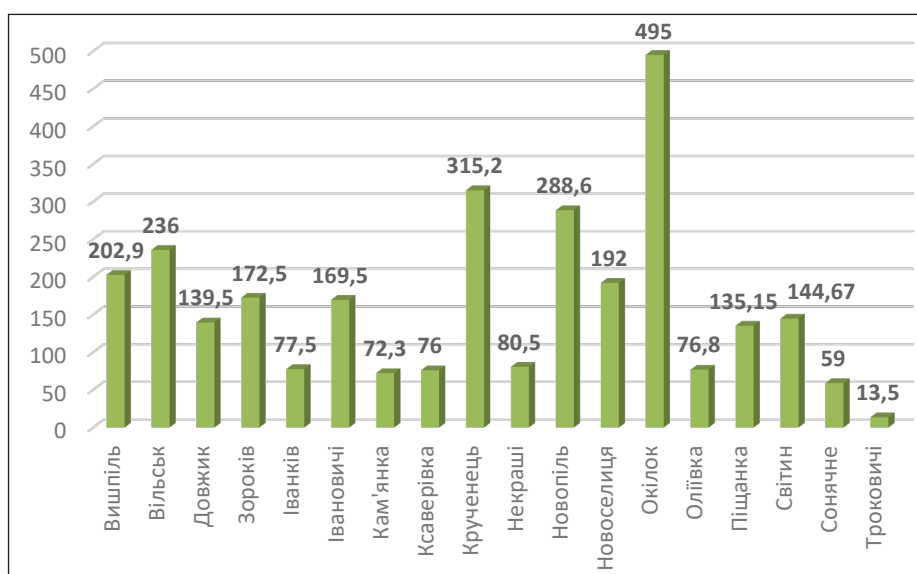


Рис. 3. Вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання у розрізі Оліївської громади Житомирського району, мг/дм³

Література

1. Chang K. (2019). Geographic Information System. International Encyclopedia of Geography. 1–10. doi: 10.1002/9781118786352.wbieg0152.pub2
2. Sosa-Terrazas E., Parada-Gonzalez M., & Martinez-Contreras U. (2018). Geographic information systems: Proposal for the relocation of a central distribution point through the centroid method. Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS). doi: 10.1109/sieds.2018.8374738
3. Ferrer J., Pérez-Martín M. A., Jiménez S., Estrela T., & Andreu J. (2012). GIS-based models for water quantity and quality assessment in the Júcar River Basin, Spain, including climate change effects. Science of the Total Environment, 440, 42–59. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.08.032
4. Yan Bao-wen, & Li Yang. (2011). GIS-based study on spatial variability of groundwater quality in Xianyang City. International Symposium on Water Resource and Environmental Protection. doi: 10.1109/iswrep.2011.5892942
5. Rawat K. S., & Singh S. K. (2018). Water Quality Indices and GIS-based evaluation of a decadal groundwater quality. Geology, Ecology and Landscapes. 2 (4), 240–255. doi: 10.1080/24749508.2018.1452462
6. Batarseh M., Imreizeeq E., Tilev S., Al Alaween M., Suleiman W., Al Remeithi A. M., Al Alawneh M. (2021). Assessment of groundwater quality for irrigation in the arid regions using irrigation water quality index (IWQI) and GIS-Zoning maps: Case study from Abu Dhabi Emirate, UAE. Groundwater for Sustainable Development, 14, 100611. doi: 10.1016/j.gsd.2021.100611
7. Jeihouni M., Toomanian A., Alavipanah S. K., Hamzeh S., & Pilesjö P. (2018). Long term groundwater balance and water quality monitoring in the eastern plains of Urmia Lake, Iran: A novel GIS based low cost approach. Journal of African Earth Sciences, 147, 11–19. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2018.06.017
8. Vasilyev M. I., Plekhanov S. V. & Khamitov R. K. (2008). Software Development integration in GIS the Federal water resources Agency in the formation of a single information space in water management sphere, Ufa : GOU VPO Ufa state aviation technical University, 130–137.
9. Остроух В. І., Остроух О. А. (2019). Особливості геоінформаційного аналізу і картографічного моделювання змін хімічного складу підземних вод. URL: http://maptimes.inf.ua/CH_20/Ch20_Article3_GIS-analysis-of-groundwater-level-changing.html
10. Рубан С. А., Шинкаревський М. А. (2005). Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. К. : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
11. Оліївська громада. URL: <http://oliivska.gromada.org.ua>
12. Valerko R., Herasymchuk L., Hurskyi Y. & Pavlenko A. (2021). Assessment of drinking water quality within amalgamated territorial communities. *Environmental Problems*. Vol. 6. Num. 4. P. 201–211.
13. Parvizishad M, Dalvand A, Mahvi A H. & Goodarzi F. (2017). A Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health, *Health Scope*. 6 (3). e14164. doi: 10.5812/jhealthscope.14164
14. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10: МОЗ України; Наказ, Норми, Правила від 12.05.2010 № 400 / МОЗ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
15. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ, 2014. 30 с.