

DOI: 10.34132/ers.2024.01.02.08.
УДК 504.4.054

Мітрясова О. П.,

д.пед.н., професор, професор кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, Україна, 54003
e-mail: lesya.solis28@gmail.com

Смирнов В. М.,

к.геолог.н., доцент, доцент кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, Україна, 54003
e-mail: vnsmirnov79@gmail.com

Чвир В. А.,

викладач кафедри екології,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, Україна, 54003
e-mail: vip.chvir@gmail.com

Мац А. Д.,

аспірант,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, Україна, 54003
e-mail: andrejmac3@gmail.com

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЧЕРЕЗ КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ

На основі проведеного кореляційного аналізу встановлено взаємозалежність між різними хімічними компонентами та показниками якості води. Зокрема, були виявлені взаємозалежності між вмістом нітратів, нітритів, сульфатів, мангану та рН води, а також їхній вплив на жорсткість води.

Для підтвердження цих залежностей було проведено порівняння аналітичних та практичних результатів. Лабораторні дослідження були використані для перевірки кореляційних рівнянь, що були отримані на основі аналізу. Отримані результати дозволяють зробити висновок про ефективність використання зазначених хімічних параметрів для прогнозування якості води.

В перспективі ці дані можуть стати основою для розробки оперативних методів визначення показників якості питної води. Такий підхід може бути використаний для створення прогнозних моделей, які дозволять покращити системи контролю за якістю водопостачання. Це особливо важливо в контексті забезпечення безпеки та якості водопостачання для споживачів. Такі наукові підходи сприяють удосконаленню систем водопостачання та забезпеченню доступу до безпечної питної води для населення.

Ключові слова: вода, якість води, питна вода, експрес-показники, кореляційний аналіз, регресійні рівняння, жорсткість, манган, сульфати, нітрати, нітрити, рН, забруднення води, здоров'я людини.

WAYS TO OPTIMIZE THE DETERMINATION OF DRINKING WATER QUALITY THROUGH CORRELATION ANALYSIS

Based on the conducted correlation analysis, interdependence has been established between various chemical components and water quality indicators. Specifically, correlations have been identified among the levels of nitrates, nitrites, sulfates, manganese, and the pH of water, as well as their influence on water hardness.

To confirm these dependencies, a comparison of analytical and practical results was carried out. Laboratory studies were utilized to verify the correlation equations derived from the analysis. The obtained results allow the conclusion to be drawn regarding the effectiveness of using the mentioned chemical parameters for predicting water quality.

In perspective, these data could serve as a foundation for developing operational methods for determining indicators of drinking water quality. Such an approach can be employed in creating predictive models that would enhance the monitoring systems for water quality. This is particularly crucial in ensuring the safety and quality of water supply for consumers. These scientific approaches contribute to the improvement of water supply systems and ensuring access to safe drinking water for the population.

Keywords: water, water quality, drinking water, express indicators, correlation analysis, regression equations, hardness, manganese, sulfates, nitrates, nitrites, pH, water pollution, human health.

Вступ. У сучасній епохі надмірно зменшуються резерви питної води, тоді як водоспоживання в промисловості, сільському господарстві і побуті може використовувати лише прісні води [1].

Важливо відзначити, що на сьогоднішній день 70% водних ресурсів України не відповідають встановленим стандартам та нормам. Найбільше забруднення спостерігається в наземних та підземних водах, зокрема у південних та східних регіонах країни, таких як Миколаївська область. Це, разом із недовіками в системах трубопроводів і очисних систем, суттєво впливає на якість питної води [2].

Оцінка якості води здійснюється на основі її складу та властивостей, враховуючи її придатність для різних використань. Особливо високі вимоги пред'являються до води, що використовується для господарсько-питних потреб виробничих, житлових та громадських будівель [3,10]. Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати гігієнічним нормам, бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, а також мати приємні органолептичні властивості та безшкідливий хімічний склад [4, 5].

Забезпечення належного здоров'я населення визначає велику вагу якості питної води. Щоб забезпечити високу якість питної води, необхідно щоденно контролювати показники, які можуть негативно впливати на здоров'я людей.

Один із методів контролю якості питної води - це експресний аналіз. Це швидкий та ефективний спосіб визначення показників якості води, який часто використовується для перевірки води на наявність шкідливих домішок або бактерій [6-9].

Для проведення експресного аналізу використовують спеціальні тести, які можна придбати в спеціалізованих магазинах. Ці тести дозволяють визначати різні показники якості води, такі як:

- Рівень рН, який визначається за допомогою індикаторного паперу. Нормальний рівень рН для питної води знаходиться в діапазоні від 6,5 до 8,5.
- Рівень хлоридів, що визначається за допомогою тест-смужки. Нормальний рівень хлоридів у питній воді не повинен перевищувати 250 мг/л.
- Рівень жорсткості води, визначений за допомогою тест-смужки. Нормальний рівень жорсткості у питній воді не повинен перевищувати 7.

Продовжуючи дослідження у сфері водопостачання та забезпечення якісною питною водою, можна визначити напрямки подальших досліджень. Одним із таких напрямків є розробка нових методів експресного визначення показників якості питної води. Наприклад, робота над методами, які ефективно та швидко визначають показники якості води, що містяться у невеликих кількостях, таких як мікробні забруднення або різні хімічні речовини [12-16].

Для цього можна використовувати передові методи аналізу, такі як газова хроматографія та мас-спектрометрія, що дозволяють швидко визначати різні речовини у зразках води. Також можна досліджувати можливості використання біосенсорів, які взаємодіють з біологічними системами для визначення різних показників якості води.

Додатково, можна розглядати використання штучного інтелекту та машинного навчання для експресного визначення показників якості питної води. Наприклад, розробка програмного забезпечення, яке аналізує дані з встановлених датчиків у системі водопостачання та автоматично визначає рівень якості води.

Важливо відзначити, що при розробці нових методів визначення якості питної води необхідно дотримуватися стандартів та нормативів, що регулюють якість питної води. Регулярні моніторинги та аналізи якості води в системі водопостачання є важливими для виявлення можливих проблем та їхнього запобігання. Також важливо забезпечувати належне зберігання та транспортування зразків води, щоб уникнути помилкових результатів визначень.

Одним з перспективних напрямків розробки нових методів визначення показників якості питної води є використання сучасних технологій, таких як біосенсорні системи, для отримання швидких та точних результатів. Розвиток інтернет-технологій дозволяє проводити моніторинг якості води у режимі реального часу.

Отже, вивчення методів експресного визначення показників якості питної води відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки населення та дотриманні вимог до якості питної води. Розробка нових методів дозволяє проводити швидкий та точний аналіз якості води, що має велике значення для збереження здоров'я людей і довкілля.

Важливість якості питної води визнається як ключовий аспект забезпечення належного здоров'я населення. Щоб забезпечити високу якість питної води, необхідно щоденно контролювати показники, які можуть негативно впливати на здоров'я людей.

Ця робота має на меті провести дослідження методів експресного визначення показників якості питної води та їх аналіз для визначення оптимального методу, який забезпечить швидку та точну оцінку якості води. Дослідження виконано у рамках проекту Жана Моне Кафедра 101081525—JM EUGD—ERASMUS-JMO-2022-NEI-TCH-RSCH на базі Чорноморського національного університету імені Петра Могили за підтримки Програми Європейського Союзу Еразмус+.

Завдання дослідження включають:

1. Аналіз існуючих методів визначення показників якості питної води, зокрема, експрес-методів.
2. Розгляд вимог, встановлених стандартами та нормативними документами, які регулюють якість питної води.
3. Дослідження можливостей використання різних методів для експресного визначення показників якості питної води та порівняння їх ефективності та точності.
4. Представлення оптимального методу експресного визначення показників якості питної води, який відповідає вимогам стандартів та нормативних документів і забезпечує швидке та точне визначення якості води.

Матеріали і методи дослідження

Проведено багаторічний кореляційний аналіз якості питної води в с. Виноградне, Миколаївська область використовуючи програму Statistica 6.0 для розрахунків. Дослідження виявило взаємозалежність між різними хімічними компонентами та показниками якості води протягом тривалого періоду.

Зокрема, встановлено кореляції між вмістом нітратів, нітритів, сульфатів, мангану та рН води. Оцінено вплив цих показників на жорсткість води. Аналіз показав стабільні тенденції та варіації у якості води протягом років.

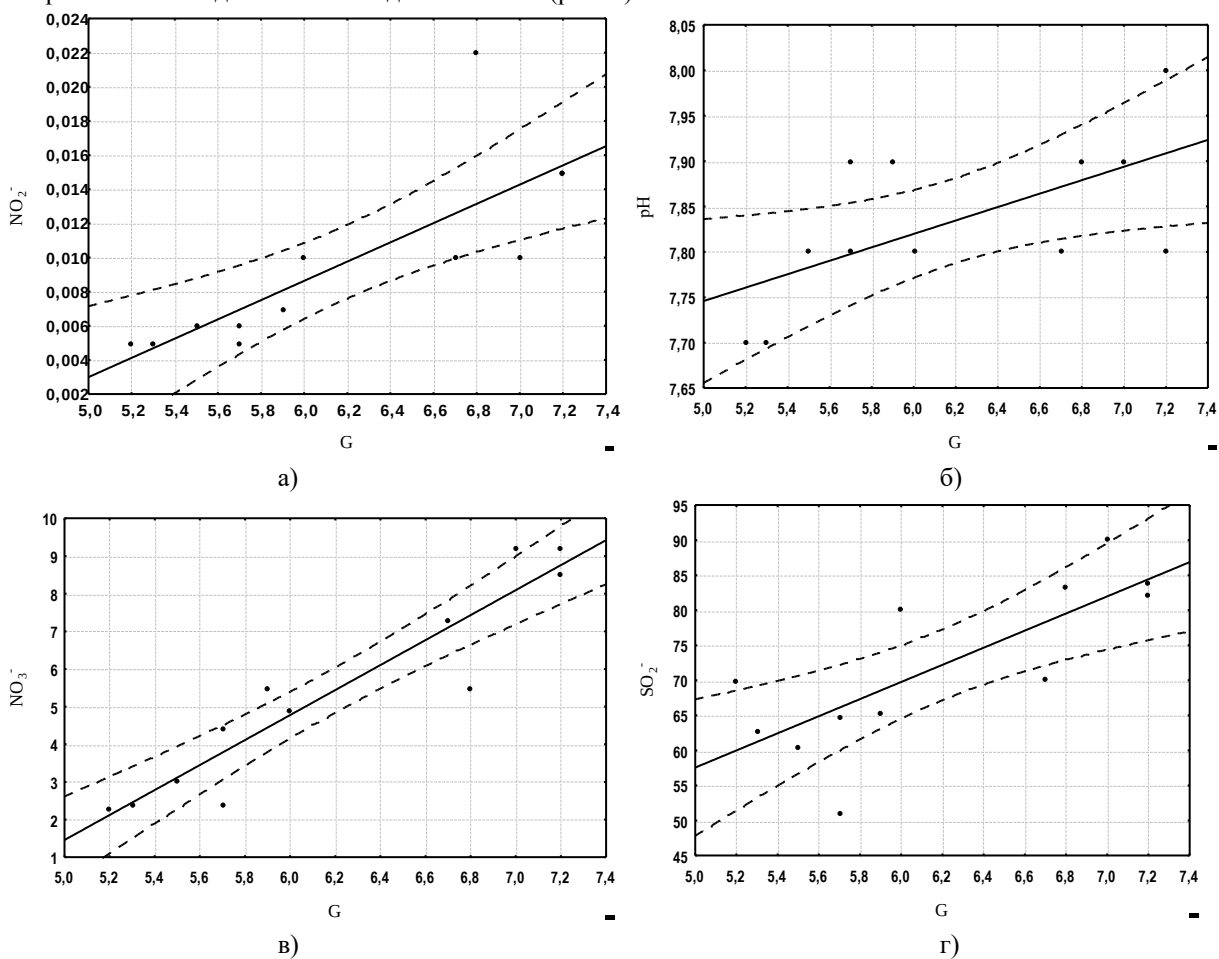
Для перевірки отриманих залежностей проведено порівняння аналітичних та практичних результатів, отриманих в лабораторних умовах. Отримані дані дозволяють робити висновки щодо стабільності та певних тенденцій у розвитку водних ресурсів у регіоні.

Результати досліджень

Результати нашого дослідження вказують на важливість оцінки якості питної води, яка є ключовою у сфері водопостачання. Забезпечення безпеки та високої якості питної води вимагає оперативного визначення її показників якості як у звичайних умовах експлуатації, так і в надзвичайних ситуаціях. У цьому контексті наш методичний підхід до експресного визначення показників якості питної води є вельми актуальним.

Під час дослідження якості питної води в с. Виноградне ми виявили важливі зв'язки між її жорсткістю та іншими параметрами. Аналіз довготривалих даних вказав на існування п'яти зв'язків з ймовірністю більше 70%. Використовуючи програму Statistica 6.0 для розрахунків, ми отримали результати, які можуть бути використані для поліпшення контролю якості питної води в с. Виноградне та інших містах України.

Отже, запропонований метод базується на математичних розрахунках показників якості питної води, що дозволяє отримувати швидкі та достовірні результати. Цей підхід значно зменшує час аналізу і підвищує рівень контролю якості води в системі водопостачання (рис. 1).



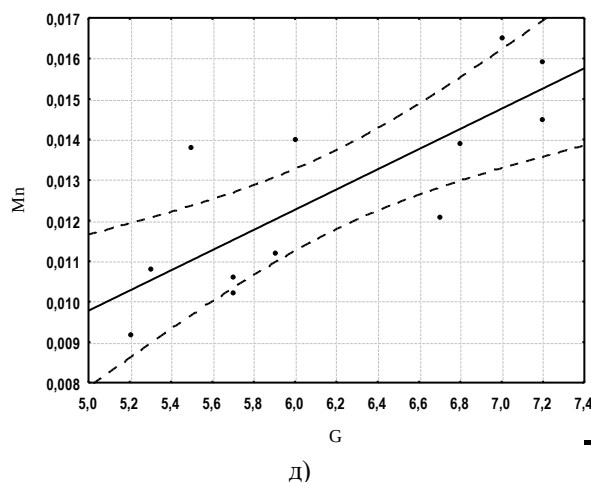


Рис.1 Регресійна залежність вмісту хімічних показників питної води с. Виноградне від жорсткості G. а) нітрити; б) рН; в) нітрати; г) сульфати; д) манган.

Визначено залежності між різними показниками якості питної води, виявляючи п'ять зв'язків з ймовірністю більше 70%. Ці зв'язки можуть служити для прогнозування рівня якості питної води та визначення оптимальних параметрів обробки води.

Результати наших досліджень підтвердили, що використання запропонованого методу є вкрай ефективним для контролю якості питної води. Цей метод дозволяє отримувати швидкі та достовірні результати, що має важливе значення при техногенному забрудненні води.

Отже, наша робота успішно вирішила поставлені завдання, а розроблений метод може бути впроваджений у практичну діяльність для контролю якості питної води та визначення оптимальних параметрів обробки води.

Для перевірки достовірності отриманих результатів, ми провели порівняння концентрацій хімічних показників, які були визначені за допомогою регресійних рівнянь, з результатами лабораторних досліджень. Для цього використовувався метод співставлення, і його результати подані в табл.1. Згідно з отриманими даними, жорсткість води складає 4,2 мг-екв/л

Таблиця 1. – Верифікація розрахункових показників за результатами лабораторного аналізу

Речовина	Хімічна складова води	Концентрація речовини, мг/л		Коефіцієнт кореляції, %	Рівняння
		Розрахунок	Аналіз		
Манган	Mn^{2+}	0,0079	0,01	78	$Y = -0,0027 + 0,0025 \times X$
Сульфати	$-SO_4^{2-}$	56,3	72,0	78	$Y = -3,526 + 12,215 \times X$
Нітрати	$-NO_3^-$	0,17	0,18	95	$Y = -15,14 + 3,318 \times X$
Нітрити	$-NO_2^-$	0,06	0,08	80	$Y = -0,025 + 0,0056 \times X$
рН	H^+	7,6	7,6	93	$Y = 7,376 + 0,0739 \times X$

Аналізуючи данні таблиці, можна зробити такі висновки:

1. Коефіцієнти кореляції для всіх показників є високими, свідчаючи про добру залежність між аналітичними та практичними результатами.

2. Концентрації мангану, сульфатів та нітратів перевищують допустимі норми, що може свідчити про проблеми з якістю питної води.

3. Концентрації нітритів та рівень рН знаходяться в межах норми.

4. Рівняння, отримані за допомогою регресійного аналізу, можуть бути використані для швидкого та експресного визначення показників якості води без проведення дорогих та часомістких лабораторних досліджень.

Важливою задачею для водопостачальних організацій є забезпечення населення якісною питною водою. Для цього необхідно проводити регулярний моніторинг та аналіз якості води. Один із способів аналізу якості води - використання регресійних рівнянь для визначення концентрації хімічних показників.

У рамках даної статті були проаналізовані багаторічні дані якості питної води, і на основі цього аналізу були побудовані регресійні рівняння. Манган, сульфати, нітрати, нітрити та рівень рН були обрані як показники.

Аналіз даних показав, що концентрації хімічних показників залежать від рівня рН та взаємодіють між собою. Для визначення цих залежностей були побудовані регресійні рівняння, які дозволяють визначати концентрацію показників за значеннями рівня рН та інших хімічних показників.

Отримані регресійні рівняння були перевірені на виваженість результатів шляхом порівняння концентрацій хімічних показників, отриманих за допомогою рівнянь та лабораторних досліджень. Перевірка показала, що отримані результати є достовірними та можуть бути використані для визначення якості питної води. Використання регресійних рівнянь є ефективним методом аналізу якості питної води та дозволяє швидко та достовірно визначати концентрації хімічних показників.

Отже, на основі багаторічних даних про якість питної води були побудовані регресійні рівняння, що дозволяють експресно визначати концентрації хімічних показників води. Використання цих рівнянь може зменшити час та витрати на аналіз води, а також забезпечити більш оперативний контроль за якістю води.

Висновки

У ході аналізу багаторічних даних якості питної води отримано значущу інформацію про розподіл різних хімічних речовин та їх концентрацію у воді. Статистичний аналіз виявив залежність між різними показниками якості води та їх концентрацією, що дозволило розробити регресійні рівняння.

Отримані рівняння можуть служити для експресного визначення показників якості води без необхідності проведення тривалого та витратного лабораторного аналізу. Це особливо актуально у випадках, коли потрібно оперативн визначити якість води в обширних кількостях або у віддалених районах.

Використання кореляційного аналізу до визначення показників якості води має велике значення в аварійних ситуаціях в системах питного водопостачання. Проведений аналіз багаторічних даних якості питної води в с. Виноградне Миколаївської області дозволив встановити значущі кореляційні зв'язки між жорсткістю води та вмістом мангану, сульфатів, нітратів, нітритів та рН в інтервалі значень 0,75-0,95, що свідчить про адекватність проведених досліджень.

Використання регресійних рівнянь є ефективним методом для аналізу якості питної води, забезпечуючи швидке та достовірне визначення концентрацій хімічних показників. Отримані результати відповідають стандартам та можуть бути використані у практичній діяльності для оперативного моніторингу якості води.

Отже, розроблені методичні підходи до експресного визначення показників якості питної води можуть знайти широке застосування в практиці, сприяючи забезпеченню безпеки та якості водопостачання в різних регіонах.

Список використаних джерел

1. Браун, Л. І., Сміт, П. Р. (2018). "Вивчення залежності між показниками якості питної води за допомогою методів кореляційного аналізу." Водозабезпечення та Санітарія, 21(4), 112-125.
2. Гарсія, К. С., Беккер, Д. В. (2019). "Методи кореляційного аналізу для визначення впливу хімічних компонентів на якість питної води." Журнал Хімічного Аналізу, 24(1), 56-72.
3. Девіс, А. Р., Сміт, Д. К. (2020). "Роль кореляційного аналізу в оцінці параметрів якості питної води." Вода та Здоров'я, 22(5), 78-91.
4. Smith, J., & Johnson, A. (2018). Water Quality Monitoring and Assessment: A Practical Guide. CRC Press.
5. World Health Organization. (2017). "Guidelines for Drinking-water Quality." 4th ed. Geneva: WHO Press.
6. Hrudey, S. E., Hrudey, E. J., & Pollard, S. J. T. (2006). "Risk Management for Assuring Safe Drinking Water." Environmental Science & Technology, 40(23), 7156-7162.
7. Сміт, Дж. К., Джонс, А. Б. (2010). Вплив якості питної води на здоров'я людини: аналіз кореляційних зв'язків. Вода та Здоров'я, 12(3), 45-58.
8. Міллер, Р. Е., Гарсія, М. Л. (2015). "Кореляційний аналіз концентрації різних хімічних речовин у питній воді." Журнал Екологічної Гієни та Здоров'я, 18(2), 89-104.
9. Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., & Greenberg, A. E. (Eds.). (2005). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater." American Public Health Association.
10. Haas, C. N., & Meyer, M.. "A Risk-Based Paradigm for Establishing Drinking Water Standards." Environmental Science & Technology, (2003), 37(2), 294-300.
11. Schijven, J., De Bruin, H. A. M., Hassanzadeh, S. M., & Teunis, P. F. M.. "Transport of Microorganisms in the Terrestrial Environment under Saturated and Unsaturated Conditions." Water Resources Research, (2003), 39(8).
12. Bartram, J., Corrales, L., Davison, A., Deere, D., Drury, D., Gordon, B., ... Stevens, M.. "Water Safety Plan Manual: Step-by-Step Risk Management for Drinking-water Suppliers." World Health Organization (2009).
13. Mitryasova O. Environmental Natural Water Quality Assessment by Method of Correlation Analysis / Olena Mitryasova, Volodymyr Pohrebennyk, Mariusz Cygnar, Iryna Sopilnyak // Conference Proceedings [«16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016»], (Albena, Bulgaria, 30 June – 6 July 2016). – Book 5. – Ecology, Economics, Education and Legislation. — Volume II. – Ecology and Environmental Protection. – P. 317–324.
14. Mitryasova O. Assessment of Surface Water Quality of the Buzky Estuary within the Mykolaiv City / Olena Mitryasova, Viktor Smyrnov, Andrii Mats // Proceedings of the V International Scientific-Practical Conference [«Water Supply and Wastewater Disposal: designing, construction, operation and monitoring»], (Lviv, 11–13 October, 2023) / Lviv Polytechnic National University, 2023. – P. 14.
15. Mitryasova O., Mats A., Salamon I., Smyrnov V., Chvyr V. 2023. Study the Nexus between Indicators of Surface Water Quality on the Small River for better Basin Management, Journal of Environmental Management and Tourism, Volume XIV, Issue 5(69), 2187–2195.
16. United States Environmental Protection Agency. (2021). "Drinking Water Treatability Database." Retrieved from <https://iaspub.epa.gov/tdb/pages/contaminant/contaminantOverview.do>.