

# Scientific and technical journal «Technogenic and Ecological Safety»

RESEARCH ARTICLE  
OPEN ACCESS

## ВПЛИВ ОБМІНУ ҐРУНТОВИМИ ВОДАМИ МІЖ ПРИТОКАМИ НА ЕКОЛОГІЧНУ ЯКІСТЬ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

С. А. Коваленко<sup>1</sup><sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

УДК 502.51:502.172

DOI: 10.52363/2522-1892.2023.2.10

Отримано: 05 жовтня 2023

Прийнято: 29 листопада 2023

Cite as: Kovalenko S. (2023). Influence on groundwater exchange between confluents on the ecological quality of surface water bodies. Technogenic and ecological safety, 14(2/2023), 98–103. doi: 10.52363/2522-1892.2023.2.10

### Анотація

У статті порушено питання щодо впливу поверхневих водних об'єктів за течією річки Дніпро з урахуванням геологічного впливу однієї річки на іншу. Такі дослідження необхідні для встановлення факторів впливу на склад поверхневих вод річок і визначення стабільності екологічної якості поверхневих водних об'єктів таких, як ліві притоки Дніпра – Десна, Сула, Псел, Ворскла і Самара. Метою дослідження є визначення впливу обміну ґрунтовими водами між притоками на екологічну якість вод поверхневих водних об'єктів у межах суббасейнів Дніпра (річка Десна – суббасейн річки Десна; річки Псел, Сула та Ворскла – суббасейн Середнього Дніпра; річка Самара – суббасейн Нижнього Дніпра) згідно з басейновим принципом управління водними ресурсами. Об'єктом дослідження є вплив поверхневих водних об'єктів на екологічну якість вод з урахуванням наявності ґрунтових вод. Виявлення впливу води розташованих вище приток на нижче за течію на якісні показники водозабору з урахуванням наявності ґрунтових вод, які сполучають між собою різні водні потоки, проведено на прикладі динаміки зміни вмісту хлоридів. Побудовано кореляційні залежності між концентраціями хлоридів у постах спостереження, які знаходяться найближче до Дніпра. Отримані результати підтверджують вплив приток однієї на іншу та доводять, що тенденція такого впливу є стійкою. Для підтвердження отриманих висновків щодо впливу річок за рахунок ґрунтових вод потребує додаткових досліджень – з домішками, які наявні у розглянутих притоках. Отримані результати можуть бути застосовані у подальших дослідженнях під час розробки і впровадженню надійної та ефективної математичної моделі для прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів у межах суббасейну.

**Ключові слова:** поверхневі водні об'єкти, екологічна якість води, басейновий принцип управління, ґрунтові води, хлориди, вплив геологічний.

### 1 Постановка проблеми.

Підземні води переважно використовуються для господарсько-питного водопостачання, сільського господарства та для виробничо-технічних цілей. Питна вода є надзвичайно важливою для здоров'я людини і відіграє ключову роль у багатьох фізіологічних процесах. Наприклад, вона є важливою для підтримки водно-сольового балансу організму, розчинення та видалення токсинів, сприяє розповсюдженню поживних речовин тощо. Відповідно до статті 1 Водного кодексу України [1] поверхневі води – це води водних об'єктів, які знаходяться на земній поверхні, а підземні води – це води, які розташовані нижче рівня земної поверхні.

Згідно з даними Національного звіту про якість питної води та стан постачання питної води в Україні [2] станом на 2020 рік близько 70 % жителів країни мали доступ до централізованого водопостачання. Запаси підземних та поверхневих вод, що є придатними для питного водопостачання, нерівномірно розподілені по території країни і у світі в цілому [3]. Відповідно до даних [4] станом на 2021 рік 65% підземних водних ресурсів зосереджено у північній та північно-західній частинах держави (Дніпровсько-Донецький та Волино-Подільський артезіанські басейни), південна частина України, навпаки, має обмежені ресурси підземних вод. Україна вже є вододефіцитною країною. Згідно з даними [4] загальні відновні водні ресурси України становлять

175,3 км<sup>3</sup> на рік, з яких 97 % формується за рахунок поверхневого річкового стоку і лише 3 % (5 км<sup>3</sup>) за рахунок підземних вод.

Взаємодія між поверхневими та підземними водами полягає у тому, що відбувається живлення поверхневих водотоків за рахунок підземних вод, чи зміна рівня підземних вод за рахунок втрати річкових вод.

Збільшення вмісту забруднюючих речовин у водних об'єктах спричинене постійними чи аварійними скидами стічних вод промислових об'єктів, сільського господарства, комунальних підприємств.

Хлор є одним із важливих біогенних елементів, який міститься у складі живих організмів. Хлор має широкий спектр застосування, наприклад, для виробництва хлоридної кислоти, хлорного вапна, для хлорування руд, щоб у подальшому одержати кольорові та рідкісні метали. У сільському господарстві хлориди містяться у речовинах для боротьби із шкідниками. Більшість хлоридів добре розчиняються у воді. За винятком хлориду срібла (AgCl), який не розчиняється у воді та хлориду свинцю (PbCl<sub>2</sub>), який є малорозчинним. Хлоровмісні сполуки не споживають біологічні організми, вони не перетворюються у інші сполуки, як наприклад амоній переходить у нітрити та нітрати в наслідок процесу нітрифікації. Підвищена концентрація хлоридів негативно впливає на водне середовище, наприклад, перешкоджає розмноженню та

спричиняє загибель рослин і тварин у водних об'єктах, сприяє підкисленню водотоків. Хлориди можуть потрапляти до водних об'єктів із станцій водопостачання та водовідведення, у разі якщо на очисних спорудах під час знезараження води для постачання споживачам питної води через водопровідні мережі, застосовується хлор.

## 2 Аналіз останніх досліджень і публікацій

Під час досліджень вченими Пономаренком Р., Третьяковим О., Безсонним Л. та ін. було виявлено тенденцію до погіршення їх екологічного стану, проте не було проведено дослідження щодо вмісту хлоридів у них та можливих причини їх потрапляння до поверхневих водних об'єктів [5–9]. У цьому напрямі Прохоровою Л., Непшою О. та Зав'яловою Т. отримано результати дослідження якості поверхневих та підземних вод Запорізької області, а саме річки Дніпро та Каховського водосховища та її вплив на здоров'я населення, визначено основні чинники хімічного та біологічного забруднення підземних вод та запропоновано шляхи його попередження, проте не було досліджено їх взаємний вплив, що ми підтримуємо та це підтверджує наш напрям дослідження [10 – 11]. Також під час дослідження Шукановою А та Сафроновим О. підземних вод Полтавщини надано характеристику та проаналізовано їх використання [12]. Погіршення екологічного стану підземних вод регіону пов'язано із нітратним забрудненням, високим рівнем вмісту фтору та заліза і виявлено тенденцію до збільшення рівня забруднення хлоридами, проте не досліджено вплив підземних вод на якість води поверхневих джерел. Карлою С.С. Ферреїрою та ін. отримано результати впливу сміттєзвалищ на якість підземних вод, відзначені проблеми їх екологічного стану та потенційну загрозу для здоров'я людини, оскільки місця відбору проб, які проаналізовано у роботі, використовуються як джерело побутового водопостачання, в тому числі питної води [13]. Алгарбі Т. проведені екологічні роботи стосовно якості підземних вод, гідрохімічних процесів, для визначення можливості їх застосування у сільському господарстві, промисловості та для питного водоспоживання, але не досліджено їх вплив на якість води поверхневих водних об'єктів [14]. Стосовно методичного забезпечення дослідних робіт з оцінки якості підземних вод практичного значення набула інноваційна методика для визначення оцінки якості питних підземних вод у Південній Кореї [15]. У публікації Япінга Янга, Сіджі Танга, Даві Гана та ін. відзначені переваги та недоліки методів моніторингу вод, які застосовують у світі, а також надано деякі рекомендації щодо їх удосконалення, проте не досліджено їх вплив одна на одну з урахуванням геологічного впливу [16]. Наприклад, якість питної води, що постачається з поверхневих вод в Італії, завдяки моніторинговим дослідженням визначена як неприродна, відзначена необхідність удосконалення методів очистки для покращення їх якості за рахунок попереднього врахування факторів і місць її

забруднення, проте не вказано як впливає якість води ґрунтових вод [17].

За результатами аналізу вивченості питань моніторингу поверхневих вод і оцінки їх екологічної якості відповідно до наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних видань виявлено, що дослідженню впливу поверхневих водних об'єктів за течією основної річки з урахуванням ґрунтових вод приділяється недостатньо уваги.

## 3 Постановка завдання та його вирішення

Для дослідження впливу лівих приток Дніпра на якісні показники водозабору запропоновано дослідити на рівні наявності ґрунтових вод, які сполучають між собою різні водні потоки. Динаміка такого впливу досліджена на прикладі хлоридів. Для дослідження були обрані ліві притоки річки Дніпро, а саме Десна, Сула, Псел, Ворскла та Самара.

Метою дослідження є визначення впливу обміну ґрунтовими водами між притоками на екологічну якість вод поверхневих водних об'єктів у межах суббасейнів Дніпра (річка Десна – суббасейн річки Десна; річки Псел, Сула та Ворскла – суббасейн Середнього Дніпра; річка Самара – суббасейн Нижнього Дніпра) згідно з басейновим принципом управління водними ресурсами.

Для досягнення мети необхідно вирішити завдання:

– виявити та проаналізувати можливий вплив обміну ґрунтовими водами між притоками на екологічну якість вод поверхневих водних об'єктів у межах суббасейну за допомогою кореляційних залежностей між вмістом хлоридів у вище та нижчерозташованих лівих притоках Дніпра.

Об'єктом дослідження є вплив поверхневих водних об'єктів на екологічну якість вод з урахуванням наявності ґрунтових вод.

Предметом дослідження є хімічний склад вод у лівих притоках Дніпра (річки Десна, Сула, Псел, Ворскла та Самара), а саме вміст хлоридів.

Кореляційні залежності між концентраціями хлоридів вказаних приток у постах спостереження, які знаходяться найближче до Дніпра, визначалися на даних моніторингу поверхневих вод за 2013, 2016 та 2020 роки (рисунки 1 – 12), оскільки їх дослідження також є актуальним в умовах воєнного стану. Для річки Десна обрано пост спостережень, який розташований у с. Крехаїв Чернігівського р-ну на кордоні Чернігівської та Київської обл. Пост дослідження якості води річки Сула розташований у місті Лубни Полтавської обл.; річки Псел – у смт Велика Багачка Миргородського р-ну Полтавської обл.; річки Ворскла – у м. Кобеляки Полтавської обл.; для річки Самара це пост у м. Підгородне Дніпропетровського р-ну Дніпропетровської обл. [18].

Відповідно до залежностей, відзначених на рисунках 1 – 4 у 2013 році спостерігається вплив на якість води розташованих вище приток на нижчерозташовані, а саме річки Десна на річку Сула, річки Сула на річку Псел, річки Псел на річку Ворскла і річки Ворскла на річку Самара.

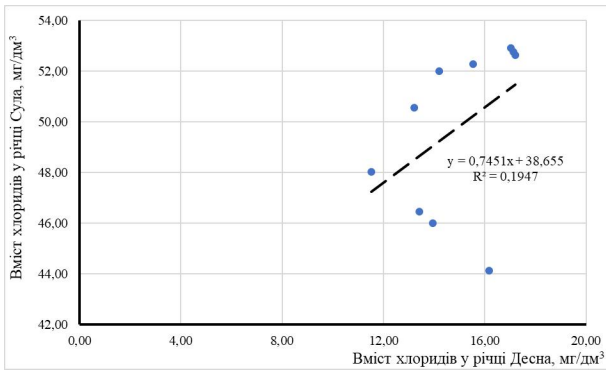


Рисунок 1 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2013 рік

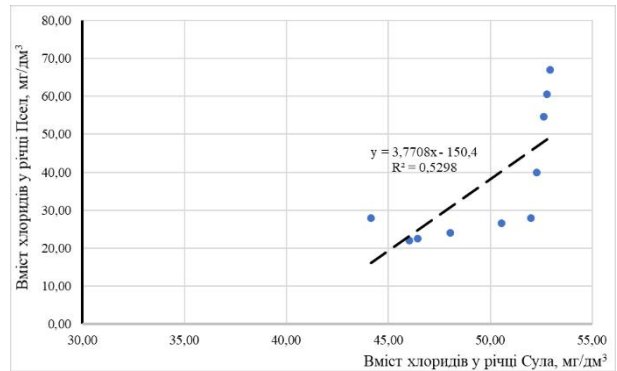


Рисунок 2 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Сула і річці Псел за 2013 рік

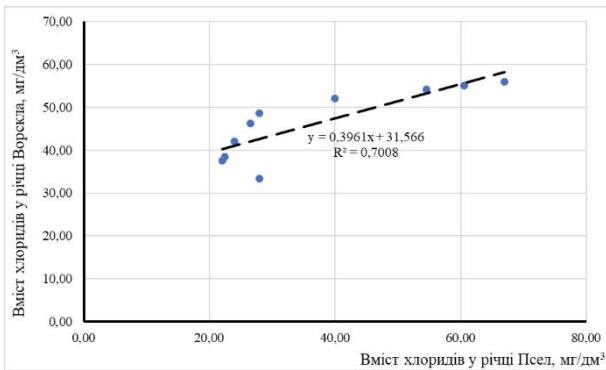


Рисунок 3 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Псел і річці Ворскла за 2013 рік

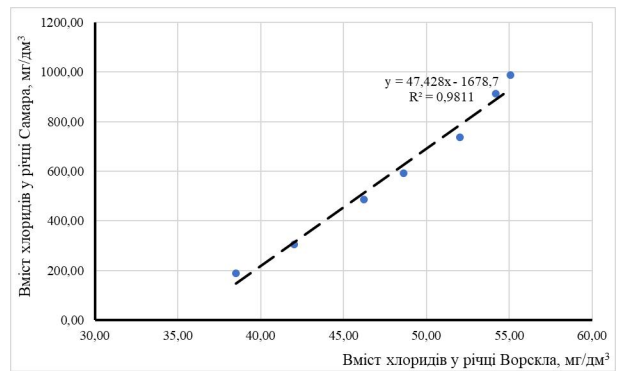


Рисунок 4 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Ворскла і річці Самара за 2013 рік

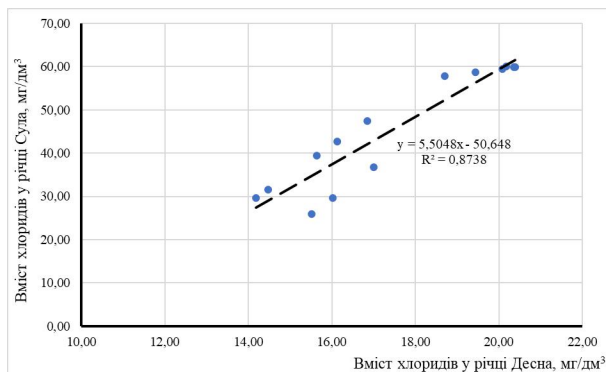


Рисунок 5 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2016 рік

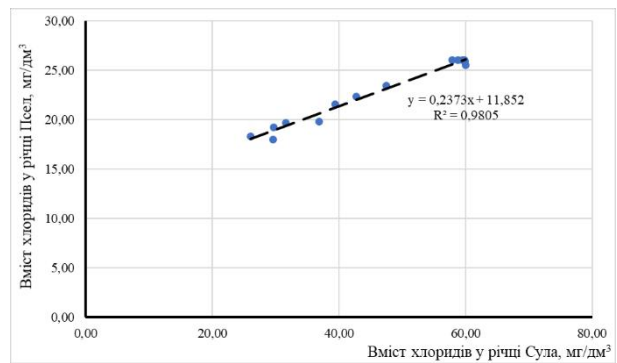


Рисунок 6 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Сула і річці Псел за 2016 рік

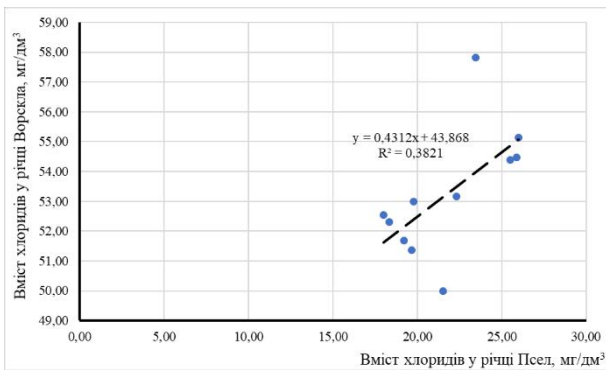


Рисунок 7 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Псел і річці Ворскла за 2016 рік

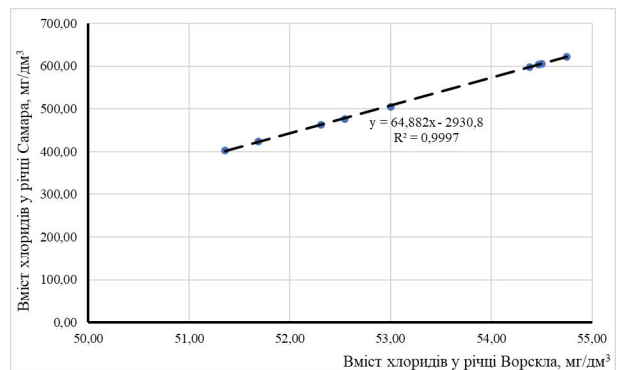


Рисунок 8 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Ворскла і річці Самара за 2016 рік

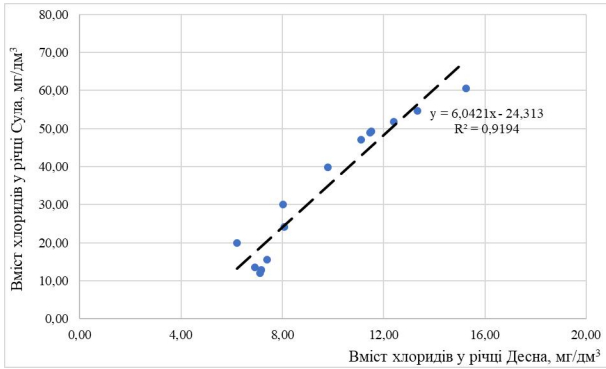


Рисунок 9 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2020 рік

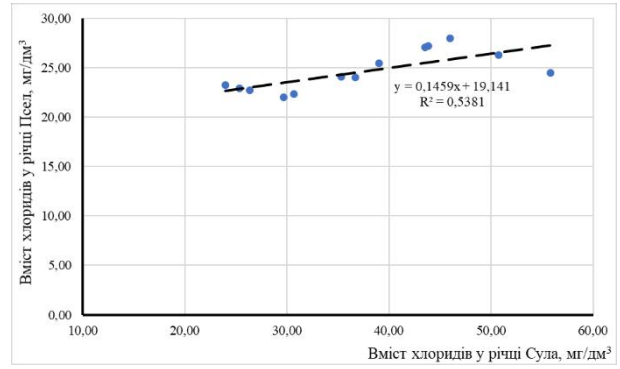


Рисунок 10 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Сула і річці Псел за 2020 рік

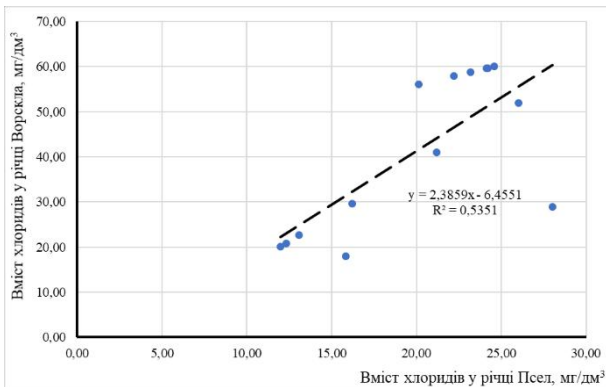


Рисунок 11 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Псел і річці Ворскла за 2020 рік

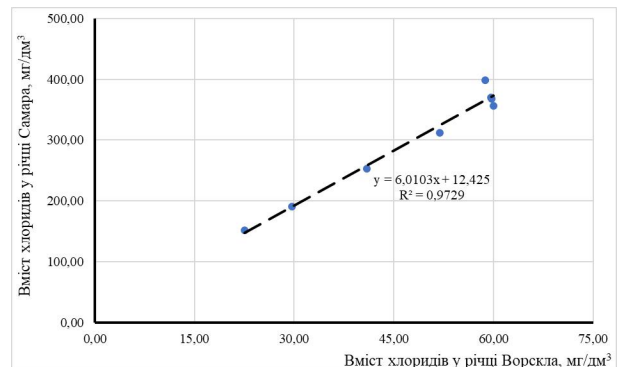


Рисунок 12 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Ворскла і річці Самара за 2020 рік

Отримані результати визначення залежності якості вод між притоками за даними моніторингу у 2016 році (рис. 5–8) показали, що спостерігається вплив ґрунтових вод на стан води приток, які розташовані вище за течією річки на притоки, які розташовані нижче.

На рисунках 9 – 12 графічні залежності отримані за даними вимірювання якості вод у 2020 році відобразили вплив хлоридів, який спостерігається по притокам.

Аналіз кореляційних залежностей рисунків 1, 5 та 9 для постів спостереження приток Десни і Сули, рисунків 2, 6 та 10 для приток Сула та Псел, рисунків 3, 7 та 11 для річок Псел та Ворскла і рисунків 4, 8 та 12 показав, що існує стійка тенденція впливу вищерозташованих приток на розташовані нижче, вона зберігається роками. Таким чином, є підстави стверджувати, що подібні впливи водних потоків з формування певного рівня екологічної якості поверхневих вод слід очікувати і для інших складових компонентів, присутніх і у підземних водах, які сполучають притоки. Рекомендується для таких досліджень провести

додаткові вивчення вод вздовж кожної притоки окремо на постах спостереження і окремо за концентраціями домішок у поверхневих водних об'єктах

### Висновки

Отримані результати дослідження річок Десна, Сула, Псел, Ворскла та Самара підтверджують вплив розташованих вище приток на нижчерозташовані за даними постів спостереження, які знаходяться найближче до Дніпра. У роботі доведено, що тенденція такого впливу за динамікою зміни вмісту хлоридів є стійкою.

Таким чином, за висновками аналітичної роботи стверджується, що при визначенні факторів формування складу поверхневих вод і оцінки їх екологічної якості необхідно проводити додаткові дослідження щодо наявності геологічного впливу вздовж однієї річки на іншу з урахуванням наявних домішок у водах притоків. Під час подальших досліджень отримані результати можливо використати при розробці та впровадженні надійної та ефективної моделі прогнозування екологічного стану поверхневих вод суббасейнів Дніпра.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Водний кодекс України. Закон України № 213/95-ВР від 06.06.1995 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-vr#Text> (дата звернення 30.09.2023).
2. Україна – швидка оцінка завданої шкоди та потреб на відновлення : лютий 2022 – лютий 2023 (Ukrainian). Washington, D.C. : World Bank Group, 2023. 164 с. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099062823034041908/P18017401fe843001af21016afb4ebc8c4> (дата звернення 30.09.2023).
3. Water resources allocation based on water resources supply-demand forecast and comprehensive values of water resources / Zhang F., Wu Z., Di D., Wang H. *Journal of hydrology: regional studies*. 2023. Vol. 47. P. 1–19. DOI: 10.1016/j.ejrh.2023.101421.

4. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту). Київ: Центр екол. ініціатив «Екодія», 2021. 72 с.
5. Екологічна оцінка найбільшої притоки річки Дніпро в межах України / Коваленко С. А. та ін. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 4 (010). С. 65–75. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.250822.65.879.
6. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкту (на прикладі річки Псел) / Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Крайнюк О. В., Северинов О. В. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. Вип. 25. С. 31–41. DOI: 10.26565/1992-4259-2021-24-03.
7. Identification of New Temporal-Spatial and Seasonal Trends in the Ecological Status of Surface Water Bodies / Kovalenko S., Ponomarenko R., Tretyakov O., Ivanov Ye. *Modern Scientific Research: Achievements, Innovations and Development Prospects: The 12th International scientific and practical conference (Berlin, Germany, May 22-24, 2022)*. Berlin, Germany. 2022. P. 177–183.
8. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України / Пономаренко Р. В., Пляцук Л. Д., Третяков О. В., Ковальов А. П. *Техногенно-екологічна безпека*. 2020. № 6(2/2019). С. 69–77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035.
9. Безсонний Л., Некос А., Сапун А. Екологічна оцінка якості води Канівського водосховища. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2022. № 38. С. 85–96. DOI: 10.26565/1992-4224-2022-38-08.
10. Прохорова Л., Непша О., Зав'ялова Т. Якість поверхневих та підземних вод Запорізької області та її вплив на здоров'я населення. *Філософія здоров'я – здоровий спосіб життя – здорова нація* : 36. ст., тез і доп. Всеукр. науково-практ. конф., м. Херсон, 25 квіт. 2018 р. С. 202-209. URL: <http://eprints.mdu.org.ua/id/eprint/1764/> (дата звернення 30.09.2023).
11. Прохорова Л., Непша О., Зав'ялова Т. Геоекологічні проблеми використання підземних вод Запорізької області та шляхи їх вирішення. *Екологічні дослідження у вищих навчальних закладах: збірник наукових праць*. 2018. С. 159–162. URL: <http://eprints.mdu.org.ua/id/eprint/2490/> (дата звернення 30.09.2023).
12. Шуканова А., Сафронов О. Використання підземних вод Полтавщини та їх характеристика. *Освітні й наукові виміри географії та туризму*: матеріали Всеукр. науково-практ. інтернет-конф. для студентів, аспірантів, молодих вчен., м. Полтава, 18 листоп. 2020 р. Полтава, 2020. С. 43–42. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15654> (дата звернення 30.09.2023).
13. Groundwater quality in the vicinity of a dumpsite in Lagos metropolis, Nigeria / Ferreira C. S. S., Adama-Ajonye O., Ikenna A. E., Kalantari Z. *Geography and sustainability*. 2023. Vol. 4, Issue 4. Pp. 379-390. DOI: 10.1016/j.geosus.2023.09.005.
14. Alharbi T. Assessment of the Biyahd groundwater quality and geochemical process in Saudi Arabia using statistical, modelling, and WQI methods. *Journal of King Saud University - Science*. 2023. Vol. 35, No. 8. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.jksus.2023.102847.
15. Prediction of groundwater quality index to assess suitability for drinking purpose using averaged neural network and geospatial analysis / Ahn S. H. et al. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2023. Vol. 265. P. 1–9. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115485.
16. A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks / Jiang J. et al. *Environmental Modelling & Software*. 2020. Vol. 132. Art. 104792. DOI: 10.1016/j.envsoft.2020.104792.
17. Genotoxicity of source, treated and distributed water from four drinking water treatment plants supplied by surface water in Sardinia, Italy / Ferretti D. et al. *Environmental research*. 2020. Vol. 183. P. 1–9. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109385.
18. Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://www.davr.gov.ua/> (дата звернення 30.09.2023).

## Kovalenko S.

### INFLUENCE ON GROUNDWATER EXCHANGE BETWEEN CONFLUENTS ON THE ECOLOGICAL QUALITY OF SURFACE WATER BODIES

The article raises the question of the influence on surface water bodies downstream of the Dnipro River, taking into account the geological influence on one river on another. Such studies are necessary to establish the factors influencing the composition of surface waters of rivers and to determine the stability of the ecological quality of surface water bodies such as the left tributaries of the Dnipro – Desna, Sula, Psel, Vorskla and Samara. Detection of the influence on upstream tributaries on downstream, taking into account the presence of groundwater, was carried out using the example of chloride dynamics. Correlational dependences were constructed between chloride concentrations in observation posts located the closest to Dnipro. The obtained results confirm the influence of tributaries on each other. In order to confirm the conclusions obtained regarding the influence on rivers due to groundwater, studies with other impurities present in tributaries are needed. The obtained results can be used for the development and implementation of a mathematical model for forecasting the ecological state of surface water bodies within the sub-basin.

**Key words:** surface water body, ecological quality of water, basin management principle, groundwater, chlorides, geologic influence.

### REFERENCES

1. *Vodnyi kodeks Ukrainy [Water Code of Ukraine]*. 213/95-VR Law of Ukraine. (1995). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр#Text>.
2. World Bank Group. (2023). *Ukraina – Shvydka Otsinka Zavdanoi Shkody Ta Potreb Na Vidnovlennia : Liutyi 2022 – Liutyi 2023 (Ukrainian) [Ukraine - Rapid Assessment of Damage and Recovery Needs: February 2022 - February 2023 (Ukrainian)]*. Washington, D.C., World Bank Group. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099062823034041908/P18017401fe8430010af21016afb4ebc8c4>. [in Ukrainian]
3. Zhang, F., Wu, Z., Di, D., & Wang, H. (2023). Water resources allocation based on water resources supply-demand forecast and comprehensive values of water resources. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 47, 1–19. DOI: 10.1016/j.ejrh.2023.101421.
4. Snizhko, S., Shevchenko, O., & Didovets, Yu. (2021). *Analiz vplyvu klimatichnykh zmin na vodni resursy Ukrainy (povnyi zvit za rezultatamy projektu) [Analysis of the impact of climate change on water resources of Ukraine (full report based on project results)]*. Kyiv, Tsentri ekolohichnykh initsiatyv “Ekodiia”. [in Ukrainian]
5. Kovalenko, S., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., Ivanov, Ye., & Tytarenko, A. (2022). Ecological assessment of the Dnipro river's largest tributary within Ukraine [Ecological assessment of the largest tributary of the Dnipro River within Ukraine]. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*, 4(010), 65–75. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.250822.65.879. [in Ukrainian]
6. Kovalenko, S. A., Ponomarenko, R. V., Krainyuk, O. V., & Severynov, O. V. (2021). Ekologichna ocinka jakisnogo skladu poverhnevo vodnogo ob'jektu (na prykladі richky Psel) [Environmental assessment of surface water body quality (on the example of the Psel river)]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, 25, 31–41. DOI: 10.26565/1992-4259-2021-24-03. [in Ukrainian]
7. Kovalenko, S., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., & Ivanov, Y. (2022). Identification of new temporal-spatial and seasonal trends in the ecological status of surface water bodies. *Modern Scientific Research: Achievements, Innovations and Development Prospects: The 12th International scientific and practical conference (Berlin, Germany, May 22-24, 2022)*, 177-183.
8. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Tretyakov, O., & Kovalev, P. (2019). Vyznachennja ekologichnogo stanu golovnoho dzhherela vodopostachannja Ukraini [Determination of the ecological state of the main source of water supply of Ukraine]. *Technogenic and ecological safety*, 6(2/2019), 69–77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035. [in Ukrainian]

9. Bezsonnyi, V. L., Nekos, A. N., & Sapun, A. V. (2022). Ekologichna otsinka yakosti vody Kanivskoho vodoskhovyshecha [Environmental assessment of the water quality of the Kaniv reservoir]. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, 38, 85-96. DOI: 10.26565/1992-4224-2022-38-08. [in Ukrainian]
10. Prokhorova, L., Nepsha, O., & Zavalova, T. (2018). The quality of surface and underground waters of the Zaporizhzhia region and its impact on the health of the population [Yakist poverkhnevyykh ta pidzemnykh vod Zaporizkoi oblasti ta yii vplyv na zdorovia naseleennia]. *Filosofia zdorovia – zdorovyi sposib zhyttia – zdorova natsiia*, 202-209. URL: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/1764/>. [in Ukrainian]
11. Prokhorova, L., Nepsha, O., & Zavalova, T. (2018). Heoekologichni problemy vykorystannia pidzemnykh vod Zaporizkoi oblasti ta shliakhy yikh vyreshennia [Geoecological problems of groundwater use in the Zaporizhzhia region and ways to solve them]. *Ekologichni doslidzhennia u vyshchykh navchalnykh zakladakh: Zbirnyk naukovykh prats*, 159–162. URL: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/2490/>. [in Ukrainian]
12. Shukanova, A., & Safronov, O. (2020). Vykorystannia pidzemnykh vod Poltavshchyny ta yikh kharakterystyka [The use of underground waters of the Poltava region and their characteristics]. *Osvitni y naukovy vymiry heohrafii ta turyzmu*, 43–42. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15654>. [in Ukrainian]
13. Ferreira, C. S. S., Adama-Ajonye, O., Ikenna, A. E., & Kalantari, Z. (2023). Groundwater quality in the vicinity of a dumpsite in Lagos metropolis, Nigeria. *Geography and sustainability*, 4(4), 379-390. DOI: 10.1016/j.geosus.2023.09.005.
14. Alharbi, T. (2023). Assessment of the Biyadh groundwater quality and geochemical process in Saudi Arabia using statistical, modelling, and WQI methods. *Journal of King Saud University - Science*, 35(8), 1–10. DOI: 10.1016/j.jksus.2023.102847.
15. Ahn, S. H., Jeong, D. H., Kim, M., Lee, T. K., & Kim, H.-K. (2023). Prediction of groundwater quality index to assess suitability for drinking purpose using averaged neural network and geospatial analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 265, 1–9. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115485.
16. Jiang, J., Tanga, S., Han, D., Fu, G., Solomatine, D., & Zheng, Y. (2020). A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks. *Environmental Modelling & Software*, 132, 104792. DOI: 10.1016/j.envsoft.2020.104792.
17. Feretti, D., Acito, M., Dettori, M., Ceretti, E., Fatigoni, C., Posadino, S., Zerbini, I., Villarini, M., Moretti, M., Castiglia, P., & Azara, A. (2020). Genotoxicity of source, treated and distributed water from four drinking water treatment plants supplied by surface water in Sardinia, Italy. *Environmental Research*, 183, 1–9. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109385.
18. State Agency of Water Resources of Ukraine. Official website. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.