

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ВІД ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ У ВОДОЙМАХ ОХОЛОДЖУВАЧАХ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Надана оцінка впливу техногенно-антропогенної діяльності на стан поверхневих вод водойми-охолоджувача за параметрами питомої електропровідності. Проведені кореляційні та регресійні аналізи між температурою води і електропровідністю та показниками рН і електропровідністю. Отримана пряма залежність між парами показників, але з різною щільністю та силою залежності. Більш тіснішою, за результатами дослідження, виявилася взаємозалежність між температурою та електропровідністю у поверхневих водах. Результати дослідження вказують на те, що за визначеними показниками можна оцінити та розрізнити природні й антропогенні чинники, які впливають на мінеральний склад поверхневих вод штучного водного об'єкту.

Ключові слова: питома теплоємність, водосховище-охолоджувач, температура, водневий показник, кореляційний аналіз, регресійний аналіз.

Abstract

An assessment of the influence of technogenic and anthropogenic activities on the state of the surface waters of the cooling reservoir based on the parameters of specific electrical conductivity has been provided. Correlation and regression analyzes were carried out between water temperature and electrical conductivity, as well as pH indicators and electrical conductivity. A direct dependency between those pairs of indicators was obtained, but with different density and strength of dependence. According to the results of the study, the interdependence between temperature and electrical conductivity in surface waters turned out to be closer. The results of the study indicate that the natural and anthropogenic factors affecting the mineral composition of the surface waters of an artificial water body can be estimated and distinguished using the specified indicators.

Key words: specific heat capacity, water cooler reservoir, temperature, water indicator, correlation analysis, regression analysis.

Вступ

Води поверхневі, підземні є добрими розчинниками, тому у воді знаходиться багато розчинених солей, що є основою для утворення позитивних і негативних іонів. Завдяки цьому, вода проводить електрику і за показниками електропровідності можна визначити її якість. Електропровідність розглядаємо як чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм. Електропровідність природних вод обумовлюється вмістом іонів: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Рівні електропровідності природної води приблизно орієнтують на ступені її мінералізації. Ускладнення, що виникають при оцінках сумарної мінералізації по питомій електропровідності, пов'язані з неоднаковою питомою електропровідністю розчинів різних солей [1].

Вимірювання електропровідності стали важливими, як звичайна частина програми моніторингу якості води [2,3]. Деякі з проблем, пов'язаних із вимірюванням провідності води, – це чутливість до зовнішніх збурень, ефекти поляризації та забруднення, селективність вимірювання та динамічний діапазон вимірювання. Чим більше хімічних речовин і мінералів у воді, тим вода більш електропровідна.

Результати дослідження

У водоймі – охолоджувачі електропровідність залежить, насамперед, від природних чинників та від антропогенних. Серед природних чинників – геологічне середовище, умови та породи, що

складають територію дослідження, ложе водосховище, гідрохімічний склад природних джерел, поверхневого природного стоку, гідрохімічна характеристика річки, що впадає у водосховище, ґрунтовий покрив, наявність (відсутність) рослинності. Крім того, створення водосховища - охолоджувача, - це зарегулювання річки, що призводить до перерозподілу річного стоку. У процесі експлуатації, при значному впливі на водні екосистеми відбувається регулювання стоку, збільшується седиментація, підвищується каламутність води.

Бурштинське водосховище створене у долині річки Гнила Липа (лівій притоці Дністра). У геологічній будові території дослідження беруть участь різновікові відклади різноманітного літологічного складу. Це здебільшого відклади опільської світи (*N_{1op}*), що зустрічаються на лівому березі водосховища, де вододіли з абсолютною висотою 350 м і вище. У нижній частині осадової товщі залягають пісковики, у верхній – вапняки [4,5]. На рівнинній частині території дослідження домінують четвертинні відклади алювіально-делювіального походження, а також лесовидні суглинки. У геоморфологічному відношенні – це горбисто-хвилювата Бурштинська височина, вздовж річки і з правого берега водосховища - заплава [4]. Територія дослідження знаходиться під темно-сірими опідзоленими ґрунтами і чорноземами опідзоленими на лесових породах. Заплава знаходиться під лучними та чорноземно-лучними ґрунтами [6].

В умовах глинистого ґрунту електропровідність потоків, які протікають по цій території, є вищою, ніж на інших територіях. Це пояснюється присутністю у лесових породах деяких речовин, що мають здатність іонізуватися при потраплянні у воду.

Антропогенна складова забруднень вод Бурштинського водосховища детально розглянута [7, 8, 9]. Зосередимось лише на вмісті окремих катіонів і аніонів, які мають здатність підвищувати електропровідність. За дослідженнями, які проводились у 1993 році встановлено підвищений вміст сульфатів 125-183 мг/дм³, хлоридів 21-24 мг/дм³, кальцію – 91-127 мг/дм³, калію 11,6-25,3 мг/дм³ і, звичайно, сухого залишку, 486- 661 мг/дм³. Дослідження якості води у 2008 році вказали на зниження у водах вмісту катіонів та аніонів, що впливають на показники електропровідності та відмітимо зниження вмісту сухого залишку (450-650 мг/дм³). Ще нижчими ці показники стали у водах у 2023-2024 р.р. За результатами аналізу води (осінь, 2023р.) встановлено, що рН 7,9 -8,1, спостерігається каламутність 1,1-1,5, вміст сухого залишку 510-540 мг/дм³.

Таким чином, бачимо що дослідження електропровідності мають важливе практичне значення. І високі і низькі значення електропровідності, відповідно до фонових значень, можна використати для виявлення зміни навколишнього середовища як природного характеру, так і антропогенного.

Ми визначали електропровідність поверхневих вод у Бурштинській водоймі – охолоджувачі та досліджували залежність її показників від температури та водневого показника. Досліджено 38 створів. Місця відбору проб запропоновані на рис. 1, описова статистика результатів досліджень фізичних якостей води у водоймі охолоджувачі подана у табл. 1.



Рис. 1. Створи проведення дослідження (1...38 – номери створів дослідження)

Описова статистика для води водойми охолоджувача

Параметри	Max	Min	Середнє значення	медіана	мода	Стандартне відхилення	Дисперсія	Квадратичне відхилення
Електропровідність	475	405	435,78	435	450	16,35	267,49	9854,432
pH, водневий показник	7,8	6,9	7,48	7,5	7,6	1,23	0,05	1,23
Температура	23	21	20,44	21	21	1,00	1,06	37,26

Дослідження проводились самостійно, у період літньої межні 2024 р. Електропровідність визначалась за допомогою портативного кондуктометра ЕС-132 А, з ціною поділки 1 uS/cm та точністю +/- 2%. Показники рН та температури води визначались за допомогою Venetech GM765, - портативного рН-метра і термометра для рідин. Для рН метра діапазон вимірювань 3,5<рН<11,5 з похибкою +/-0,1%, для термометра похибка складає +/-1%

За допомогою кореляційного аналізу дослідимо, чи підтверджується залежність електропровідності від температури та водневого показника (рН) у природних умовах штучного масиву поверхневих вод і яка ця залежність. Степінь залежності між величинами опишемо за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона (за формулою Пірсона, форм. 1). Для цього використаємо дані наших спостережень (літня межень, 2024).

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - x_{сеп})(y_i - y_{сеп})}{\sqrt{\sum (x_i - x_{сеп})^2 \sum (y_i - y_{сеп})^2}} \quad (1)$$

Отримані результати розрахунків графічно продемонстровано (рис. 2, 3). Напрямок і висока щільність кореляційної хмари за отриманими даними (рис. 2) вказує на позитивну та високої щільності кореляцію між показниками температури води та електропровідності у штучному масиві поверхневих вод.

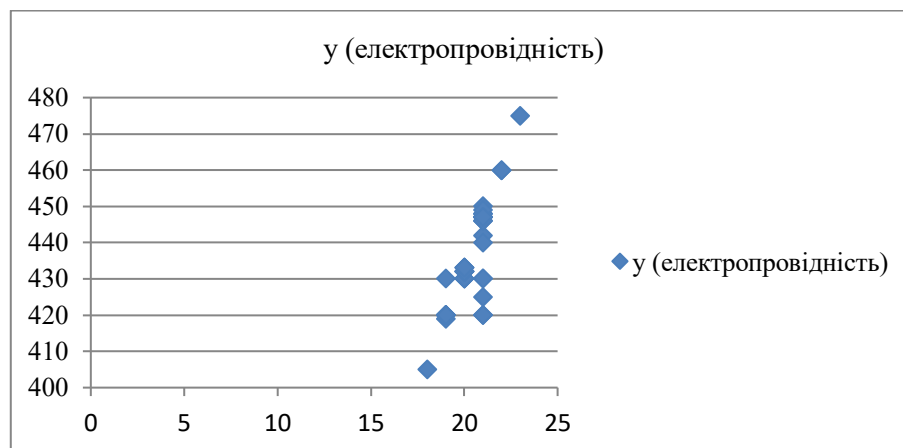


Рис. 2. Лінійна залежність електропровідність від температури

За результатами, модель регресійної статистики температури та електропровідність показує, що значення мають діапазон температури 21°-23°. Значення електропровідності знаходиться у межах 405 - 475, мкс/см із середнім значенням 435,78 мкс/см. Розраховане рівняння регресії $Y = 11,68x + 197$ та визначений коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,697$. Отримані результати вказують на пряму стійку залежність електропровідності від температури води (рис.3).

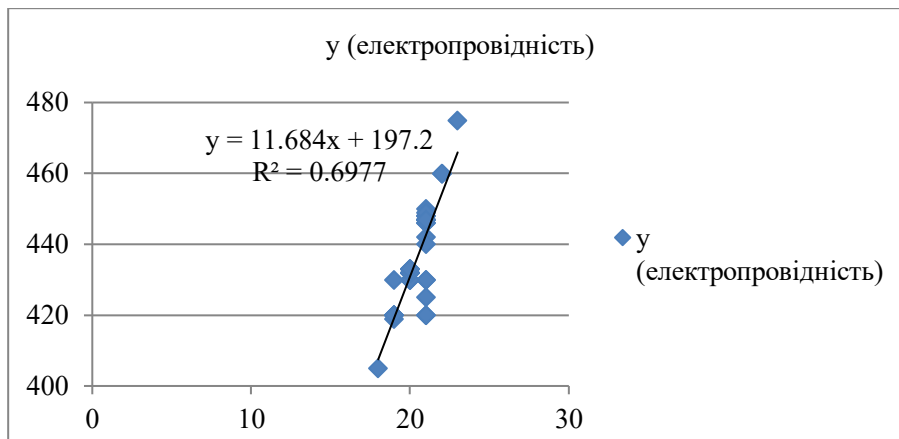


Рис. 3. Лінія регресії між температурою та електропровідністю

Проведені дослідження можливого зв'язку та залежності між показниками рН та електропровідності (рис. 4, 5). Отримані результати вказують на присутність взаємозв'язку між рН та електропровідності у водах водойми-охолоджувача.

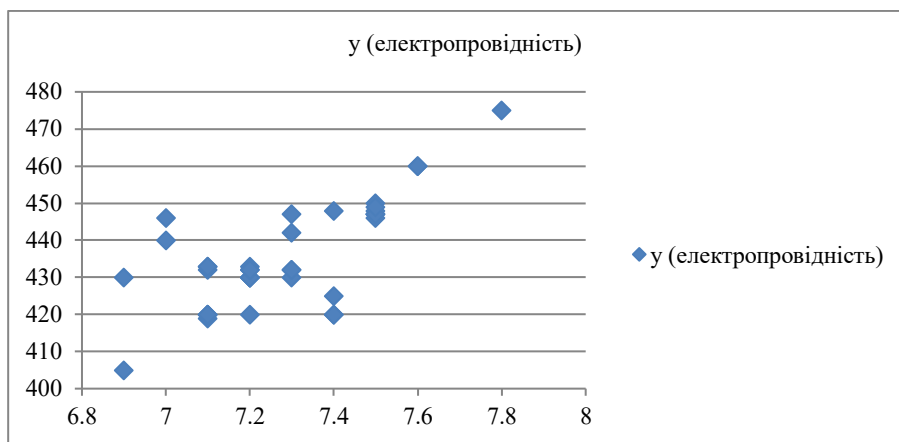


Рис.4. Лінійна залежність між показниками рН та електропровідністю у поверхневих водах водойми охолоджувача

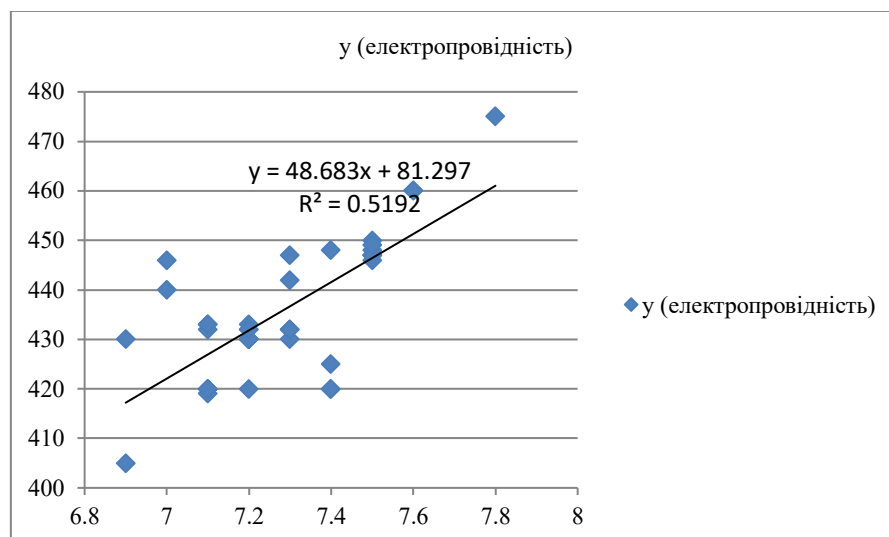


Рис.5. Лінія тренду між показниками рН та електропровідністю

За результатами, модель регресійної статистики рН та електропровідність показує, що значення рН мають діапазон 6,9 до 7,8 і середнє значення рН 7,28. Показники електропровідності знаходяться

у межах від 405,52 до 475,78 мкС/см із середнім значенням 435,78 мкС/см по периметру водосховища, що залежить від дії природних чинників та потрапляння забруднення в результаті різних видів антропогенної діяльності.

Розраховане рівняння регресії $y = 48,68x + 81,29$ та визначений коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,519$. Отримані результати вказують на існування прямої залежності електропровідності від рН.

Антропогенна діяльність має вплив на якість поверхневих вод: на правобережжі зосереджені приватна забудова, городи; аналогічна ділянка розташована на лівобережжі водойми. Крім цього, тут розміщені рекреаційні ділянки, невеличка база відпочинку. Тому необхідний постійний моніторинг якості води та остаточне визначення антропогенних чинників точкового чи дифузного впливу на якість води та для пом'якшення наслідків знижених рН на екосистему, її гідробіотів та здоров'я населення. Після проведення додаткових досліджень можна оцінити потенційні ризики, розробити програму моніторингу і запропонувати заходи для мінімізації шкоди довкіллю.

Висновки

Результати дослідження демонструють існуючу пряму залежність електропровідності від природних чинників у водоймах охолоджувачах та антропогенної діяльності на їх прибережних ділянках. Кореляційний та регресійний аналіз показали пряму стійку залежність між електропровідністю та температурою та існуючу пряму залежність електропровідності від значень рН. Тому дослідження електропровідності є дієвим способом для оцінки впливу різнопланової господарської діяльності та її наслідків на якість поверхневих вод прибережної частини водосховища. Продовження таких досліджень нададуть можливість створити базу даних для подальших математичних моделей, у тому числі й прогнозування, де будуть відображені зміни довкілля в результаті дії як природних чинників так і антропогенних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
2. Aluwong K.C., Hashim M.H.M., Ismail S., Shehu S.A. Modeling ph changes and electrical conductivity in surface water as a result of mining activities. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2024. (1). С. 122 – 129.
3. Лобойченко В. М., Васюков, О. Є. Оцінка впливу антропогенної діяльності на стан поверхневих вод водоймищ за параметром питомої електропровідності. *Техногенно-екологічна безпека*. 2017. № 2. С.35-39.
4. Природні умови та ресурси парку. Геологічна будова. *Галицький національний природний парк*: веб-сайт. URL: <https://www.halychpark.if.ua/?m0prm=9&m1prm=14> (дата звернення 16.08.2024р).
5. Геологічна карта. *Геологія і геодезія Івано-Франківська та Івано-Франківської області*: веб-сайт. URL: <https://geoplan.com.ua/ua/blog-ua/geological-surveys-ua/geologiya-i-geodeziya-ivano-frankivska-ta-ivano-frankivskoi-oblasti/> (дата звернення 18.08.2024р.).
6. Карта ґрунтів Івано-Франківської області. *Карти України*: веб-сайт. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/obl-8.html> (дата звернення 21.08.2024р.).
7. Адаменко О.М., Приходько М.М. Регіональна екологія і природні ресурси: підручник. Івано-Франківськ: «Талія», 2000. 278 с.
8. Ричак Т., Архипова Л. Сучасні тенденції гідрологічних і гідрохімічних досліджень водосховищ. *Дністровські читання: матеріали круглого столу з нагоди 30-річчя Дністровського регіонального ландшафтного парку*, 20 жовт. 2023 р., м. Глумач – Чернівці: Друк Арт, 2023. С.113-115.
9. Ричак Т., Архипова Л. Динаміка якості вод штучного масиву поверхневих вод: *Карпатська Школа: зимова сесія*: Зб. наукових праць Міжнародної Карпатської школи зимова сесія, 21-25 лют. 2024 р. Косів: Наукове товариство імені Шевченка, 2024. С. 169-173.

Ричак Тарас Львович — аспірант кафедри екології, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, e-mail: taras_rychak@ukr.net

Архипова Людмила Миколаївна — д-р техн. наук, професорка, професорка кафедри екології, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, e-mail: konsevich@ukr.net

Rychak Taras L. — PhD student, Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: taras_rychak@ukr.net

Arkhylova Lyudmila M. — Dr. Sc. (Environmental Safety), Professor, Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: konsevich@ukr.net