

Куницький С. О., к.т.н., Пінчук О. Л., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
e-mail: s.o.kunyskiy@nuwm.edu.ua, o.l.pinchuk@nuwm.edu.ua)

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗАТОРА ЯКОСТІ ВОДИ EZODO 7200

Розглянуто технічні характеристики комплексного аналізатора якості води EZODO 7200 з ОВП-електродом, встановлено рекомендовані діапазони вимірювань гідрохімічних показників для поверхневих вод. Апробовано аналізатор у реальних умовах на природних поверхневих водах. Визначено основні параметри поверхневих штучних водойм для сільської місцевості в Рівненській області. Порівняно склад поверхневих водойм за гідрохімічними показниками якості води.

Ключові слова: *якість води; окисно-відновний потенціал; рН, окиснюваність; електропровідність; солеміст; мутність.*

Вступ. В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту [1].

Щодо якості води, то поверхневі джерела води можуть мати значення кольоровості від 150 до 300 градусів платино-кобальтової шкали, каламутність до 1500 мг/м³, запах та присмак [2]. Підземні води із захищених підземних горизонтів мають незначну каламутність, кольоровість та запах на мінімальних значеннях. Підземні води часто містять у своєму складі значний вміст заліза, марганцю, вуглекислоти та розчинені гази [3; 4].

Окисно-відновний потенціал (ОВП) є найважливішим показником властивостей природних і стічних вод. Його величина дозволяє оцінити забруднення води у водоймах продуктами розпаду органічних речовин і стічними водами промислових підприємств, а також контролювати процес очищення води на очисних спорудах. Вимірювання ОВП проводиться потенціометрично використовуючи у якості індикаторного платиновий електрод в парі з хлорсрібним електродом порівняння [5].

Природні води, що знаходяться в контакті з атмосферою, характеризуються більш позитивними значеннями ОВП на відміну від підземних ґрунтових вод, що взаємодіють з сульфідами, силікатами і органічними речовинами. Низькі значення ОВП побутових і виробничих стічних вод свідчать про присутність відновників (аміаку, нітритів, органічних речовин), високі – окисників, наприклад Cr (VI), Mn (VII), кисню, газоподібного хлору або продуктів його гідролізу. Залежності ОВП від рН дозволяють передбачити форми існування тих чи інших елементів та їх сполук у розчинах. Найбільшою окисною здатністю володіє кисень, а відновною – водень. Значення рН істотно залежать від балансу окислених і відновлених форм і, в свою чергу, впливають на ОВП [5].

Вода, якою ми користуємося, є водним розчином різних хімічних речовин. Серед основних домішок у воді можна виділити неорганічні солі (в основному бікарбонати, хлориди і сульфати кальцію, магнію, калію і натрію). Кількість солей у джерельній воді зумовлена природними умовами та істотно варіюється в різних геологічних регіонах. У міських же умовах, окрім природних факторів, на хімічний склад води впливають промислові стічні води, міські дощові стоки, хлорування води тощо. І на сьогоднішній день через значне забруднення навколишнього середовища вміст деяких солей у воді перевищує рекомендовані санітарно-гігієнічні норми. Постійне використання такої води може негативно вплинути на здоров'я людини, тварин, ріст рослин, на роботу побутової техніки та, навіть, промислового обладнання, що контактує з нею. Для запобігання вищевказаних ситуацій необхідно постійно контролювати солевміст води. З цією метою використовують TDS-метри (TDS (total dissolved solids) – загальний вміст розчинених твердих речовин) або, просто кажучи, солеміри. Принцип дії солеміра достатньо простий і заснований на прямій залежності електропровідності розчину від кількості розчинених у воді сполук [6].

Води поверхневих та підземних джерел уміщують гази, різні мікроорганізми, речовини неорганічного та органічного походження. За ступенем подрібненості (дисперсності) домішки у воді поділяються на грубодисперсні (розмір більше 10^{-4} мм, навіть найменші можуть осідати в місткості упродовж достатньо довгого часу); колоїдно-розчинені (колоїднодисперсні, розмір 10^{-4} – 10^{-6} мм, вони важко затримуються навіть при фільтруванні через пісок, фільтрувальний папір); істинно розчинені (розмір менше 10^{-6} мм, вони розподілені в масі води у вигляді іонів, молекул, комплексів, являють гомогенну фазу). Всі води характеризуються фізичними, хімічними, мікробіологічними та біологічними показниками [3].

Характерними якісними показниками річкової води є відносно велика каламутність (особливо в період повені), високий вміст органічних речовин, бактерій, часто значна кольоровість (забарвленість). Поряд з цим річкова вода, зазвичай, характеризується відносно малим вмістом мінеральних солей і, зокрема, відносно невеликою твердістю [4].

Постановка мети і задач дослідження. Головна мета статті – випробування EZODO 7200 з ОВП-електродом на природніх поверхневих водах.

Задачі статті: встановити основні параметри поверхневих штучних водойм та порівняти їх фізико-хімічний склад за гідрохімічними показниками якості води.

Характеристика поверхневих джерел водопостачання. Води поверхневих джерел вважають [1; 4]:

- 1) за значеннями каламутності:
 - ✓ малокаламутними при каламутності до 50 мг/дм³,
 - ✓ середньої каламутності при каламутності 50...250 мг/дм³,
 - ✓ каламутними при каламутності від 250 до 1500 мг/ дм³,
 - ✓ високої каламутності при каламутності понад 1500 мг/дм³;
- 2) за значеннями кольоровості:
 - ✓ малокольоровими – кольоровість до 35 град,
 - ✓ середньої кольоровості при кольоровості від 35 до 120 град,
 - ✓ високої кольоровості при кольоровості понад 120 град.

В більшості випадків поверхневі води України можна віднести до малокаламутних та кольорових вод [1–4].

На формування фізико-хімічних і бактеріологічних показників, також як і на кількісні (рівні води, витрати) показники води, поверхневих джерел впливають умови живлення джерела, фунтово-геологічна характеристика його долини, топографічні умови та пов'язана з ними швидкість потоку, кліматичні, інтенсивність танення снігів, випадання атмосферних опадів. В останні роки на показники води впливає діяльність людини: будівництво гребель, скидання стічних вод, використання добрив і часткове їх змивання дощами та талими водами.

Сезонні коливання якості річкової води нерідко бувають досить різкими. В період повені сильно зростає каламутність (температура низька і вода погано очищується від зависі) і бактеріальне забруднення води, але зазвичай знижується її твердість [4].

Вода озер відрізняється дуже малим вмістом завислих речовин (тобто малою каламутністю, або великою прозорістю), крім прибережної зони. Ступінь мінералізації озерної води досить різна [2].

В водосховищах каламутність змінюється, звичайно, у значно

менших межах протягом року. При цьому, абсолютне значення каламутності є меншим, ніж у річках. У водосховищах кольоровість змінюється протягом року і залежить від місткості водосховища та його глибини, максимальні значення для більшості водосховищ України складають 80...105 град [1; 2].

Річка Горинь є головною артерією Рівненщини. Річка належить до басейну р. Прип'ять і є її правою притокою першого порядку. Бере свій початок у Кременецьких горах з джерела у с. Волиця Тернопільської області на висоті 345 м над рівнем моря, протікає територією Рівненської області, а далі – Республіки Білорусь. Загальна довжина річки становить 659 км, у межах області – 386 км. Горинь має понад 15 великих приток, з них в межах області: Случ, Замчисько, Вілія, Устя, Стубелка (Стубазка), Бережанка. В річку скидаються стічні води з очисних споруд м. Острог, смт Гоща, смт Оржів, м. Дубровиця, стічні води підприємств ТзОВ «ОДЕК Україна», Городищенської виправної колонії, стічні та дренажні води (з території відвалу фосфогіпсу) ПАТ «Рівнеазот» і профілакторію ПАТ «Рівнеазот».

Якість води досліджуваних об'єктів за основними фізико-хімічними показниками наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Показники якості води водойм

№ з/п	Показник	Од.виміру	Гощанське водосхов.	Бабинський став	Басів Кут	р. Горинь	ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	рН		7,1	7	7,05	7,4	6,5-8,5
2	Каламутність	мг/дм ³	2,1	2,5	3,8	2,2	2,0*/0,58**
3	Нітрати	мг/кг*дм ³	370	400	620	451	≤50
4	Температура	С	3,7	4,5	3,6	4,8	-
5	БПК ₅ /кисню	мгО ₂ /дм ³	8,06	5,57	5,39	6,6	<5,0
6	Окиснюваність	%	81,2	75,8	77,5	73,0	≥70,0
7	Електропровідність	мВт	524	520	541	490	<7000
8	Жорсткість	ррт	714	692	770	655	≤7,0/7000

* – для поверхневих вод; ** – для питних вод.

Примітка 1. Перерахунок жорсткості води, визначеної приладом, до нормативної: 1000 ррт=1 мг/дм³.

Примітка 2. Перерахунок електропровідності води, визначеної приладом, до нормативної: 1 ммоль/ дм³=1 мг-екв/дм³=1000 мS/cm=1 Вт.

Каламутність проб води встановлювалася за допомогою *LABQUEST 2*, а вміст нітратів приладом *GreenTest ECO 5*. На рис. 1 представлено порівняння проб води різних водних об'єктів за каламутністю та вмістом нітратів.

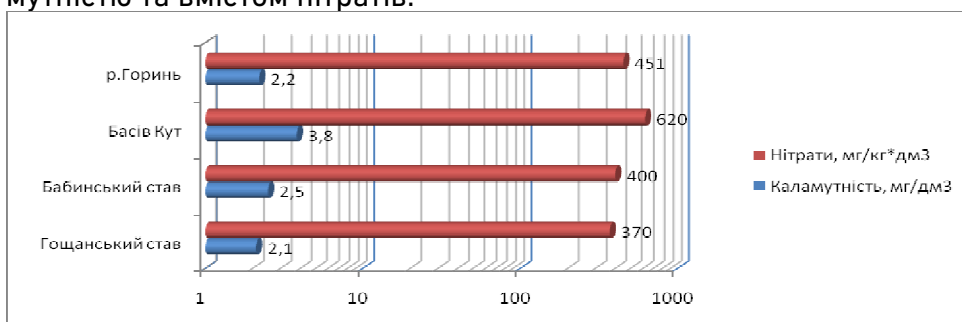


Рис. 1. Хімічні параметри складу води різних об'єктів

У поверхневих водах величина БПК₅ коливається в межах від 0,5 до 5,0 мгО₂/дм³. Такі води схильні до сезонних і добових змін, які, в основному, залежать від зміни температури і від фізіологічної і біохімічної активності мікроорганізмів. Досить значні зміни БСК₅ природних водойм спостерігаються при забрудненні їх стічними водами. В табл. 2 наведено класифікація вод за різним ступенем забруднення по значенню БПК₅ у водоймах.

Таблиця 2

Класифікація вод за різним ступенем забруднення по значенню БПК₅ у водоймах

№ з/п	Ступінь забруднення (класи водойм)	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³
1	Дуже чисті	0,5–1,0
2	Чисті	1,1–1,9
3	Помірно забруднені	2,0–2,9
4	Забруднені	3,0–3,9
5	Брудні	4,0–10,0
6	Дуже брудні	>10,0

На основі проведених досліджень проаналізовано концентрацію кисню та окиснюваність води кожного водного об'єкта відповідно до показів приладу *AKT EZODO 7031* (рис. 2).

Мінімальна окиснюваність для природніх поверхневих вод повинна складати не менше 70%. Окиснюваність по кисню повинна становити не більше 5 мгО₂/дм³.

Результати дослідження поверхневих вод показали, що окиснюваність складає більше 70%, витрата кисню на окиснення органі-

чних забруднень більше $5 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Це свідчить про задовільний стан досліджуваної води та низький рівень насичення її киснем. Тому всі проби води відносяться до «брудних вод».

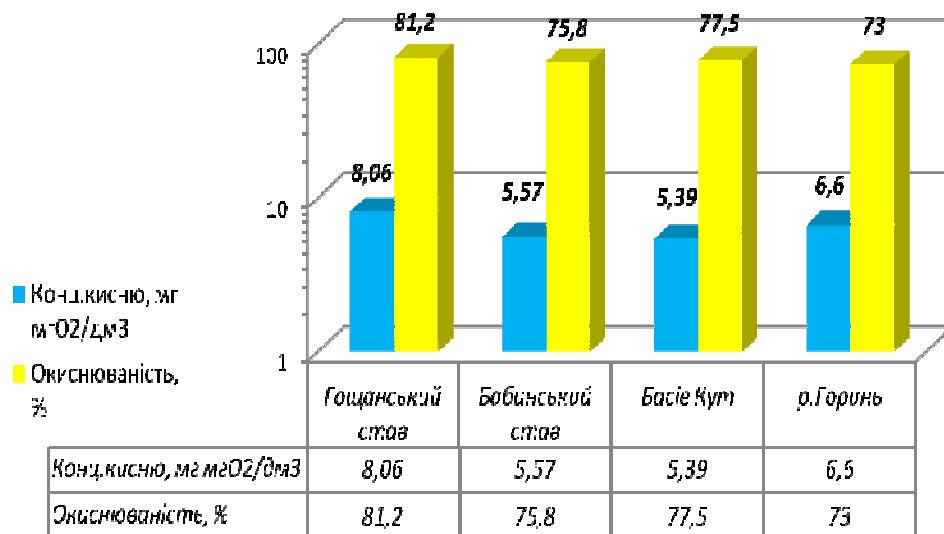


Рис. 2. Порівняння водних об'єктів за аераційними параметрами

Надмірна жорсткість води спричинена наявністю бікарбонатів, сульфатів, хлоридів і нітратів кальцію та магнію. У розчинах частина розчинних речовин розпадається на іони, які залишаються вільними для з'єднання з іншими іонами, що входять до складу розчину [6].

Відповідно до класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) води за жорсткістю класифікують (табл. 3).

Таблиця 3

Класифікація вод за жорсткістю за ВООЗ [7]

№ з/п	Концентрація, ммоль/дм ³	Характеристика
1	0,00–1,14	М'яка
2	1,15–3,42	Помірно жорстка
3	3,42–8,00	Жорстка
4	>8,00	Дуже жорстка

Графічні залежності дозволяють віднести води за жорсткістю (відповідно до ВООЗ) до м'яких вод.

Відповідно нормативів ДСанПіН 2.2.4-171-10 вміст нітратів не повинен перевищувати 50 мг/кг*дм^3 . Проте у всіх об'єктах норма нітратів завищена у 7–2 разів.

Наявність у воді нітратів без амонію і солей азотистої кислоти вказує на завершення процесу мінералізації і при високому їх вмісті

у воді свідчать про давнє забрудненні її. Одночасно вміст у воді всіх трьох компонентів – амонію, нітритів і нітратів – свідчить про незавершеність процесу мінералізації і небезпечному в епідеміологічному відношенні забрудненні води.

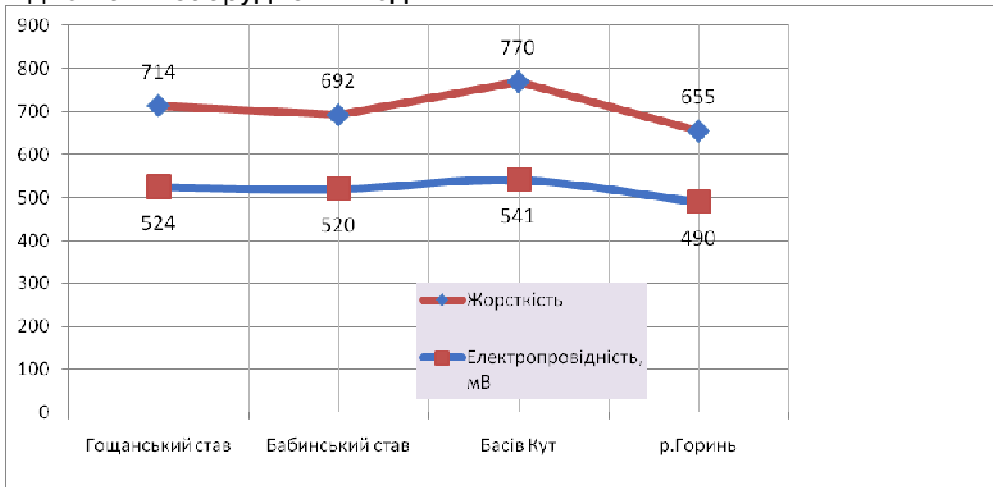


Рис. 3. Хімічні параметри складу води різних водойм за електропровідністю та жорсткістю

Підвищений вміст нітратів у воді може бути також мінерального походження за рахунок розчинення ґрунтових солей, наприклад селітри. Інфільтрація сольових розчинів у ґрунті, зокрема верховодкою, є результатом антропогенної діяльності жителів територій, які знаходяться поблизу даних водних об'єктів. Також вплив спричинює внесення добрив на сільськогосподарських угіддях.

1. Водний кодекс України. Юридична енциклопедія : у 6 т. / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998-2004. ISBN 966-749-200-1. **2.** Schöntag J. M. Water quality produced by polystyrene granules as a media filter on rapid filters / J. M. Schöntag, B. S. Pizzolatti, V. H. Jangada, F. H. de Souza, M. L. Sens. *Journal of Water Process Engineering*. 2015. Vol. 5. P. 118–126. **3.** Куницький С. О. Оцінка якості води підземних джерел Рівненської області. *Вісник НУВГП. Технічні науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2019. Вип. 3(87). С. 179–189. **4.** ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. 12.05.2010 (Нормативні директивні правові документи). **4.** Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України» на 2011–2020 роки, затверджена Законом України від 20 жовтня 2011 року № 3933-VI. **5.** URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16124/1/173.pdf> (дата звернення: 20.08.2020). **6.** URL: <https://simvolt.ua/yak-viznachiti-vmist-soley-u-vodi/> (дата звернення: 25.08.2020). **7.** Guidelines for Drinking – water Quality. *Third edition*. Geneva : World Health Organization, 2004. Vol. 1.

Recommendations (Керівні настанови із забезпечення якості питної води В003).

REFERENCES:

1. Vodnyi kodeks Ukrainy. Yurydychna entsyklopediia : u 6 t. / red. kol. Yu. S. Shemshuchenko (vidp. red.) ta in. K. : Ukrainska entsyklopediia im. M. P. Bazhana, 1998-2004. ISBN 966-749-200-1.
2. Schöntag J. M. Water quality produced by polystyrene granules as a media filter on rapid filters / J. M. Schöntag, B. S. Pizzolatti, V. H. Jangada, F. H. de Souza, M. L. Sens. *Journal of Water Process Engineering*. 2015. Vol. 5. P. 118–126.
3. Kunytskyi S. O. Otsinka yakosti vody pidzemnykh dzhherel Rivnenskoï oblasti. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2019. Vyp. 3(87). S. 179–189.
4. DСанПиН 2.2.4-171-10. Hiiienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoï dlia spozhyvannia liudynoiu. 12.05.2010 (Normatyvni dyrektyvni pravovi dokumenty).
4. Zahalnodержavna tsilova prohrama «Pytna voda Ukrainy» na 2011–2020 roky, zatverdzhena Zakonom Ukrainy vid 20 zhovtnia 2011 roku № 3933-VI.
5. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16124/1/173.pdf> (data zvernennia: 20.08.2020).
6. URL: <https://simvolt.ua/yak-viznachiti-vmist-soley-u-vodi/> (data zvernennia: 25.08.2020).
7. Guidelines for Drinking – water Quality. *Third edition*. Geneva : World Health Organization, 2004. Vol. 1. Recommendations (Kerivni nastanovy iz zabezpechennia yakosti pytnoi vody V00Z).

Kunytskyi S. O., Candidate of Engineering (Ph.D.), Pinchuk O. L., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

DETERMINATION OF HYDROCHEMICAL INDICATORS OF WATER BODIES USING EZODO 7200 COMPLEX WATER QUALITY ANALYZERS

The state of water resources and water supply of the population of Ukraine remains one of the major pressing threats to Ukraine's national security in the environmental field and the issue of adaptation of water resources management in the face of climate change and the uneven distribution of moisture in the greater territory of our country. The technical characteristics of the complex water quality analyzer EZODO 7200 with ORP electrode are considered, the recommended ranges of measurements of hydrochemical parameters for surface waters are established. The analyzer was tested in real conditions on natural surface waters. The main parameters of surface artificial reservoirs for rural areas in Rivne region are determined. The composition of surface reservoirs is compared according to hydrochemical indicators of water quality.

The formation of physico-chemical and bacteriological indicators, as well as quantitative (water levels, costs) indicators of water, surface sources are influenced by the nutrient conditions of the source, pound-geological characteristics of its valley, topographic conditions and associated flow rate, climatic, intensity of snowmelt, precipitation. In recent years, water performance has been affected by human activities: the construction of dams, the discharge of wastewater, the use of fertilizers and their partial washing away by rain and meltwater.

The increased content of nitrates in water can also be of mineral origin due to the dissolution of soil salts, such as nitrate. The infiltration of saline solutions into the soil, in particular the topsoil, is the result of anthropogenic activity of the inhabitants of the territories located near these water bodies. The impact is also caused by the application of fertilizers on agricultural lands.

In most cases, suspended solids, color, odors and tastes, organic impurities should be removed from the water.

Keywords: water quality; redox potential; pH; oxidizability; electrical conductivity; salt content; turbidity.

Куницкий С. О., к.т.н., Пинчук О. Л., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОЕМОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗАТОРА КАЧЕСТВА ВОДЫ EZODO 7200

Рассмотрены технические характеристики комплексного анализатора качества воды EZODO 7200 С ОВП-электродом, установлены рекомендованные диапазоны измерений гидрохимических показателей для поверхностных вод. Апробирован анализатор в реальных условиях на природных поверхностных водах. Определены основные параметры поверхностных искусственных водоемов для сельской местности в Ровенской области. По сравнению состав поверхностных водоемов по гидрохимическим показателям качества воды.

Ключевые слова: качество воды; окислительно-восстановительный потенциал; pH; окисляемость; электропроводность; солесодержание; мутность.