

УДК 574.58:574.63

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*Волкова Л. А., Орлов В. О.*

*Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, la-vol@mail.ru*

В роботі представлено матеріали еколого-географічних досліджень стану водних ресурсів басейнів річок Рівненської області за показниками вмісту заліза. Особливість поверхневих вод Поліської частини області — це природний підвищений вміст сполук заліза. Вперше розроблена карта якості поверхневих вод за показниками вмісту заліза. В області для потреб галузей економіки використовують поверхневі та підземні води. Запропоновані заходи та методи знезалізнення вод, з метою їх використання для господарсько-питних та технічних потреб населення і підприємств, що є важливою економічною, екологічною та соціальною проблемою. Ця проблема є актуальною, має наукове, теоретичне та практичне значення.

*Ключові слова:* поверхневі води, вміст заліза, джерела водопостачання, знезалізнення.

### **ВСТУП**

Ефективний розвиток економіки та сталий розвиток суспільства можливий лише за умови раціонального водокористування. Сучасний рівень розвитку суспільства характеризується щорічним зростанням обсягів виробництва. Будь-яке виробництво та господарська діяльність людини завжди пов'язані з використанням природних ресурсів і умов. Зростаючі темпи виробництва не тільки покращують рівень та умови комфортності життєдіяльності, але при цьому, прямо або опосередковано впливають на стан довкілля. Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини — невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України. З цією метою держава здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя та здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Джерелами водопостачання, як правило, є поверхневі та підземні води, якісні та кількісні показники яких зумовлені природними умовами походження та рівнем антропогенного навантаження. Якість води, залежно від характеру використання, нормується державними стандартами та іншими нормативами. Практично всі поверхневі води України за останні десятиріччя зазнають інтенсивного забруднення внаслідок зростаючого антропогенного навантаження, що зумовлено скидом недостатньо очищених вод, надходженням поверхневого стоку з

сільськогосподарських угідь, промислових майданчиків та урбанізованих територій тощо. Як правило, якість річкової води, особливо біля витоків, відповідає вимогам I–II класу якості з екологічних позицій. Однак для окремих регіонів України характерним є підвищений вміст заліза в природних водах, що вимагає впровадження заходів щодо його зниження.

Питаннями знезалізнення води для потреб різних галузей економіки присвячені роботи науковців України та зарубіжних країн. Значні дослідження, з урахуванням екологічних аспектів, проведені на кафедрі водопостачання та бурової справи, кафедрі водогосподарської екології, гідрології та природокористування Національного університету водного господарства та природокористування [1, 2, 3]. Проблема використання водних ресурсів з урахуванням їх екологічного стану є актуальною, має практичне та теоретичне значення.

### **МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ**

В статті систематизовані матеріали власних еколого-географічних досліджень щодо екологічного стану басейнів річок Рівненської області, використані дані звітів про стан навколишнього середовища області [4] та результати впровадження заходів щодо покращення якості вод [3]. Для розробки карт екологічної оцінки якості поверхневих вод, обґрунтування заходів щодо можливості їх використання галузями економіки, використовувалися такі наукові методи як синтез, аналіз, порівняння, а також розрахунково-аналітичний, звітно-статистичний та експериментальний методи. При проведенні досліджень були використані загальнонаукові методи. Серед спеціальних – метод еколого-географічного картографування.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Вміст сполук заліза у поверхневих та підземних водах зумовлено геологічними, кліматичними, ландшафтними та гідрологічними особливостями регіону досліджень. Рівненська область розташована на північному заході України. Її площа становить 3,1% від загальної території країни. Територія області розташована у межах двох великих платформених структур – Українського щита та Волино-Подільської плити і лише незначна ділянка на північно-східній окраїні області лежить у межах Прип'ятського прогину. Поліська низовина у межах Рівненської області об'єднує частини двох принципово відмінних за умовами рельєфотворення геоморфологічних підобластей – Волинського і Житомирського Полісся. Територія Рівненщини знаходиться в межах трьох артезіанських басейнів: Волино-Подільського, Прип'ятського та Українського басейну тріщинуватих та пластових вод [5]. Особливості геологічної історії і розвитку платформених структур зумовили своєрідну ярусність рівнинної поверхні Рівненщини, де з півночі на південь послідовно простежуються: низовина Рівненського Полісся, Волинська височина, рівнина Малого Полісся та відгалуження північного уступу Подільського плато. Кожен із згаданих ярусів характеризується не тільки гіпсометричними відмінностями, але й своєрідними комплексами рельєфу, особливостями формування водних ресурсів, ґрунтового покриву, рослинного світу тощо.

Особливості формування поверхневих та підземних вод області зумовлені як природними умовами, так і дією антропогенного навантаження. Якісні та кількісні показники цих вод значно коливаються в часі і по площі поширення.

Місцеві запаси річкового стоку складають приблизно 4% від загальних по державі. Однак показники ресурсів річкового стоку у розрахунку на 1 км<sup>2</sup> та на 1 особу значно перевищують середні для України в цілому (табл. 1).

Таблиця 1

Водні ресурси річкового стоку (в чисельнику – км<sup>3</sup>, в знаменнику – %), за [6]

Регіон	Водні ресурси, забезпеченості					
	50%		75%		95%	
	місцеві	сумарні	місцеві	сумарні	місцеві	сумарні
Україна	52,4	87,1	41,4	71,7	29,7	55,9
в тому числі:						
На 1 км <sup>2</sup>	86,8	–	68,6	–	49,2	–
На 1 особу	1,08	–	0,85	–	0,61	–
Рівненська область	<u>2,33</u>	<u>7,00</u>	<u>1,79</u>	<u>5,33</u>	<u>1,27</u>	<u>3,56</u>
	4,45	8,04	4,32	7,43	4,28	6,37
в тому числі:						
На 1 км <sup>2</sup>	115,9	–	89,1	–	63,2	–
На 1 особу	1,98	–	1,52	–	1,08	–

Загальні прогностичні ресурси підземних вод у Рівненській області складають близько 5579,9 тис. м<sup>3</sup>/добу. З зазначеної кількості ресурсів розвідані та затверджені у Державній комісії по запасах корисних копалин експлуатаційні запаси підземних вод у кількості 493,6 тис. м<sup>3</sup>/добу. З розвіданих запасів використовується лише 125,0 тис. м<sup>3</sup>/добу або 25%, що зумовлює значні перспективи розширення використання підземних вод [4].

Основними джерелами водопостачання в області є поверхневі і підземні води, частка використання останніх становить приблизно 24%. Споживання водних ресурсів в області не є постійним впродовж років. Значне скорочення спостерігалось в період з 1990 по 2000 рік [7]. При цьому, використання поверхневих і підземних вод значно розрізняється для окремих районів області, як за кількістю води, що споживається, так і за джерелами водопостачання (рис. 1).

Джерела поверхневих вод – це річки. Гідрографічна мережа області це – 171 річка, загальною довжиною 4,45 тис. км. На території області протікає 1204 невеликих водотоків – струмків (довжиною до 10 км). Річки області відносяться до басейну р.Прип'ять, яка протікає північно-західною окраїною області впродовж 20 км. Забір води здійснюють з річок Прип'ять, Горинь, Стир, Случ, Устя, Іква, Льва, Замчисько. Найбільші забори води здійснюють з річок Прип'ять, Горинь, Стир.

Основними споживачами води в області є промислові і сільськогосподарські підприємства, фабрики, заводи, лісове господарство, транспорт, будівельні організації, житлово-комунальне господарство і побутове обслуговування, торгівля і загальне харчування, державне управління тощо.

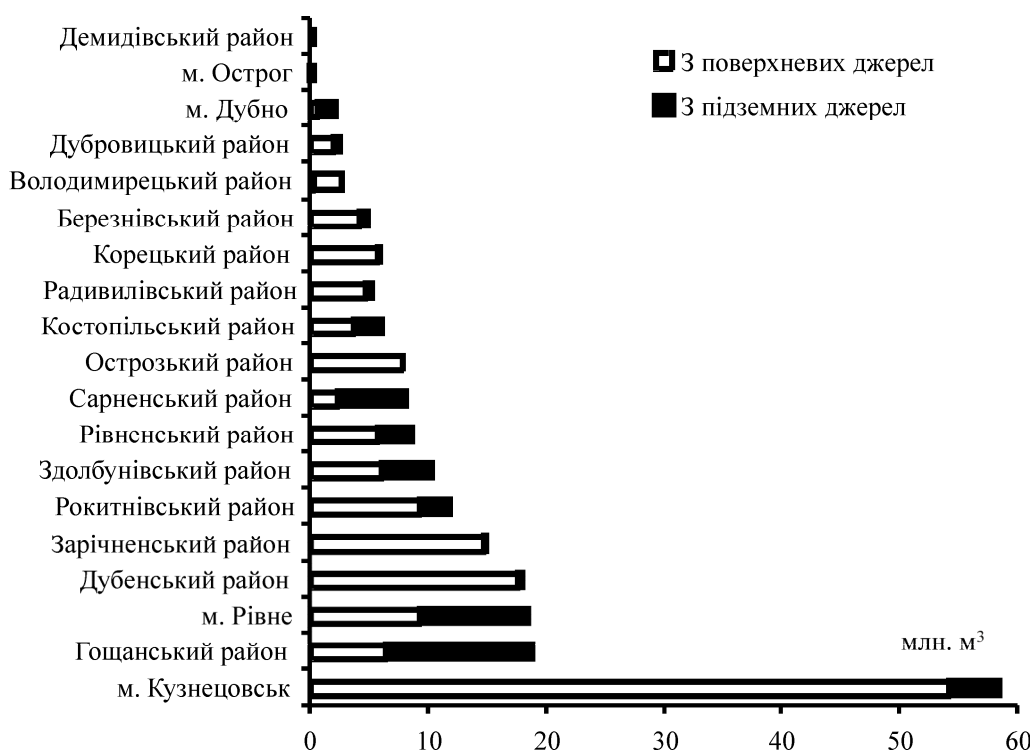


Рис. 1. Розподіл використання водних ресурсів по районах області

Якість поверхневих та підземних вод залежить від рівня антропогенного навантаження. Поверхневі водні об'єкти області переважно відносяться до слабо забруднених. Невідповідність якості води за хімічними показниками спостерігається, як правило, за завислими речовинами, нафтопродуктами, аміаком, загальним залізом, БПК<sub>5</sub>, формальдегідом, вмістом органічних речовин.

При цьому слід відмітити, що для поліської частини області, де розташована значна площа заболочених земель є природній підвищений вміст заліза. На площах, осушених за допомогою закритого гончарного та пластмасового дренажу, внаслідок підвищеного вмісту закисних форм заліза в ґрунтових водах спостерігається явище заохрювання, що призводить до порушення роботи дренажної системи.

Підвищений вміст заліза в поверхневих водах зони Полісся зумовлено великим вмістом комплексів з солями гумінових кислот, вторинним заболочуванням меліорованих земель тощо. Концентрація заліза у воді залежить від рівня рН та вмісту кисню. Залізо у ґрунтових та підземних водах може знаходитися в окисній і відновній формі.

У незначних кількостях залізо необхідно організму людини, так як воно входить до складу гемоглобіну. Однак надлишок заліза (більше 1–2 мл/л) не тільки значно погіршує органолептичні властивості води, збільшує показники кольорності та каламутності, а і має шкідливий вплив як на організм людини так і на умови експлуатації систем водопостачання.

За результатами аналізу даних [4] розроблена карта, що дозволяє зробити просторову оцінку вмісту заліза в поверхневих водах Рівненської області (рис. 2).

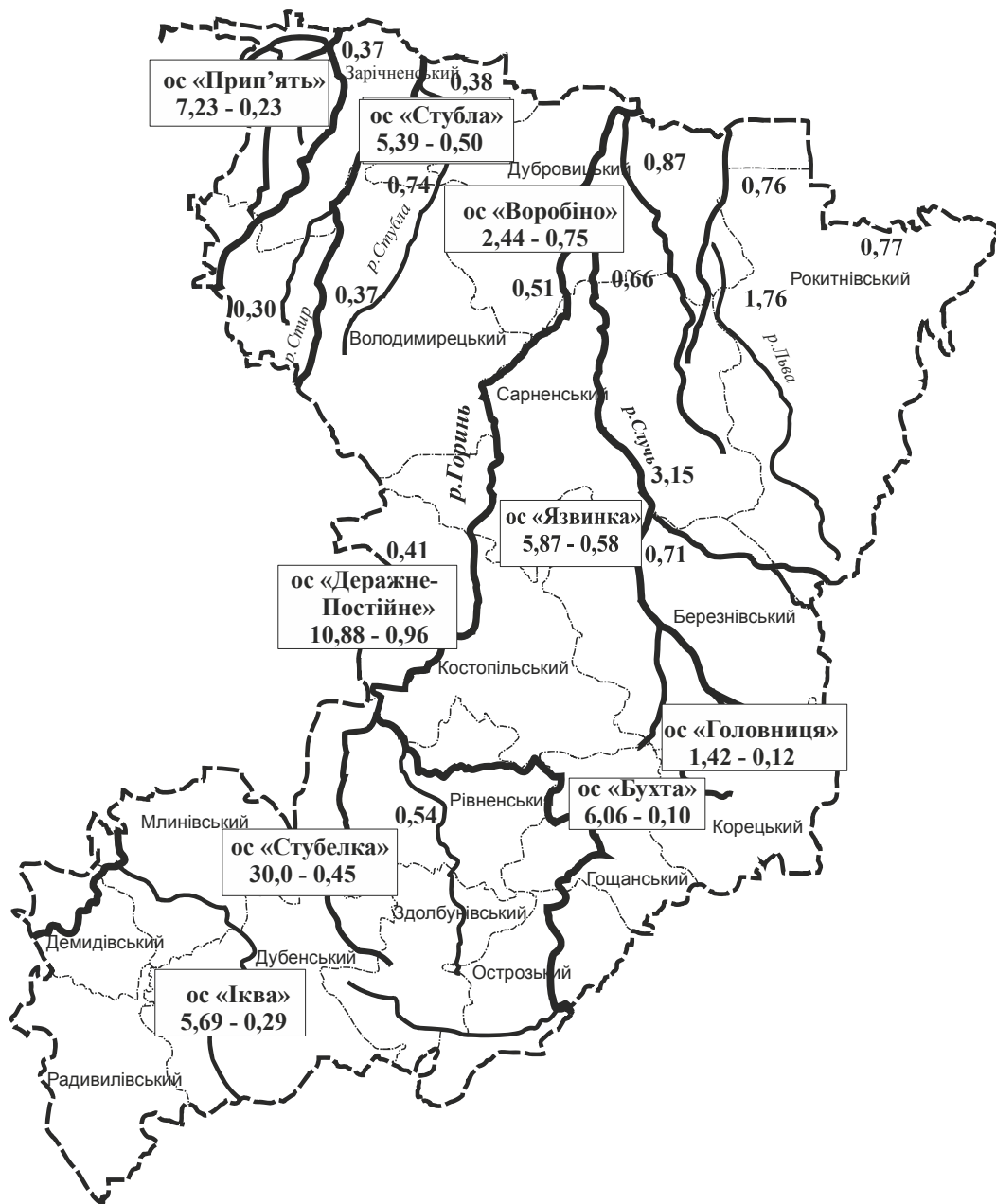


Рис. 2. Вміст заліза в поверхневих водах Рівненської області

Майже у всіх поверхневих водних об'єктах відмічено перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК 0,3 мг/л) від 2 до 20 разів і більше. При цьому слід відмітити що навіть такі концентрації, як 0,3–0,4 мг/л, можуть викликати появу плям кольору іржи на сантехнічному обладнанні, змінити органолептичні показники питної води.

Забезпечення населення Рівненської області питною водою здійснюється переважно із підземних горизонтів артезіанськими свердловинами систем централізованого та децентралізованого водопостачання. Централізованим водопостачанням забезпечено майже все населення міст, а в селищах міського типу – приблизно половина. Переважна частина сільського населення використовує нецентралізовані системи водопостачання, як правило із шахтних колодязів. Водопостачання м. Рівне здійснюється лише з підземних горизонтів артезіанськими свердловинами систем централізованого водопостачання.

З водопровідної мережі в області постійно проводиться відбір проб води на відповідність якості. Середньообласний показник невідповідності якості питної води із джерел децентралізованого водопостачання за санітарно-хімічними показниками у період з 2000 по 2010 рік зріс з 17,5 до 26,2%. Відхилення від нормативів виявлено за показниками: залізо загальне, каламутність та кольоровість. Перевищення середньообласних показників спостерігалось в Рівненському, Володимирецькому, Дубенському, Дубровицькому, Костопільському та Сарненському районах [4].

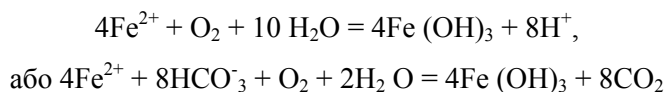
Таким чином, високий вміст заліза у поверхневих та підземних водах вимагає обов'язкового проведення знезалізнення, тобто необхідно проводити комплекс заходів щодо зниження вмісту заліза. Враховуючи що в області для потреб різних галузей економіки використовується, з загальної кількості, 76% поверхневих вод питання їх знезалізнення є важливою технологічною, економічною, екологічною та соціальною проблемою.

Залізо в природних водах, залежно від рН, може перебувати у вигляді двох-і тривалентних іонів, колоїдів органічного та неорганічного походження, таких як  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , комплексних сполук з гумату та фульвокислот, а також у вигляді тонкодисперсної зависі гідроксиду заліза.

В питній воді заліза повинно бути не більше 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Обґрунтування методу видалення заліза з природних вод залежить від форм, кількості заліза і буферних властивостей вихідної води.

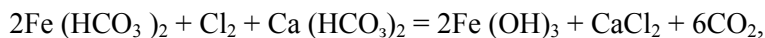
Щоб видалити залізо з води, застосовують в основному реагентний або безреагентний методи, при яких треба перевести розчинні форми заліза в малорозчинні форми  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Досягається це окисленням із наступним його осадженням або затриманням у товщі фільтрувальної засипки. Видаляти двовалентні іони заліза можна за допомогою:

а) кисню:



Під час окислення 1 мг гідрокарбонату заліза утворюється 1,6 мг вільної вугільної кислоти, а загальна лужність води знижується на 0,043 мг-екв./дм<sup>3</sup>, зменшується рН, сповільнюються процеси окислення й гідролізу заліза;

б) хлору:

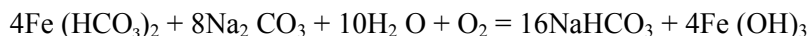
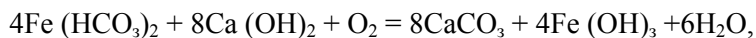


На окислення 1 мг двовалентного заліза витрачається 0,64 мг Cl<sub>2</sub>, а лужність знижується на 0,018 мг-екв./дм<sup>3</sup> на кожен 1 мг/дм<sup>3</sup> видаленого заліза. Окислення інтенсивно відбувається при рН > 5;

в) перманганату калію:



г) вапна або соди:



Метод знезалізнення обирають залежно від хімічного складу води, ступеня знезалізнення, продуктивності станції, технологічних випробувань.

Знезалізнення поверхневих вод можна здійснити лише реагентними методами. Для знезалізнення підземних вод найчастіше використовують безреагентний метод, оскільки він простіший та дешевший. Процес полягає в тому, що в аераційному пристрої воду насичують киснем, при цьому частково видаляється вугільна кислота, частково окислюється залізо. Потім воду відстоюють у резервуарах і фільтрують на фільтрах, де видаляються утворені пластівці гідроксиду заліза. Тільки якщо процес знезалізнення безреагентним методом відбувається погано, то вдаються до реагентного методу. При цьому у вихідну воду вводять окислювачі: хлор, перманганат калію, вапно, соду.

Аерацію у безреагентному методі можна проводити в спеціальних пристроях або використовувати спрощену аерацію. Спрощену аерацію використовують, якщо вміст заліза становить до 10 мг/дм<sup>3</sup>, у тому числі двовалентного не менше як 70%, рН не менше ніж 6,8, лужність понад (1 + Fe<sup>2+</sup>/28) мг/дм<sup>3</sup>.

При продуктивності станції до 3200 м<sup>3</sup>/доб. та вмісті заліза до 5,0 мг/дм<sup>3</sup> застосовують установки за напірною схемою, а на станціях більшої продуктивності використовуються звичайні швидкі фільтри з кварцовою засипкою крупністю 0,8...1,8 мм, коефіцієнтом неоднорідності 1,5...2,0, товщиною 1 м, розрахунковою швидкістю фільтрування 5...7 м/год.; або крупністю 1...2 мм, товщиною 1,2 м та швидкістю фільтрування 7...10 м/год. На сучасному етапі навіть використовуються фільтри з щелевеною засипкою крупністю 5...10 мм, товщиною засипки 2,1 м, швидкістю фільтрування – до 20 м/год. Особливістю всіх цих фільтрів є те, що вихідна вода виливається суцільним струменем в боковий карман з висоти не менше 0,5 м. Для покращення аерації пропонується вилив із спеціального жолоба або дірчастої труби.

На кафедрі водопостачання та бурової справи НУВГП розроблені фільтри з плаваючою пінополістирольною засипкою, які в схемах знезалізнення забезпечують високу компактність і простоту експлуатації установок. Як засипку у фільтрах застосовують пінополістирол крупністю 0,5...1,0 мм шаром завтовшки 0,5...0,7 м. Швидкість фільтрування встановлюють до 7 м/год. Такі установки можуть мати систему гідроавтоматики, яка забезпечує переведення фільтра з режиму фільтрування в режим промивки і навпаки. Особливо перспективні установки з пінополістирольними фільтрами є для сільської місцевості.

Метод знезалізнення підземних вод із великою концентрацією заліза передбачає глибоку аерацію на вентиляторних або контактних градирнях, закінчення процесу окислення заліза в контактному резервуарі і наступному фільтруванні на відкритих фільтрах. При продуктивності установки до 75 м<sup>3</sup>/год. використовуються контактні градирні, більшій – вентиляторні. Контактна градирня – це споруда з жалюзійними стінками, всередині якої розташовуються ящики з дірчастим дном. В ящики завантажуються шматки коксу, пемзи, щебеню. Вода у верхній частині розбризкується по площі і профільтровується через декілька таких ящиків, у результаті чого вона насичується киснем.

В умовах коли не йдуть аераційні методи, використовують реагентні методи. Розрахункові дози реагентів окислювачів призначають такими:

$$\begin{aligned} \text{хлору, мг/дм}^3 - D_{\text{хл}} &= 0.7 (\text{Fe}^{2+}), \\ \text{перманганату калію, мг/дм}^3 - D_{\text{п}} &= (\text{Fe}^{2+}). \end{aligned}$$

Введення реагентів – окислювачів слід проводити безпосередньо в подавальний трубопровід перед фільтрами.

Знезалізнення вод поверхневих джерел передбачається одночасно із проясненням і знебарвленням води. В поверхневих водах залізо часто знаходиться у вигляді комплексних з'єднань, які можна зруйнувати в першу чергу окисленням хлором, вапном. При цьому доза вапна приймається відповідно:

$$D_{\text{в}} = 28 ([\text{CO}_2] / 22 + [\text{Fe}^{2+}] / 28 + D_{\text{к}} / e),$$

де  $[\text{CO}_2]$ ,  $[\text{Fe}^{2+}]$  – вміст вільної вуглекислоти та заліза, мг/дм<sup>3</sup>;  $D_{\text{к}}$  – доза коагулянту, мг/дм<sup>3</sup>;  $e$  – еквівалентна маса коагулянту, мг/мг-екв.

На даному етапі розвитку науки поки що відсутнє теоретичне обґрунтування способу знезалізнення води. В нормах проектування [8] чітко вказано, що метод знезалізнення належить приймати на основі результатів технологічних випробувань, які виконуються безпосередньо у джерела водопостачання.

## ВИСНОВКИ

Рівненська область богата запасами поверхневих та підземних вод, які використовуються різними галузями економіки. Особливістю природних вод є підвищений вміст заліза, що має як позитивне значення, так і негативне. Вперше, за результатами еколого-географічних досліджень, була розроблена карта вмісту сполук заліза в поверхневих водах області. Для використання запасів поверхневих вод галузями економіки необхідно проводити технічні заходи щодо їх знезалізнення. Впровадження цих заходів вимагає обов'язкові попередні



технологічні випробування для обґрунтування вибору методу знезалізнення вод у кожному конкретному випадку. Проведення знезалізнення вод є важливою економічною, екологічною та соціальною проблемою, має наукове, теоретичне та практичне значення.

### Список літератури

1. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
2. Нечитайло М. П. Удосконалена технологія підготовки й знезаражування питної води для малих об'єктів водопостачання: автореферат. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / М. П. Нечитайло; Харківський держ. технічний ун-т будівництва та архітектури. – Х., 2006. – 20 с.
3. Орлов В. О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням / В. О. Орлов – Рівне: НУВГП, 2008. – 158 с.
4. Доповідь про стан довкілля в області 2007–2010 рр. [Електронний ресурс]: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.ecorivne.gov.ua/report\\_about\\_environment/](http://www.ecorivne.gov.ua/report_about_environment/)
5. Коротун І. М. Географія Рівненської області / І. М. Коротун, Л. К. Коротун – Рівне, 1996. – 274 с.
6. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління / [А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова и др.]. – К.: Генеза, 2007. – 360 с.
7. Статистичний щорічник за 2010 рік / [за ред. О. Г. Осауленка]. – К.: ТОВ «Август Трейд», 2011. – С. 509.
8. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.

**Волкова Л. А., Орлов В. О. Экологические аспекты использования поверхностных вод Западного Полесья Украины // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2012. Вып. 6. С. 242–250.**

В работе представлено материалы эколога-географических исследований состояния водных ресурсов бассейнов рек Ровенской области по показателям содержания железа. Особенность поверхностных вод Полесской части области – это природное повышенное содержание соединений железа. Впервые составлена карта качества поверхностных вод по показателям содержания железа. В области на нужды различных отраслей экономики используются поверхностные и подземные воды. Предложены мероприятия и методы по обезжелезиванию вод, для возможного их использования на хозяйственно-питьевые и технические нужды населения и промышленных предприятий. Решение этих вопросов является важной экономической, экологической и социальной проблемой, которая весьма актуальна, имеет научное, теоретическое и практическое значение.

*Ключевые слова:* поверхностные воды, содержание железа, обезжелезивание.

**Volkova L. A., Orlov V. O. Environmental aspects of surface waters using in the Western Ukrainian Polissia // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 6. P. 242–250.**

In this article eco-geographical materials of investigations of water resources of Rivne region river basins at indicators of iron content are presented. Specifics of Polissia region surface water are natural high content of iron compounds. The map of the surface water quality indicators for the iron content is given at the first time. In this area surface water and groundwater are used for needs of the various branches of economics. Activities and methods for removal of iron from water for possible use for drinking and household needs of population and industrial enterprises are offered. Solving of these issues is an important economic, environmental and social problem which is highly relevant and it has scientific, theoretical and practical importance.

*Key words:* surface waters, iron content, iron removal.

*Поступила в редакцию 16.08.2012 г.*