

УДК 550.42 (571.53)

## Екобезпека водних об'єктів у зоні розташування підприємств теплоенергетики

Г. А. Кроїк, Л. О. Дорганова

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна, e-mail: jalad@i.ua*

Досліджено хімічний склад поверхневих вод у зоні розташування Придніпровської теплоелектростанції і визначено вміст таких компонентів: сульфат-іонів, нітрат-іонів, нітрит-іонів, фосфат-іонів, хлор-іонів, зважених речовин, азоту амонійного, БСК<sub>5</sub>, важких металів та нафтопродуктів. Виконано аналіз ступеня забруднення поверхневих вод у зоні дії об'єкта. Виділено пріоритетні елементи – забруднювачі, що надходять до поверхневих вод у результаті роботи ТЕС. Установлено, що значна кількість в охолодженій воді органічної речовини може бути причиною забруднення теплообмінних апаратів органічними відкладами, що, у свою чергу, ініціює утворення мікробіологічних відкладів у теплообмінній апаратурі. Отримано залежності розповсюдження компонентів-забруднювачів та окреслено зону дії підприємства щодо впливу на склад поверхневих вод. Зроблено висновки, що поверхневі води у створі водозабору Придніпровської ТЕС за середніми величинами сольового складу можна оцінити як прісні, гідрокарбонатно-кальцієві II типу. За сумою іонів вони належать до I класу (загальний стан вод «відмінний»), за ступенем чистоти категорія I («дуже чиста»), за вмістом хлоридів вода відповідає II класу («добра»), категорії 3 («дуже чиста»), за сульфатами III клас («задовільна»), категорія 4 («слабкозабруднена»).

*Ключові слова: теплоелектростанція, поверхневі води, техногенний ландшафт, екологічна оцінка, хімічний склад*

## Environmental safety of water objects in the area of the thermal power plant

A. Kroik, L. Dorhanova

*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: jalad@i.ua*

This paper work evaluated the impact of Pridniprovs'k thermal power stations on the ecological status of surface water in the area where is the object located. Particular attention was paid to the state of water in the area of the strait. Shyyanka because it is close to the ash dumps of the power station. The chemical composition of surface water studied and the content of the following components determined: sulfate ions, nitrate ions, nitrite ions, phosphate ions, chlorine ions, suspended solids, ammonia nitrogen, BSK<sub>5</sub>, heavy metals and oil products. The research results revealed the following. In certain places the value of mineralization (the strait. Shyyanka) were higher pH and sulfate ions. A river Dnieper observed an increase of chloride ions and total water hardness. Meanings of suspended solids exceed MAC almost 55 times. In the summer, their number is much higher than in the winter. The content of phosphate ions in surface waters near the power station almost 3 times more than MCL, leading to putrid processes in the pond. Consumption of such water for drinking can cause dermatitis in humans and violations of the gastrointestinal tract. In addition, analysis of the surface waters of substances such as oil and technical oils that do not have to be in the water, set the MCL of these substances almost 5 times more. Results about changing the chemical composition of the surface waters of the Dnieper in the operation of thermal power plants led to the following conclusions. In creating water intake, the averages of salt, can be estimated as fresh, hydrocarbonate-calcium type II. With the amount of ions they belong to Class I (general water status «excellent»), according to the degree of purity of category 1 («very clean»), for including chloride water belongs to Class II («good»), Category 3 («very clean»), for including the sulfates class III («fair»), Category 4 («slightly polluted»). Generalized microbiological assessment characterizes the quality of water within the IV-V grade, 4-5 categories («mild - moderately polluted»). The content of the toxic effect of pollutants and for the content of petroleum products water quality corresponds to category 7 («very dirty»). Thus, the water quality in the Dnipro River and the Strait Shyyanka near the Prydniprovs'k thermal power plant as a whole remains within category - «fresh water». The degree of contamination of water is characterized Category 4 («slightly polluted»), with the trend with transition into category 5 («moderately polluted»). The content of oil condition of water corresponds to the category «very dirty». In terms of mineral content (dry residue, sulfates, chlorides), pH, BSK<sub>5</sub> water quality comply with the composition and properties of water surface sources of drinking water supply.

*Keywords: power plant, surface water, man-made landscape, environmental assessment, chemical composition.*

**Вступ.** Детальний аналіз ринку електроенергії енергоспоживання в цілому по Україні. Спожи- свідчить про необхідність збільшення обсягів вання електроенергії різними галузями націо-

нальної економіки і населенням зростає впродовж року приблизно на 4,7 % і має тенденцію до збільшення.

Відомо, що протягом 2010–2020 років закінчується термін експлуатації більшості енергоблоків АЕС, що наразі перебувають в експлуатації. Деякі енергоблоки шляхом відповідної модернізації можуть продовжити термін служби ще на 5–10 років, інші будуть зупинені і виведені з експлуатації до закінчення планованих термінів служби. Таким чином, основою електроенергетичної системи України залишаються теплові електростанції і, у зв'язку з цим, теплова електроенергетика повинна бути як економічно ефективною, так й екологічно безпечною.

Оскільки більшість ТЕС України будувалася в 50–70-ті роки ХХ століття, а період їх експлуатації складає від 25 до 50 років, у 2001 році була розроблена «Програма реконструкції теплових електростанцій України». Необхідність розробки програми зумовлена також тим, що устаткування більшості теплових електростанцій України на сьогоднішній день відпрацювало свій розрахований граничний ресурс, має низьку економічність, незадовільні екологічні показники і вимагає термінової заміни.

Серед основних напрямів реконструкції і технічного переозброєння ТЕС такі:

- підвищення надійності роботи блоків електростанції;
- продовження термінів служби енергоблоків із поліпшенням їх техніко-економічних показників шляхом проведення їх реконструкції і модернізації;
- зниження витрат мазуту і газу;
- поліпшення екологічних показників роботи ТЕС та відповідних екологічних систем;
- доведення потужності блоків станції до первинного проектного рівня;
- збільшення збуту електроенергії й отримання додаткового прибутку;
- оснащення приладами контролю та управління технологічними процесами, які повинні сприяти зниженню шкідливих викидів;
- екологічне забезпечення роботи електростанцій та зниження шкідливого впливу на здоров'я населення прилеглих до ТЕС територій.

Мета дослідження – оцінити вплив Придніпровської ТЕС на екологічний стан поверхневих вод у зоні розташування об'єкта.

**Об'єкт досліджень.** Відповідно до фізико-географічного районування, територія ТЕС розта-

шована у помірному географічному поясі, в зоні степів та лісостепів. Електростанція побудована в південній частині м. Дніпро, на лівому березі р. Дніпро. У геоморфологічному відношенні район Придніпровської ТЕС належить до масштабного вододільного плато р. Дніпро та р. Інгулець. Лівобережжя Дніпра, де розташована Придніпровська ТЕС, – це піднесена увалиста рівнина, глибоко розчленована долинами балок, найбільші з яких балки Маячка, Любимівка, Західна. Золотий вал ТЕС розміщений у балці Західній. Відносні позначки поверхонь цієї зони досягають 80–100 м. Схили балок, як і долини р. Дніпро і р. Самара, сильно порізані ярами з крутими стінами висотою до 10–15 м та ділянками до 20–25 м, які складені лесовидними суглинками. Загальна площа орних земель, що перебувають у постійному користуванні Придніпровської ТЕС, складає 559,65 га.

Тривала промислова і сільськогосподарська діяльність у цьому регіоні зумовила формування нових типів ландшафтів: техногенного й агрокультурного. Техногенний ландшафт, особливості формування і структура якого зумовлені промисловою діяльністю, сформувався на території проммайданчика, золо- і шлаковідвалу ТЕС, а також прилеглих населених пунктів, агрокультурний ландшафт – у місцях сільськогосподарського освоєння земельних площ.

У зв'язку з тим, що електростанція розташована в межах міської зони м. Дніпро, особливо важливим постає питання екологічної оцінки впливу станції на об'єкти навколишнього середовища та на здоров'я населення.

Функціонування Придніпровської ТЕС пов'язане з низкою процесів, а саме: викидами газів в атмосферу, скидами стічних вод, наявністю золотого шлаковідвалів. Це все може негативно впливати на екологічний стан таких об'єктів як повітря, поверхневі та підземні води, ґрунти (Dzhyhyrey, 2000; Kryshev, 1990; Safranov, 2010).

**Матеріали і методи досліджень.** У статті наведено результати досліджень для оцінки стану поверхневих вод у зоні розташування ТЕС. Доведено, що джерелом забруднення ця електростанція може виступати через те, що її технологічні цикли пов'язані зі споживанням великої кількості води. Особливість цієї ТЕС у тому, що джерелом водопостачання електростанції є р. Дніпро, яка слугує і приймачем теплообмінних зворотних вод.

Відповідно до проекту середньорічний об'єм стоку – 4 000 м<sup>3</sup>/с. При цьому середня ширина річ-

ки в районі ТЕС – 900 м, середня глибина – 6 м, мінімальна швидкість течії – 0,08 м/с.

Вплив електростанції на гідросферу полягає, в основному, у незворотному споживанні річкової води. Основна частина витрат води ТЕС йде на охолодження конденсаторів парових турбін. При цьому витрати річкової води залежать від початкових і кінцевих параметрів пари і від системи технічного водопостачання (на охолодження конденсаторів – 120 кг / (кВт·год)). Решта технічної води (близько 7 % загальних її витрат) використовується у системі золо- і шлаковидалення, охолодження і промивання устаткування. При цьому технічні води – основні джерела додаткового забруднення. Наприклад, під час промивання поверхонь нагріву котлоагрегатів серійних блоків ТЕС потужністю 300 МВт утворюється до 10 000 м<sup>3</sup> стічних вод. До їх складу входять хімічні речовини, такі як розбавлені розчини соляної кислоти, гідроксиди натрію, аміаку, солей амонію. Таким чином, можна вважати, що вплив ТЕС на водний басейн р. Дніпро буде залежати від систем технічного водопостачання, конструкції фільтрів і скидних пристроїв.

У статті наведено результати спостережень хімічного складу поверхневих вод у зоні розташування Придніпровської ТЕС. Проби відбирали за схемою, яка включала відбір води у створі до скиду та нижче скиду теплообмінних вод, а також вище і нижче протоки Шиянка. Особливу увагу було приділено стану вод у зоні протоки Шиянка, оскільки неподалік від неї розташований золовідвал електростанції.

Відомо, що особливість роботи електростанції полягає в тому, що у процесі отримання електричної енергії виділяється надмірне тепло, яке повинно бути відведене. Коли такі «теплові відходи» скидаються в навколишнє середовище, це може спричинити небезпечні ефекти, оскільки надмірне тепло

класифікується як теплове забруднення. Тому одним з екологічних показників води щодо стічних та поверхневих вод у зоні Придніпровської ТЕС, який треба контролювати, є температура. Від електростанції у водоймища безперервно надходить потік води з температурою яка на 8–12 °С перевищує температуру води у водоймищі. Придніпровська ТЕС скидає близько 90 м<sup>3</sup>/год води з такою температурою. Згідно із санітарними показниками, нагрів води в будь-якому місці річки не повинен перевищувати більш ніж на 3 °С максимальну літню температуру води річки, яка прийнята рівною 28 °С.

Спостереження показали, що температура води в річці перебуває в межах норми (рис. 1).

Формування стічних вод на ТЕС відповідно до прийнятої технології відбувається на очисних спорудах. Стічні води ТЕС надходять у комплекс очисних споруд і складаються з первинного відстоювання, розділення у нафтовловлювачі на різні типи нафтопродуктів, зважені речовини, які в результаті утилізують, очищені стоки збираються в проміжний резервуар і надходять на подальше очищення на механічні та сорбційні фільтри.

У досліджуваному районі р. Дніпро використовується для централізованого водопостачання м. Дніпро. Тому до якості води пред'являються жорсткі вимоги.

Першорядне значення для оцінювання якості води з погляду можливості використання в народному господарстві має величина мінералізації і співвідношення солетвірних іонів. Вважається, що для технічного водопостачання ТЕС лімітуючими чинниками придатності води є вміст мінеральних речовин, висока жорсткість, наявність сульфатів та хлоридів. При цьому значна кількість в охолодженій воді органічної речовини може бути причиною забруднення теплообмінних апаратів.

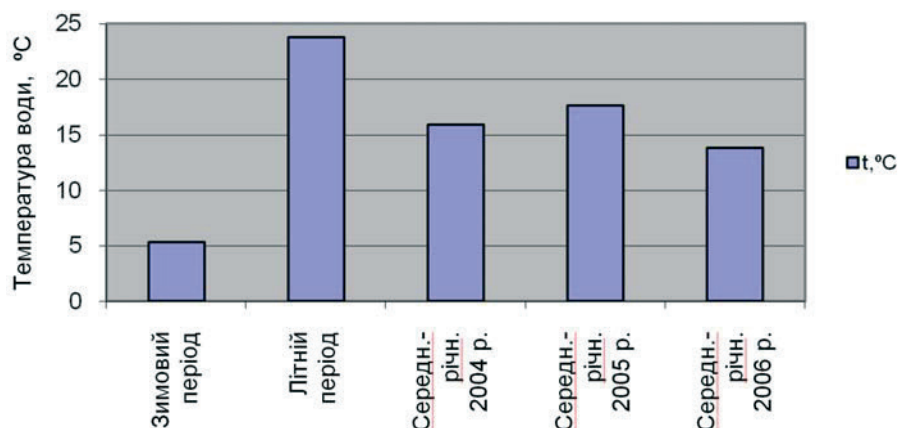


Рис. 1. Температура води у створі водозабору Придніпровської ТЕС

Отож екологічний стан поверхневих вод у зоні Придніпровської ТЕС визначали за вмістом таких компонентів: сульфат-іонів, нітрат-іонів, нітрит-іонів, фосфат-іонів, хлор-іонів, зважених речовин, азоту амонійного, БСК<sub>5</sub>, важких металів та нафтопродуктів. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

В окремих місцях (у протоці Шиянка) значення мінералізації виявилися вищими (майже на 150 мг/дм<sup>3</sup>); рН – (на 0,3); сульфат-іонів (майже на 40 мг/дм<sup>3</sup>). А в р. Дніпро спостерігається підвищення вмісту хлор-іонів (майже на 15 мг/дм<sup>3</sup>) та загальної жорсткості (на 0,4 мг/дм<sup>3</sup>).

Таблиця 1

**Хімічний склад поверхневих вод у зоні розташування Придніпровської ТЕС**

Показники	Вміст компонентів			
	min		max	
	р. Дніпро	протока Шиянка	р. Дніпро	протока Шиянка
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	293,0	500,0	434,0	588,0
Хлоріони, мг/дм <sup>3</sup>	27,0	42,0	69,0	82,0
рН	7,8	8,1	8,3	8,4
Сульфат-іони, мг/дм <sup>3</sup>	41,0	66,0	192,0	234,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,2	5,2	6,0	5,8

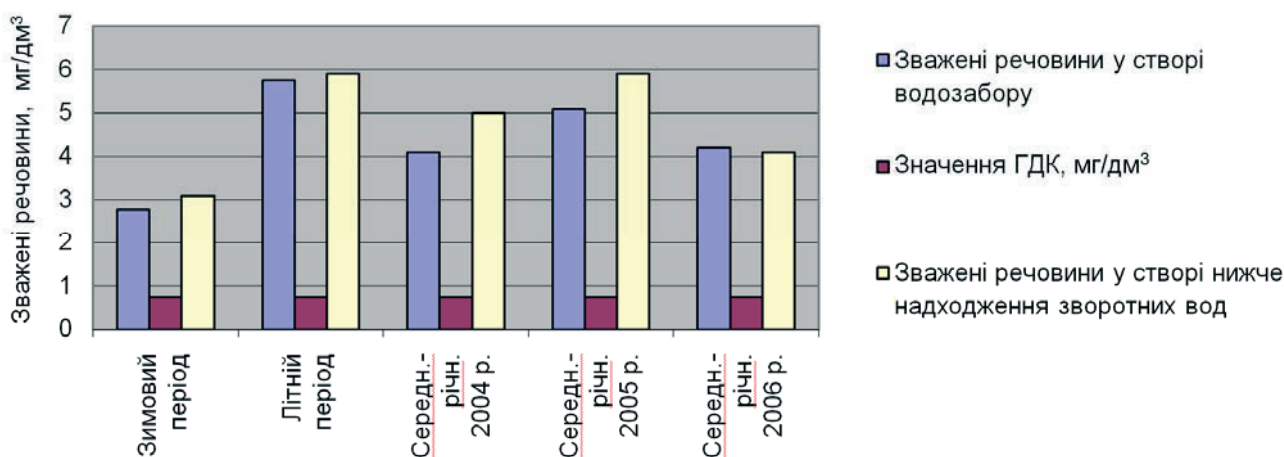
В окремих місцях (у протоці Шиянка) значення мінералізації виявилися вищими (майже на 150 мг/дм<sup>3</sup>); рН – (на 0,3); сульфат-іонів (майже на 40 мг/дм<sup>3</sup>). А в р. Дніпро спостерігається підвищення вмісту хлор-іонів (майже на 15 мг/дм<sup>3</sup>) та загальної жорсткості (на 0,4 мг/дм<sup>3</sup>).

Важливий показник санітарно-гігієнічного стану річок – також концентрація зважених речовин. Результати визначення вмісту зважених речовин у різні сезони року наведено на рис. 2. Встановлено, що значення зважених речовин перевищують

ГДК майже у 55 разів. При цьому в літній період їх кількість набагато більша, ніж у зимовий.

Вміст фосфат-іонів у поверхневих водах поблизу ТЕС перевищує значення ГДК майже втричі (рис. 3), що спричинює гнильні процеси у водоймищі, які у разі споживання такої води для пиття, викликають дерматози і порушення діяльності шлунково-кишкового тракту.

Крім перелічених неорганічних речовин, виконано аналіз знайдених у поверхневих водах мазуту та технічних масел, які взагалі не повинні бути

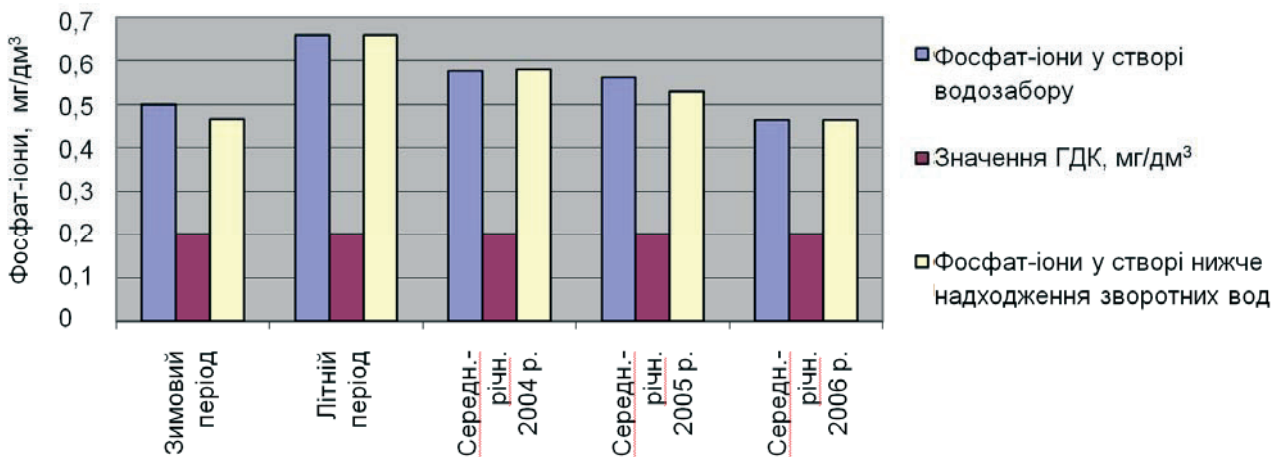


**Рис. 2.** Вміст зважених речовин у поверхневих водах поблизу Придніпровської ТЕС

у питній воді. Кількість цих речовин перевищує ГДК майже у 5 разів (рис. 4).

**Результати та їх аналіз.** Таким чином, дослідження змін хімічного складу поверхневих вод під час експлуатації Придніпровської ТЕС дозволили зробити такі висновки. У створі водозабору Придні-

провської ТЕС за середніми величинами сольового складу воду можна оцінити як прісну, гідрокарбонатно-кальцієву II типу. За сумою іонів вона належить до I класу (загальний стан води «відмінний»), за ступенем чистоти категорія I («дуже чиста»), за вмістом хлоридів вода відповідає II класу

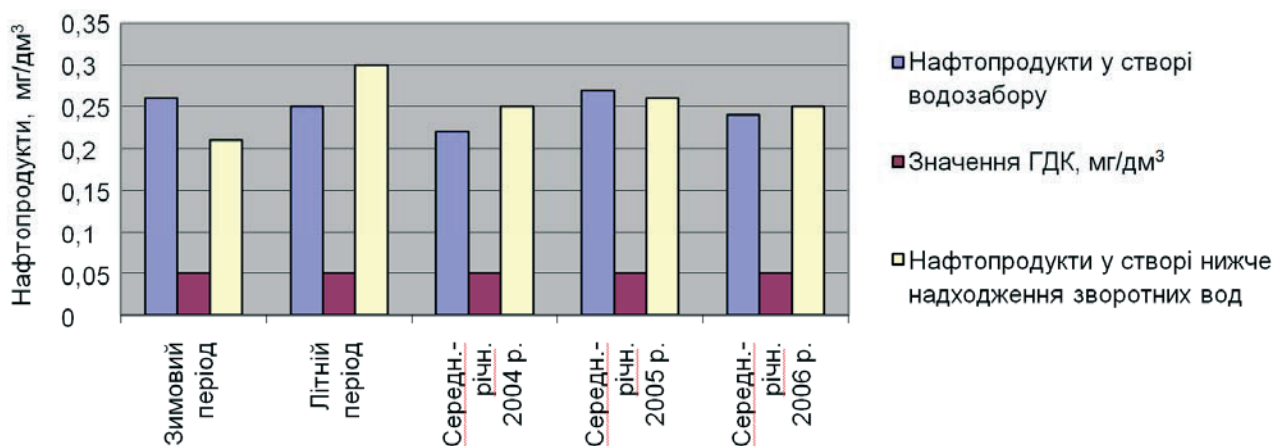


**Рис. 3.** Вміст фосфат-іонів у поверхневих водах поблизу Придніпровської ТЕС

(«добра»), категорії 3 («дуже чиста»), за сульфатами III клас («задовільна»), категорія 4 («слабкозабруднена»). Разом із тим за такими показниками як азот амонійний, азот нітритний вода відповідає категоріям 4–5 («слабкозабруднена» – «помірно

забруднена»), за кількістю нітратів і фосфору належить до категорії 7 («дуже брудна»).

Порівняння екологічного стану р. Дніпро і протоки Шиянка свідчить, що поверхневі води в Шиянці за мінералізацією і вмістом сульфат-іонів



**Рис. 4.** Вміст нафтопродуктів у поверхневих водах поблизу Придніпровської ТЕС

належать до I класу, категорії 1 («дуже чиста»), за кількістю хлор-іонів відповідають II класу, категорії 2 («чиста»). Мінімальні значення вмісту нітрат-іонів і фосфат-іонів відповідають градаціям величин 7-ї категорії («дуже брудна»). За максимальними значеннями показників сольового складу вода протоки Шиянка оцінюється як гідрокарбонатно-кальцієва, II типу. За сумою іонів клас II, категорія 2. За вмістом хлоридів якість води відповідає градаціям величин III класу, категорії 4 («слабкозабруднена»), кількість сульфатів характеризує воду IV класу, категорії 6 («брудна»).

Узагальнена мікробіологічна оцінка характеризує якість води в межах IV–V класів, 4–5-ї катего-

рій («слабкозабруднена» – «помірно забруднена»). За вмістом забруднюючих речовин токсичної дії та за вмістом нафтопродуктів якість води відповідає категорії 7 («дуже брудна»).

Таким чином, якість води в р. Дніпро та в протоці Шиянка в районі Придніпровської ТЭС у цілому залишається в межах категорії «прісні води». За граничними значеннями еколого-санітарних показників поверхневі води відповідають градаціям величин IV класу (загальний стан вод задовільний). За ступенем забруднення вода характеризується категорією 4 («слабкозабруднена»), з тенденцією переходу в категорію 5 («помірно забруднена»). За вмістом нафтопродуктів стан води відповідає категорії «дуже брудний».

За показниками мінерального складу (сухий залишок, сульфати, хлориди), рН, БСК<sub>5</sub> якість води задовольняє вимогам складу і властивостей води поверхневих джерел господарсько-питного водопостачання. За кількістю мінеральних форм азоту вода, як правило, відповідає санітарним нормам для водоймищ комунально-побутової категорії водокористування.

З погляду придатності для зрошування, вода характеризується в межах 1–2-ї категорій якості («абсолютно придатна на всіх ґрунтах» – «придатна із застосуванням меліоративних заходів на солонцюватих ґрунтах»).

### Бібліографічні посилання

Dzhyhyrey V.S., Storozhuk V.M., Yatsyuk R.A.  
Osnovy ekolohiyi ta okhorony navkolysh-

n'oho pryrodnoho seredovyscha. [Fundamentals of Ecology and Environmental Protection.] – L'viv: Afisha, 2000. – 210 s. (in Ukrainian).

Kryshch Y.Y. Ymytatsyonnye modely dynamyky ékosystem v uslovyakh antropohennoho vozdeystvyaya TÉS y AÉS [Simulation models of the dynamics of ecosystems under anthropogenic impact TPP and NPP] Y. Y. Kryshch, T. H. Sorokyna. – M.: 1990. – 184 s. (in Russian).

Safranov T.A. Ekolohichni osnovy pryrodokorystuvannya: teaching guidance [Ecological bases of nature] – L'viv: Novyy Svit-2000, 2010. – 248 s. (in Ukrainian).

*Надійшла до редколегії 27.10.2016*