

УДК 502:504

Віктор ПИЛИП'ЮК

кандидат географічних наук, старший викладач кафедри гідроекології та водних досліджень, Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, м. Одеса, Україна, 65016

ORCID: 0000-0002-0365-4275

Алла КОЛІСНИК

кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони довкілля, Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, м. Одеса, Україна, 65016

ORCID: 0000-0002-0622-9637

Бібліографічний опис статті: Пилип'юк, В., Колісник, А. (2021). Оцінка гідрохімічного стану вод річки Псел. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 46–51, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-7>

ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ ВОД РІЧКИ ПСЕЛ

Проблема оцінки якості поверхневих вод в Україні є особливо гострою через нестачу якісних питних вод у регіонах. Річка Псел є транскордонною, площа її водозбору в межах України становить 72% від загального обсягу. У роботі оцінено гідрохімічний стан вод р. Псел. Установлено, що води річки використовуються для різних потреб, зокрема для господарсько-питного водопостачання. Основним антропогенним джерелом забруднення вод р. Псел є промислове об'єднання «Хімпром», розташоване у м. Суми. Загалом, питання екологічної оцінки якості вод р. Псел є предметом дослідження багатьох авторів. Як вихідні використано дані спостережень на стаціонарних постах підрозділів Гідрометеорологічної служби і Державного агентства водних ресурсів України за 1990–2018 рр. Для оцінки гідрохімічного режиму р. Псел застосована методика екологічної оцінки якості поверхневих вод суші й естуаріїв України з урахуванням трьох груп показників: за критеріями сольового складу; за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями; за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії. Основним показником оцінки є екологічний індекс. Виявлено, що якість вод р. Псел за середніми значеннями екологічного індексу характеризується класом III, категорією 4. Клас якості вод за їх станом характеризується як «задовільні», категорія якості вод – «задовільні». За ступенем чистоти клас якості вод характеризується як «забруднені», категорія якості – «слабкозабруднені». Такий стан досліджуваного водного об'єкта зумовлений значним антропогенним навантаженням – видобутком залізної руди в межах басейну річки. Для використання вод у питних і рибогосподарських цілях необхідні попередні заходи з очищення стічних вод.

Ключові слова: якість вод, гідрохімічний режим, екологічний індекс.

Victor PYLYPIUK

PhD in Geography, Senior Lecturer at the Department of Hydroecology and Water Research, Odesa State Environmental University, 15 Lvivska str., Odesa, Ukraine, 65106

ORCID: 0000-0002-0365-4275

Alla KOLISNYK

PhD in Geography, Associate Professor at the Department of Environmental Science and Environmental Protection, Odesa State Environmental University, 15 Lvivska str., Odesa, Ukraine, 65106

ORCID: 0000-0002-0622-9637

To cite this article: Pylypiuk, V., Kolisnyk, A. (2021). Otsinka hidrokhimichnoho stanu vod richky Psel [Assessment of the Psel River hydrochemical state]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 46–51, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-7>

ASSESSMENT OF THE PSEL RIVER HYDROCHEMICAL STATE

The problem of assessing the quality of surface water in Ukraine is particularly acute due to the lack of quality drinking water in the regions. The Psel River is cross-border, its catchment area within Ukraine is 72% of the total. The paper evaluates the hydrochemical state of the Psel River waters. It is established that the river waters are used for various needs,

including drinking water supply. The main anthropogenic source of water pollution in the Psel River is the “Khimprom” industrial association, which is located in Sumy. In general, the issue of ecological assessment of water quality in the Psel River is the subject of research by many authors. Observation data at stationary posts of the Hydrometeorological Service and the State Agency of Water Resources of Ukraine for 1990-2018 were used as initial data. To assess the hydrochemical regime of the Psel River, the method of ecological assessment of the quality of surface waters of the land and estuaries of Ukraine was applied, taking into account three groups of indicators: according to the criteria of salt composition; according to tropho-saprobiological (ecological and sanitary) criteria; according to the criteria of content of specific substances of toxic and radiation action. The main indicator of the assessment is the environmental index. It is obtained that the water quality of the Psel River according to the average values of the ecological index is characterized by class III, category 4. The water quality class according to their condition is characterized as “satisfactory”, the water quality category – “satisfactory”. According to the degree of purity, the water quality class is characterized as “polluted”, the quality category – “slightly polluted”. This state of the studied water body is due to a significant anthropogenic load, namely the extraction of iron ore within the river basin. For the use of water for drinking and fishery purposes, preliminary measures for wastewater treatment are required.

Key words: water quality, hydrochemical regime, environmental index.

Вступ. Водозбір р. Псел належить до ліво-бережної України і є лівобережною притокою р. Дніпро (Вишневецький, 2000). Ця річка є транскордонною, площа її водозбору в межах України становить 72% від загального обсягу. Загальна довжина річки – 719 км, а загальна площа водозбору – 22,8 тис. км². На території України водозбір р. Псел розташований у межах Сумської й Полтавської областей.

Річка Псел бере початок на південно-західних відгалуженнях Середньоруської височини. Середня течія річки перебуває в межах Полтавської височини (Коротун І., Коротун Л. & Коротун С., 2000), а нижня – у межах Середньодніпровської (лівобережної) терасової рівнини. Полтавська височина та Середньодніпровська рівнина є складниками такого геоморфологічного утворення, як Придніпровська низовина (за Ю.Г. Грубріним).

Установлено, що води річки використовуються для різних потреб, зокрема для господарсько-питного водопостачання. Основним антропогенним джерелом забруднення вод р. Псел є промислове об'єднання «Хімпром», розташоване у м. Суми (Пилип'юк, Лобода, 2010).

Питання екологічної оцінки якості вод р. Псел розглядалися у роботах багатьох дослідників. Так, у роботі (Гололобова, Дорогань, 2019) оцінено якість вод річки в межах Полтавської області. Окремим складником оцінки є робота (Степов, Рома, 2018) щодо аналізу впливу кліматичних змін на кисневий режим річки. За даними Сумської державної адміністрації (Сумська обласна, 2021), контроль якості вод р. Псел має бути постійним за комплексом показників.

З огляду на вищезазначене, метою дослідження є оцінка гідрохімічного стану вод р. Псел за багаторічний період (1990–2018 рр.).

Методи дослідження. Вихідними матеріалами досліджень є дані спостережень на стаціонарних постах підрозділів Гідрометерологічної служби і Державного агентства водних ресурсів України з таким розташуванням: с. Запсілля (у межах села), м. Суми (0,5 км вище міста), м. Суми (6 км нижче міста), м. Гадяч (1 км вище міста) і м. Гадяч (6 км нижче міста).

Для оцінки гідрохімічного режиму р. Псел застосована методика екологічної оцінки якості поверхневих вод суші й естуаріїв України (Сніжко, 2001). Як відомо, ця методика містить 3 групи спеціалізованих класифікацій:

- за критеріями сольового складу;
- за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями;
- за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії, а також за рівнем токсичності (Сніжко, 2001).

Узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води здійснюється на основі аналізу показників у межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для 3 блокових індексів якості води (I_1, I_2, I_3). Так, визначається 6 значень блокових індексів: $I_{1сер}$ та $I_{1макс}$, $I_{2сер}$ та $I_{2макс}$, $I_{3сер}$ та $I_{3макс}$. За значеннями блокових індексів якості води легко визначити їх належність до певного класу і категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом або для окремих його ділянок полягає в розрахунку інтегрального або екологічного індексу (I_E). Значення I_E визначається за формулою (Осадчий, Набиванець Б., Осадча & Набиванець Ю., 2008):

$$I_E = (I_1 = I_2 = I_3)/3, \quad (1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Категорії і класи якості визначаються так: I – відмінні (1 – відмінні); II – добрі (2 – дуже добрі, 3 – добрі); III – задовільні (4 – задовільні,

5 – посередні); IV – погані (6 – погані); V – дуже погані (7 – дуже погані) (Сніжко, 2001).

Результати досліджень та їх аналіз. Виявлено, що за середніми значеннями показників води р. Псел належать до підвищено мінералізованих, клас якості вод – прісні води-I, категорія якості – олігокальцині-2. За максимальними значеннями води р. Псел коливаються від підвищено мінералізованих до високомінералізованих, за критеріями іонного складу за

Таблиця 1

Переважні класи і категорії класифікації якості вод за критеріями сольового складу р. Псел (середні значення)

Пункт спостережень	Показники, мг/дм ³					
	сума іонів		хлориди		сульфати	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
с. Запсілля; у межах села	II	2	IV	3	III	2
м. Суми; 500 м вище міста	II	2	II	3	III	4
м. Суми; 6 км нижче міста	II	2	II	2	III	4
м. Гадяч; 1 км вище міста	II	2	III	4	II	3
м. Гадяч; 6 км нижче міста	II	2	III	4	II	3

Таблиця 2

Переважні класи і категорії класифікації якості вод за критеріями сольового складу р. Псел (максимальні значення)

Пункт спостережень	Показники, мг/дм ³					
	сума іонів		хлориди		сульфати	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
с. Запсілля; у межах села	III	2	III	4	III	5
м. Суми; 500 м вище міста	III	2	III	4	III	5
м. Суми; 6 км нижче міста	III	2	III	4	III	5
м. Гадяч; 1 км вище міста	III	2	III	4	III	5
м. Гадяч; 6 км нижче міста	III	2	III	4	III	5

Таблиця 3

Переважні класи і категорії класифікації якості вод за еколого-санітарними критеріями р. Псел (середні значення)

Показники	с. Запсілля; у межах села		м. Суми; 500 м вище міста		м. Суми; 6 км нижче міста		м. Гадяч; 1 км вище міста		м. Гадяч; 6 км нижче міста	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Завислі речовини, мг/дм ³	III	4	III	4	II	3	III	4	II	3
Прозорість, м	IV	6	IV	6	IV	6	IV	6	IV	6
pH	II	2	II	2	II	3	II	2	II	2
NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	II	2	II	2	II	2	II	3	II	3
NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	II	2	III	5	II	2	II	2	III	5
NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	I	1	I	1	II	2	I	1	II	2
PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	IV	6	III	5	IV	6	III	5	III	5
O ₂ , мг/дм ³	I	1	III	4	I	1	I	1	I	1
O ₂ , % насичення	I	1	IV	6	V	6	II	3	II	3
ПО, мгO ₂ /дм ³	III	4	III	4	III	4	II	3	II	3
БО, мгO ₂ /дм ³	III	4	II	3	III	4	II	3	III	4
BCK ₅ , мг/дм ³	III	5	III	4	III	4	III	5	III	5

Таблиця 4

**Переважні класи і категорії класифікації якості вод за еколого-санітарними критеріями
р. Псел (максимальні значення)**

Показники	с. Запсілля; у межах села		м. Суми; 500 м вище міста		м. Суми; 6 км нижче міста		м. Гадяч; 1 км вище міста		м. Гадяч; 6 км нижче міста	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Завислі речовини, мг/дм ³	III	4	IV	6	III	4	IV	6	III	4
Прозорість, м	IV	6	IV	6	IV	6	IV	6	IV	6
pH	II	2	II	2	V	7	II	2	III	4
NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	III	4	III	5	III	4	III	5	III	4
NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	V	7	IV	6	IV	6	V	7	III	5
NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	I	1	II	2	IV	6	III	4	III	4
PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	V	7	IV	6	V	7	IV	6	IV	6
O ₂ , мг/дм ³	I	1	II	2	I	1	I	1	I	1
O ₂ , % насичення	II	3	III	5	III	5	II	3	II	3
ПО, мгO ₂ /дм ³	IV	6	III	5	IV	6	III	5	IV	6
БО, мгO ₂ /дм ³	III	5	III	5	III	5	III	5	III	5
БСК ₅ , мг/дм ³	IV	6	III	4	III	4	IV	6	IV	6

Таблиця 5

**Переважні класи і категорії класифікації якості вод за критеріями вмісту
специфічних речовин токсичної дії (середні значення)**

Показники	с. Запсілля; у межах села		м. Суми; 500 м вище міста		м. Суми; 6 км нижче міста		м. Гадяч; 1 км вище міста		м. Гадяч; 6 км нижче міста	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Cu	III	4	III	4	V	7	III	4	III	4
Zn	III	4	I	1	III	5	III	4	III	4
Cr	II	2	II	2	IV	6	II	2	II	2
Fe	IV	6	III	5	III	4	III	4	III	4
НП	II	2	II	2	II	3	II	2	II	2
Феноли	III	5	V	6	IV	6	IV	6	III	5
СПАР	II	3	II	3	III	4	II	3	II	3

Таблиця 6

**Переважні класи і категорії класифікації якості вод за критеріями вмісту
специфічних речовин токсичної дії (максимальні значення)**

Показники	с. Запсілля; у межах села		м. Суми; 500 м вище міста		м. Суми; 6 км нижче міста		м. Гадяч; 1 км вище міста		м. Гадяч; 6 км нижче міста	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Cu	III	4	III	4	V	7	III	4	III	4
Zn	I	1	III	5	III	5	III	4	III	5
Cr	I	1	II	2	II	2	II	2	III	4
Fe	III	4	III	4	III	4	III	4	III	4
НП	II	2	II	3	II	2	II	2	II	3
Феноли	II	3	III	5	II	3	III	4	II	3
СПАР	IV	6	III	4	III	4	III	4	III	4

Таблиця 7

Об'єднана оцінка якості вод р. Псел (середні значення)

Водний об'єкт	Клас якості вод	Категорія якості вод	Назва класів якості вод за їх станом	Назва категорія якості вод за їх станом	Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти	Назва категорія якості вод за ступенем їх чистоти
р. Псел	III	4	Задовільні	Задовільні	Забруднені	Слабкозабруднені

Об'єднана оцінка якості вод р. Псел (максимальні значення)

Водний об'єкт	Клас якості вод	Категорія якості вод	Назва класів якості вод за їх станом	Назва категорія якості вод за їх станом	Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти	Назва категорія якості вод за ступенем їх чистоти
р. Псел	III	5	Задовільні	Посередні	Забруднені	Помірно забруднені

досліджуваний період належать до гідрокарбонатного класу, групи кальцієвих та натрієвих (тип I). За величиною pH (як за середніми, так і за максимальними значеннями) води р. Псел належать до слабколужних.

У табл. 1–6 наведено переважні класи і категорії якості вод за трьома критеріями. Так, установлено значний уміст у водах р. Псел хлоридів і сульфатів (табл. 1–2).

Значні концентрації у водах річки по всій її довжині за показниками еколого-санітарного блоку відзначаються для таких речовин, як завислі речовини, фосфати, перманганатна окислюваність (далі – ПО), біхроматна окислюваність (далі – БО) і BCK_5 (табл. 3).

За максимальними значеннями в цьому блоці найбільші концентрації відзначаються додатково за вмістом азоту амонійного й нітритного. Також у створі м. Суми, 6 км нижче міста в цей перелік входять показники pH і азоту нітратного (табл. 4).

Серед специфічних речовин токсичної дії за середніми значеннями максимальним є вміст міді, цинку, заліза, фенолів, а також хрому у створі м. Суми, 6 км нижче міста (табл. 5).

Серед забруднювальних речовин специфічної і токсичної дії за максимальними значеннями максимальні концентрації відзначаються для міді, цинку, заліза, фенолів та $СПАР$ (табл. 6).

Також здійснено об'єднувальну оцінку якості вод р. Псел (табл. 7–8). У результаті розрахунків виявлено, що:

– якісний стан вод за середнім значенням I_E характеризується класом якості вод III, категорією 4;

– клас якості вод за їх станом характеризується як «задовільні», категорією за станом – «задовільні»;

– клас якості вод за ступенем їх чистоти характеризується як «забруднені», категорією за ступенем їх забрудненості – «слабкозабруднені».

За максимальним значенням I_E отримано:

– клас якості вод – III, категорія якості води – 5;

– якість вод за станом – «задовільні», категорія – «посередні»;

– якість вод за ступенем чистоти – «забруднені», категорія – «помірно забруднені».

Висновок. Якісний стан вод р. Псел за середнім значенням I_E характеризується класом III, категорією 4. Клас якості вод за їх станом характеризується як «задовільні», категорія якості вод – «задовільні». За ступенем чистоти клас якості вод характеризується як «забруднені», категорія якості – «слабкозабруднені».

За максимальними значеннями I_E для досліджуваної річки виявлено таке: клас якості вод – III; категорія якості води – 5; клас якості вод за їх станом – «задовільні», категорія якості вод – «посередні»; клас якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені», категорія якості вод – «помірно забруднені».

Такий стан досліджуваного водного об'єкта зумовлений значним антропогенним навантаженням – видобутком залізної руди в межах басейну річки. Для використання вод для господарсько-питного та рибогосподарського водоспоживання необхідні попередні заходи з очищення стічних вод.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 375 с.
2. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України : навчальний посібник. Рівне, 2000. 192 с.
3. Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Динаміка хімічного складу р. Псел та оцінка її якості. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 4 (21). С. 125–134.

4. Гололобова О.О., Дорогань В.В. Екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 31. С. 84–95. DOI: 10.26565/1992-4224-2019-31-08.
5. Степова О.В., Рома В.В. Аналіз впливу змін кліматичних умов на кисневий режим річки Псел. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 113–119. DOI: 10.31210/visnyk2018.02.18
6. Сумська обласна державна адміністрація. URL: <http://sm.gov.ua/uk/arkhiv1/> (дата звернення: 31.10.2021).
7. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : НІКА – Центр, 2001. 264 с.
8. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.П., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. Київ : Ніка – Центр, 2008. 656 с.

REFERENCES:

1. Vyshnevskiy, V.I. (2000). Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]. Kyiv. [in Ukrainian]
2. Korotun, I.M., Korotun, L.K., Korotun, S.I. (2000). Pryrodni resursy Ukrainy: navchalnyi posibnyk [Natural resources of Ukraine: textbook]. Rivne. [in Ukrainian]
3. Pylypiuk, V.V., Loboda, N.S. (2010). Dynamika khimichnoho skladu r. Psel ta otsinka yii yakosti [Dynamics of chemical composition of the Psel River and evaluation of its quality]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolojiia – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 4 (21), 125 – 134. [in Ukrainian]
4. Gololobova, O.O., Dorogan, V.V. (2019). Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevyykh vod malykh ta serednikh richok Poltavskoi oblasti [Ecological assessment of quality of surface water of small and medium rivers of Poltava region]. *Liudyna i dovkillia. Problemy neokolohii – Man and Environment. Issues of Neoecology*. 31, 84–95. [in Ukrainian]
5. Stepova, O.V., Roma, V.V. (2018). Analiz vplyvu zmin klimatychnykh umov na kysnevyi rezhym richky Psel [Analysis of the influence of changes in climatic conditions on the oxygen regime of the Psel River]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2, 113 – 119. [in Ukrainian]
6. Sumska oblasna derzhavna administratsiia [Sumy Regional State Administration]. Retrieved from: <http://sm.gov.ua/uk/arkhiv1/>. [in Ukrainian]
7. Snizhko, S.I. (2001). Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod [Assessment and forecasting of natural water quality]. Kyiv. [in Ukrainian]
8. Osadchyi, V.I., Nabyvanets, B.I., Osadcha, N.P., Nabyvanets, Yu.B. (2008). Hidrokhimichni dovidnyk. Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu [Hydrochemical reference book. Surface waters of Ukraine. Hydrochemical calculations. Methods of analysis]. Kyiv. [in Ukrainian]