

УДК 504.054: 665.7 (506.6)

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, Вознюк Н. М., к.с.-г.н., доцент, Вербецька К. Ю., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВИНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН З РІЧКОВИМ СТОКОМ ЗАХІДНОЇ ГРУЗІЇ ДО ЧОРНОГО МОРЯ

Проведено дослідження обсягів винесення забруднюючих речовин з річковим стоком з території Грузії до Чорного моря у 2010 р. Встановлено необхідність дослідження винесення забруднюючих речовин зі стоком малих річок Аджарії, що має важливе екологічне значення для акваторії Чорного моря.

Ключові слова: поверхневі води, винесення забруднюючих речовин, річковий стік, Чорне море.

Вступ. До 60-х років минулого століття стан екосистеми Чорного моря не викликав серйозного занепокоєння. Багате на біологічні ресурси море щедро ділилося ними не лише з приморськими жителями. Далеко не всі усвідомлювали, що так не може продовжуватися довго, й далеко не всі з тих, хто усвідомлював, закликали до обмежень. Чорне море є унікальним водним об'єктом спільного водокористування шести причорноморських держав, яке на сьогодні є одним з найбільш антропогенно змінених в світі. Обсяг забруднення антропогенного походження, який виноситься в Чорне море з річковим стоком, становить 80% від загального забруднення морського середовища [1]. Зміна гідрохімічного режиму моря внаслідок людської діяльності значною мірою позначається на найбільш вразливій, біологічно високопродуктивній його частині. Збереження екосистеми моря можливе лише у випадку співпраці причорноморських країн (Болгарії, України, Румунії, Російської Федерації, Грузії, Туреччини) у вирішенні екологічних проблем на міжнародному рівні [2].

Аналіз останніх досліджень. Переважна більшість забруднюючих речовин до Чорного моря ($369 \text{ км}^3/\text{рік}$) надходить з річковим стоком зі всього басейну – території близько 20 держав індустріальної Європи [3]. Серед шести причорноморських країн, за обсягом річкового стоку, Грузія посідає третє місце ($46 \text{ км}^3/\text{рік}$ – 13,2% від загального обсягу річкового стоку, який формується в межах Західної Грузії) [4].

Одним з останніх джерел інформації про кількісне надходження за-

бруднюючих речовин всіма причорноморськими країнами є результати Транскордонного діагностичного аналізу Чорного моря (Transboundary Diagnostic Analysis), виконаного у 1996 році, який являє собою комплексну оцінку екологічних проблем Чорного моря та причин їх виникнення [5]. Однак наведені в документі відомості не відображають внесок кожної причорноморської країни у загальне забруднення моря нафтопродуктами. Практично відсутня інформація і про кількість забруднюючих речовин, що виноситься саме з території Грузії.

Стік розчинених речовин є своєрідним інтегральним відображенням природних і антропогенних процесів, що відбуваються в межах річкового басейну. Його абсолютні обсяги, якісний склад характеризують особливості та інтенсивність процесів вивітрювання і вилуговування порід та ґрунтів на території річкового водозбору, винесення продуктів цих процесів за його межі, специфіку, напрямок та інтенсивність міграції різних хімічних елементів та їх сполук водними шляхами, загальний обмін речовин у гідроекосистемах річкового басейну. Проте, впродовж останніх десятиліть на зазначені процеси і відповідно на формування та динаміку стоку розчинених речовин часто почали впливати характер, інфраструктура та масштаби господарської діяльності людини на території практично кожного річкового басейну [6].

Важливими чинниками впливу прісного стоку на Чорне море є його склад, який визначається рівнем забрудненості річкових вод. Дослідження якості поверхневих вод Західної Грузії дає підстави стверджувати, що якість води у річках регіону визначають високі концентрації речовин трофо-сапробіологічного блоку (Нітроген амонійний та нітритний) [7]. Також у річкових водах у значних концентраціях містяться такі специфічні речовини токсичної дії, як СПАР та нафтопродукти [8].

Окрім оцінювання якості поверхневих вод, важливо враховувати кількість окремої перенесеної забруднюючої речовини з приток до ріки, водойми озера, моря та розраховувати винесення особливо шкідливих забруднювачів. Ця проблема вирішується за допомогою розрахунку величини винесення забруднюючих речовин, який об'єднує гідрологічні та гідрохімічні показники водного об'єкту. Вивчення вносу забруднюючих речовин з річковим стоком басейну Чорного моря є важливим з кількох його основних характеристик:

- 1) географічне розташування, що характеризується віддаленістю від океану;
- 2) велика площа водозбору – більше 2,3 млн км², що приблизно в п'ять разів перевищує площу дзеркала моря;
- 3) обмежений водообмін з сусідніми морськими басейнами – складає не більше 0,1% від об'єму моря за рік (надходження води глибин-

- ною Нижньобосфорською протокою становить $176 \text{ км}^3 / \text{рік}$, а Керченською протокою з Азовського моря – $49,8 \text{ км}^3 / \text{рік}$ [9, 10]);
- 4) значне розшарування води за густиною (сірководнева зона займає 87% об'єму води і розмішена на глибинах 100-200 м [11]);
 - 5) наявність кисню лише у 7-10% від загального об'єму води (537 тис. км^3), що зумовлює явище гіпоксії – відсутності кисню на дні моря [12].

Таким чином, саме з цих позицій актуальним є завдання подальшого вивчення і дослідження стану поверхневих вод басейну Чорного моря з метою підтримання і покращання їх якості шляхом зменшення надходження забруднювачів з території шести причорноморських держав.

Методика досліджень. З метою визначення об'ємів винесення забруднюючих речовин з річковим стоком з території Західної Грузії нами було використано спрощену методику розрахунку винесення забруднюючих речовин [13], що передбачає прямий метод розрахунку за формулою

$$G = W\bar{C}, \quad (1)$$

де G – кількість забруднюючої речовини за рік, тис. т; W – об'єм стоку води за рік, км^3 ; \bar{C} – середня концентрація речовини за рік, мг/дм^3 або мкг/дм^3 .

Постановка завдання. Методичні особливості виконаних досліджень полягали в оцінці середньорічного стоку головних іонів, біогенних речовин та мікроелементів з водами приток до р. Ріоні, самої Ріоні та малих низинних річок Аджарії, а також виносу забруднюючих речовин водами русла ріки Ріоні, Барцхана та Кубісцкалі до акваторії Чорного моря (таблиця). Обчислення були проведені для пригирлових створів річок: р. Ріоні (27, 28 – м. Поті), річок Кубісцкалі та Барцхана (47, 48 – м. Батумі).

Результати досліджень. Річкові потоки вод і вміст у них твердого стоку пов'язані з геологічними, ґрунтоутворюючими породами, біологічними процесами і господарською діяльністю (відходами промислових підприємств, комунального, землеробського походження). Їх взаємозв'язок і вплив призводять до накопичення у сумарному стоці річок Західної Грузії мінеральних забруднювачів: гідрогенкарбонатів Са та Mg, Cu, Fe та ін.

Серед переліку біогенних речовин нами було проведено розрахунок виносу сумарного Нітрогену. Ми свідомо не визначали окремо винесення різних сполук Нітрогену (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), оскільки їх вміст у річкових водах є взаємопов'язаним.

Таблиця

Винесення забруднюючих речовин з річковим стоком Західної Грузії до Чорного моря (2010 р.)

Річка	Витрата, м ³ /с Стік, км ³ .	Середньорічний вміст у воді мг/дм ³ Середньорічний виніс, тис. т/рік										
		Σ N	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{заг}	Cu	СПАР	НП*
Ріоні	146,833	1,738	0,075	35,88	7,427	148,68	32,827	9,593	0,514	-	0,132	0,198
	4,625	8,040	0,348	165,95	34,350	687,68	151,83	44,368	2,377	-	0,611	0,913
Квіріла	23,305	1,459	0,058	24,19	5,381	124,70	30,711	6,513	0,347	-	-	-
	0,734	1,071	0,043	17,76	3,950	91,542	22,545	4,781	0,255	-	-	-
Цхеніскалі	29,83	1,41	0,05	25,65	6,92	140,3	32,2	10,075	0,3	-	-	-
	0,94	1,33	0,05	24,10	6,51	131,81	30,25	9,47	0,28	-	-	-
Техурі	27,73	0,781	0,032	18,73	3,680	108,66	28,220	5,997	0,200	-	0,031	-
	0,873	0,510	0,215	12,95	16,252	75,220	18,885	4,318	0,171	-	0,024	-
Ткібулі	7,188	0,833	0,043	20,37	4,739	132,92	32,652	7,651	0,255	-	0,046	-
	0,226	0,344	0,015	9,719	2,236	58,648	14,438	4,165	0,142	-	0,022	-
Ханіскалі	29,79	0,561	0,020	14,58	3,387	90,896	22,524	5,431	0,151	-	0,025	-
	0,94	0,666	0,021	15,98	3,701	105,41	27,897	5,505	0,152	-	0,021	-
Губіскалі	13,525	1,113	0,042	21,37	6,00	131,15	30,375	10,70	0,215	-	-	-
	0,426	0,474	0,018	9,107	2,556	55,875	12,941	4,559	0,092	-	-	-
Барцхана	12,8	2,223	0,051	7,417	6,537	105,43	16,998	6,810	0,232	0,005	0,012	0,078
	0,403	0,896	0,020	2,99	2,636	42,511	6,854	2,746	0,093	0,002	0,005	0,031
Кубіскалі	11,8	2,2805	0,055	11,5	5,8	91,45	11,95	2,4	0,175	0,003	0,015	0,0765
	0,372	0,848	0,020	4,27	2,156	33,992	4,442	0,892	0,065	0,001	0,006	0,028

Випуск 1(61) 2013 р. Серія «Сільськогосподарські науки»

Було встановлено, що до р. Ріоні найбільша кількість сумарного Нітрогену надходить від її найбільших приток Квіріла та Цхенісцкалі – 1,071 та 1,33 тис. т/рік. Також з їх водами, внаслідок транскордонного перенесення, надходить найбільша кількість Феруму загального (Квіріла – 0,25 та Цхенісцкалі – 0,28 тис. т/рік).

До Чорного моря з водами найбільшої ріки Західної Грузії – ріки Ріоні надходить 8,04 тис. т сполук Нітрогену на рік. Малі низинні річки Кубісцкалі та Барцхана переносять зі своїми водами приблизно однакову кількість сполук Нітрогену, а саме 0,896 та 0,848 тис. т/рік відповідно.

Встановлено, що головним постачальником сполук фосфору до вод Ріоні є її притока Техурі (0,215 тис. т/рік). Сама ж Ріоні переносить до Чорного моря 0,348 тис. т фосфатів на рік, а Барцхана та Кубісцкалі лише по 0,02 тис. т/рік.

Серед сполук, які формують йонний склад річок Західної Грузії, переважаючими є гідрогенкарбонати кальцію та магнію. Тому винесення до Чорного моря цих сполук в сумі становить 883,9 тис. т/рік від ріки Ріоні й по 52,11 тис. т/рік та 39,33 тис. т/рік від річок Барцхана та Кубісцкалі відповідно.

До пріоритетних забруднюючих речовин, спостереження за якими обов'язкові для всіх середовищ, відносяться важкі метали, які характеризуються високою токсичністю для живих організмів у відносно низьких концентраціях та здатністю до біоаккумуляції.

До головних природних чинників, що визначають обсяги та інтенсивність надходження $Fe_{\text{заг}}$ до поверхневих природних вод, належать, насамперед, продукти процесів вивітрювання гірських порід. Значна частина їх надходить у поверхневі води з підземним стоком, зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства.

Величина середньорічного винесення $Fe_{\text{заг}}$ до Ріоні від її приток є достатньо високою (Квіріла – 0,25 та Цхенісцкалі – 0,28 тис. т/рік). Сама ж ріка Ріоні виносить до Чорного моря 2,377 тис. т Феруму загального за рік, а річки Кубісцкалі та Барцхана в межах 0,093-0,065 тис. т/рік.

Серед інших мікроелементів, що надходять до Чорного моря зі стоком малих низинних річок є Купрум. Значення його транскордонного перенесення до морської акваторії знаходиться в діапазоні від 0,001 до 0,002 тис. т/рік.

Нафтове забруднення акваторії Чорного моря узбережжя Грузії відбувається у зв'язку з діяльністю портових міст Батумі та Поті та за рахунок транскордонного перенесення нафтопродуктів з річковим стоком.

Водами русла р. Ріоні щорічно до моря виносяться 0,913 тис. т нафтопродуктів. Найбільша кількість нафтопродуктів надходить до р. Ріоні з водами приток Техурі (0,024 тис. т нафтопродуктів), Ткібулі

(0,022 тис. т) і Ханісцкалі (0,021 тис. т).

Малі низинні річки Кубісцкалі та Барцхана забруднені стічними водами нафтопереробного заводу Батумі, що містять у собі велику кількість нафтопродуктів. Для цих річок нафтове забруднення є характерним, тому до прибережної зони моря надходить 0,028-0,031 тис. т нафтопродуктів щороку.

Висновки. Отже, проведений розрахунок винесення забруднюючих речовин річковими водами Грузії до Чорного моря показав, що найбільшу кількість забруднення до морської акваторії виносить р. Ріоні (0,913 тис. т/рік нафтопродуктів). Обсяги виносу забруднюючих речовин річками Аджарії хоча і є у порівнянні значно меншими (надходить 0,028-0,031 тис. т/рік нафтопродуктів), проте важливі за екологічними наслідками. Нафтопродукти локалізуються переважно у береговій зоні портових міст та гирлових ділянках річок, що створює значне навантаження на морську екосистему на ділянці Батумі – Поті.

1. Вербецька К. Ю. Сучасні екологічні проблеми в басейні Чорного моря / К. Ю. Вербецька, Н. М. Вознюк // Вісник НУВГП: збірник наукових праць. – Рівне, 2009. – Вип. 2(46). – С. 14-19.
2. Verbetska K. The Experience of International Collaboration the Black Sea Basin / K. Verbetska, N. Klymenko, N. Voznyuk // Collected articles of young scientists of conference “Water Management – State and Prospects for Development” (Rivne, 15-16 April 2010). – Rivne : National University of Water Management and Nature Resources Use, 2010. – Part I. – P. 137-139.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей / под ред. Сиимонова А. И., Рябинина А. И. // Современное состояние загрязнения вод Черного моря. – Севастополь : ЭКОСИ – Гидрофизика, 1996. – Том 4, № 3. – 230 с.
4. Джоашвили Ш. Реки Черного моря / Ш. Джоашвили // Европейское агентство по охране окружающей среды. Технический отчет. – 1998. – № 71. – С. 28-36.
5. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. – Istanbul, 1997. – 142 p. – English ISBN 92-1-126075-2, UN Publications, New York.
6. Савицький В. М. Стік загального заліза та його динаміка в річкових водах басейну Дніпра / Савицький В. М., Маринич В. В., Косматий В. С. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 179-189.
7. Вербецька К. Ю. Оцінка якості поверхневих вод Західної Грузії / К. Ю. Вербецька // Тези Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми наук про життя та природокори-стування”, Київ, 26-29 жовтня 2011 р. – Київ : НУБіП, 2011. – С. 5-6.
8. Клименко М. О. Нафтове забруднення грузинської частини Чорного моря на ділянці Батумі – Поті / М. О. Клименко, Н. М. Вознюк, К. Ю. Вербецька // Вісник НУВГП : збірник наукових праць. – Рівне, 2009. – Вип. 3(47), ч.1. – С. 16-23.
9. Коржунова Н. В. На захист Чорного моря / Н. В. Коржунова // Рідна природа. – Київ, 1996. – № 2-3. – С. 16-18.
10. Лоева І. Сучасний екологічний стан Чорного моря / Ірина Лоева // Рідна природа. – Київ, 2007. – Спецвипуск. – С. 11-15.
11. Долинський С. К. Сучасний екологічний стан Чорного моря / С. К. Долинський // Вода і водоочисні технології – 2002. – № 2-3. – С. 30-33.
12. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Черное море. – Санкт-Петербург : Гидрометеоздат, 1991. – Т. 4, вып. 1. – С. 429.
13. Вовк И. Ф. Современные инструментальные методы анализа природных вод / И. Ф. Вовк, В. И. Пелешенко – К. : УкрНИИТИ, 1970. – 52 с.

Рецензент: к.с.-г.н., професор Прищепа А. М. (НУВГП)