

Сторчак О.В., Чепіжко О.В.

Мінливість вмісту важких металів у морській воді північно-західної частини Чорного моря

Наведені результати дослідження поверхневого і придонного шарів морської води профілю Одеса-мис Тарханкут і в межах акваторії родовищ газу «Голіцина», «Шмідта», «Штормова» та «Архангельська» на північно-західному шельфі Чорного моря. Наведені результати статистичної обробки геохімічних даних. Встановлені парагенетичні групи елементів-токсикантів, пов'язані з різними параметрами середовища осадконакопичення, джерелами постачання та впливом течій на вміст і розподіл елементів у різних шарах водної товщі.

Природна екосистема Чорного моря зазнає негативного впливу забруднюючих речовин, які надходять із річковим стоком, відходами підприємств і сільськогосподарської діяльності, а також внаслідок інтенсивного судноплавства, рибного промислу. Це відбувається також через регулярно виникаючий сезонний дефіцит кисню в придонному шарі води. Проблема підсилює видобуток вуглеводнів з родовищ північно-західної частини шельфу Чорного моря. Вуглеводневе забруднення виникає внаслідок не тільки добувних робіт, але й використання нафтопродуктів, транспортування їх танкерами. Фонове забруднення північно-західної частини Чорного моря формується, переважно, за рахунок стоку рік Дунай, Дністер, Південний Буг, Дніпро, а також берегових джерел, зокрема, господарсько-побутових, дренажних і зливових вод [4, 9, 10].

Дослідженню екологічного стану різних районів української частини чорноморського шельфу протягом останніх десятиліть приділяється велика увага. Слід згадати проведені протягом 1992-2006 рр. комплексні дослідження окремих частин шельфу з метою вивчення розподілу забруднюючих речовин у товщі морської води, а також роботи Т.А.Шостака, Є.Ф.Шнюкова, О.Ю.Митропольського, Є.І.Наседкіна, В.О.Смельянова, Н.П.Осокіна та ін., у яких викладені результати вивчення концентрації та розподілу токсичних металів у морському довкіллі [1, 2, 5-8, 11].

Метою цієї роботи є встановлення впливу на вміст у воді Чорного моря забруднюючих хімічних компонентів низки чинників, серед яких - розробка вуглеводнів на родовищах газу «Голіцина», «Шмідта», «Штормова» й «Архангельська».

Для досягнення мети вирішувались наступні задачі: 1) встановлення статистичних зв'язків у межах групи досліджених хімічних компонентів; 2) аналіз розподілу хімічних компонентів, у тому числі важких металів за профілем і в межах дослідженої акваторії; 3) виявлення

закономірностей розподілу забруднюючих хімічних компонентів у поверхневому і придонному шарах морської води.

В роботі використовувались дані, одержані в 1992-94 рр. А.П.Кабушевою, Л.К.Себах та ін. при виконанні ландшафтно-екологічної зйомки масштабу 1:1000 000 в зв'язку з розвідкою родовищ вуглеводнів у межах північно-західної частини шельфу Чорного моря. Вибір проб води поверхневого та придонного шарів виконувався з науково-дослідного судна „Аргон” підприємства „Одесморгеологія” в 1994 р. у точках спостереження на 16 станціях, номери яких і розташування наведені на схемі рис. 1.

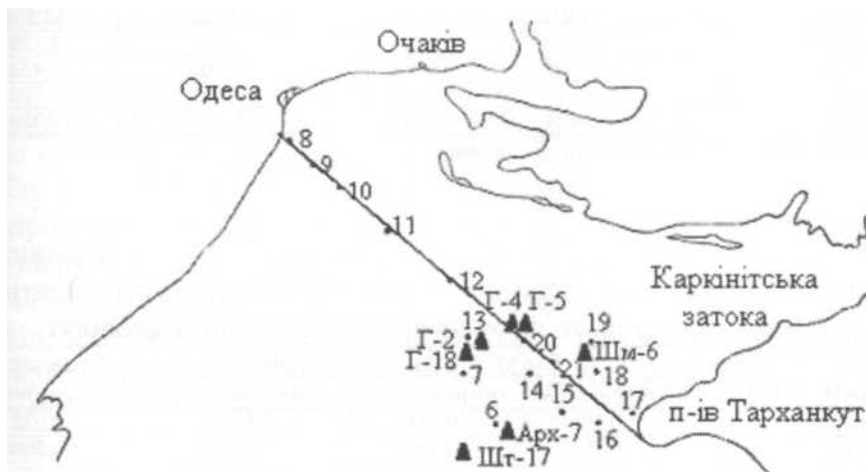


Рис. 1. Схема району робіт.

Точками позначені станції відбору проб води, трикутниками – бурові платформи.

Вміст у складі морської води хімічних компонентів визначався в державних лабораторіях з використанням стандартних методів. Статистична обробка результатів хімічного аналізу, виявлення варіацій концентрації хімічних компонентів у складі води виконувались за допомогою апробованих комп'ютерних програм [3], в тому числі пакету STATISTICA програми Excel для побудови діаграм кластерного аналізу. Результати статистичних розрахунків наведені в табл. 1-4.

Аналіз параметрів, наведених у табл. 1 і 2, дозволив встановити, що середні значення концентрацій Hg, Zn, Cd, Cu, LB, O₂ у складі морської води поверхневого шару значно вищі, а такі ж показники Pb, Mn, BV нижчі ніж у воді придонного шару. В морській воді поверхневого шару мінімальні концентрації Cu, Mn та BV більш низькі ніж у воді придонного шару, а Hg, Zn, Cd, O₂ і LB - більш високі. Мінімальні значення вмісту Pb близькі. Максимальні значення вмісту BV, LB і Pb більш високі у воді придонного шару. В поверхневому шарі води максимальні значення концентрацій Hg, Zn, Cd, Cu, Mn, O₂ вищі, ніж у придонному. Для поверхневого шару характерні більш високі показники стандартних відхилень значень вмісту Zn, Cd, Cu, Mn і вуглеводнів

Мінливість вмісту важких металів у морській воді північно-західної ...

ВВ, ВЛ і більш низькі - Рb, О₂; для Hg ці показники близькі для води поверхневого и придонного шарів.

Таблиця 1.
Статистичні параметри виборки значень вмісту хімічних компонентів у складі води поверхневого шару профілю Одеса-мис Тарханкут

Хімічні компоненти	Об'єм виборки	Вміст хімічних компонентів			Стандартне відхилення
		середній	мінімальний	максимальний	
Hg (мкг/дм ³)	6	0,070	0,033	0,112	0,033
Zn (мкг/дм ³)	7	30,497	16,300	60,570	14,749
Pb (мкг/дм ³)	7	2,777	1,500	3,560	0,678
Cd (мкг/дм ³)	7	1,920	0,190	4,700	1,758
Cu (мкг/дм ³)	7	17,914	6,000	47,200	14,376
Mn (мкг/дм ³)	7	3,002	1,080	7,180	2,178
ВВ (мкг/л)	7	15,285	4,000	21,000	7,432
ВЛ (мкг/л)	7	6,000	2,000	8,000	2,768
O ₂ (мл/л)	7	5,424	4,770	5,710	0,329

ВВ – важкі вуглеводні, ВЛ – легкі вуглеводні.

Таблиця 2.
Статистичні параметри виборки значень вмісту хімічних компонентів у складі води придонного шару профілю Одеса-мис Тарханкут

Хімічні компоненти	Об'єм виборки	Вміст хімічних компонентів			Стандартне відхилення
		середній	мінімальний	максимальний	
Hg (мкг/дм ³)	7	0,060	0,014	0,105	0,032
Zn (мкг/дм ³)	7	24,195	14,090	44,440	9,930
Pb (мкг/дм ³)	7	3,115	1,500	6,010	1,682
Cd (мкг/дм ³)	7	1,324	0,150	4,390	1,656
Cu (мкг/дм ³)	7	12,642	7,100	17,000	3,539
Mn (мкг/дм ³)	7	3,222	1,400	6,320	1,663
ВВ (мкг/л)	7	18,285	12,000	28,000	5,677
ВЛ (мкг/л)	7	5,714	1,000	9,000	2,563
O ₂ (мл/л)	7	2,154	0,740	3,310	0,838

Статистичні параметри виборок хімічних компонентів у складі води поверхневого і придонного шарів у межах дослідженої акваторії родовищ вуглеводнів наведені в табл. 3 і 4.

Таблиця 3.
Статистичні параметри виборки значень вмісту хімічних компонентів у складі води поверхневого шару в межах дослідженої акваторії родовищ

Хімічні компоненти	Об'єм виборки	Вміст хімічних компонентів			Стандартне відхилення
		середній	мінімальний	максимальний	
Hg (мкг/дм ³)	11	0,060	0,022	0,111	0,027
Zn (мкг/дм ³)	12	34,382	10,650	60,570	14,704
Pb (мкг/дм ³)	12	3,100	1,500	6,590	1,361
Cd (мкг/дм ³)	12	1,320	0,150	6,170	1,652
Cu (мкг/дм ³)	12	19,391	4,300	47,200	14,396
Mn (мкг/дм ³)	12	2,912	1,080	7,180	1,927
ВВ (мкг/л)	12	23,583	2,000	52,000	15,477
ВЛ (мкг/л)	12	7,833	1,000	19,000	4,745
O ₂ (мл/л)	12	5,372	4,770	5,710	0,291

Таблиця 4.

Статистичні параметри виборки значень вмісту хімічних компонентів у складі води придонного шару в межах дослідженої акваторії родовищ

Хімічні компоненти	Об'єм вибірки	Вміст хімічних компонентів			Стандартне відхилення
		середній	мінімальний	максимальний	
Hg (мкг/дм ³)	12	0,069	0,023	0,175	0,043
Zn (мкг/дм ³)	12	28,103	8,190	74,740	18,386
Pb (мкг/дм ³)	12	2,642	1,500	6,010	1,183
Cd (мкг/дм ³)	12	0,196	0,150	0,640	0,140
Cu (мкг/дм ³)	12	12,050	5,600	20,500	4,905
Mn (мкг/дм ³)	12	3,345	1,250	8,170	2,228
BB (мкг/л)	12	17,666	12,000	26,000	4,417
LB (мкг/л)	12	6,833	5,000	10,000	1,642
O ₂ (мл/л)	12	3,806	1,180	6,560	1,682

За результатами аналізу цих даних, встановлено, що середні значення концентрації вуглеводнів та деяких інших хімічних елементів (Zn, Pb, Cd, Cu, BB, LB, O₂) у складі води поверхневого шару значно вищі, ніж придонного; середні значення вмісту Hg близькі. У воді поверхневого шару мінімальні концентрації Hg, Cu, Mn та BB, BL більш низькі в порівнянні з водою придонного шару. Максимальні значення вмісту Hg, Zn, Mn та O₂ більш високі в складі води придонного шару. У воді поверхневого шару максимальне значення вмісту BB у 2 раз вище, ніж у воді придонного шару, концентрації Pb, Cd, Cu та вуглеводнів LB також значно вищі.

У відповідності з запропонованими стандартами [1], в основу яких покладені європейські нормативи та вимоги, гранично допустимі концентрації (ГДК) металів у морській воді для рибогосподарських водойм складають (мкг/дм³): кадмій - 5,0; ртуть - 0,1; цинк - 10,0; свинець - 10,0; марганець - 10,0; мідь - 5,0. Результати виконаних авторами досліджень дозволили встановити такі показники для цих металів.

Ртуть. Вміст ртуті у складі води поверхневого і придонного шарів вивченого профілю і в межах дослідженої акваторії знаходиться в інтервалі від 0,027 до 0,047 мкг/дм³.

Цинк. Кількість Zn в складі води дослідженого профілю коливається від 9,930 (придонний шар) до 14,749 мкг/дм³ (поверхневий шар), в районі родовищ газу «Голіцина», «Шмідта», «Штормова» та «Архангельська» цей показник підвищується до 18,386 мкг/дм³ (придонний шар).

Кадмій. Значення вмісту Cd у воді вивчених профілю і акваторії змінюється в діапазоні від 0,140 до 1,758 мкг/дм³. В прибережному районі зафіксовані відносно високі концентрації - від 1,656 до 1,758 - мкг/дм³. В районі родовищ газу вміст Cd у складі води знижується до " 0,140 мкг/дм³.

Марганець. Вміст Mn у складі води за профілем і в межах акваторії родовищ знаходиться в межах від 1,663 до 2,228 мкг/дм³.

Свинець. Кількість Pb у складі морської води досліджених профілю і акваторії коливається від 0,678 до 1.682 мкг/дм³.

Мідь. Для поверхневого шару води збільшення концентрації Cu від 2,178 до 14,396 мкг/дм³ спостерігається в районі родовищ газу. В придонному шарі води вміст Cu коливається від 3,539 до 4,905 мкг/дм³; зменшення концентрації міді спостерігається в прибережному районі.

Для з'ясування характеру геохімічних зв'язків хімічних елементів у складі води був проведений кореляційний аналіз [3] одержаних даних (табл. 5-8). Результати показали, що в складі води поверхневого шару дослідженого профілю високі позитивні значення коефіцієнтів кореляції (Rk) (табл. 5) пов'язують LB з BB (Rk = 1,00), Pb (Rk = 0,75), Cd (Rk = 0,81).

Таблиця 5.

Коефіцієнти парної кореляції значень вмісту хімічних компонентів у складі води поверхневого шару профілю Одеса-мис Тарханкут

Компоненти	Hg	Zn	Pb	Cd	Cu	Mn	BB	LB	O ₂
Hg	1,00	-0,46	0,73	0,62	-0,44	-0,21	0,28	0,26	-0,15
Zn	-0,46	1,00	-0,83	-0,67	0,86	0,88	-0,79	-0,79	-0,01
Pb	0,73	-0,83	1,00	0,82	-0,87	-0,66	0,77	0,75	0,05
Cd	0,62	-0,67	0,82	1,00	-0,59	-0,39	0,79	0,81	-0,07
Cu	-0,44	0,86	-0,87	-0,59	1,00	0,92	-0,87	-0,83	0,18
Mn	-0,21	0,88	-0,66	-0,39	0,92	1,00	-0,78	-0,75	0,20
BB	0,28	-0,79	0,77	0,79	-0,87	-0,78	1,00	1,00	-0,26
LB	0,26	-0,79	0,75	0,81	-0,83	-0,75	1,00	1,00	-0,24
O ₂	-0,15	-0,01	0,05	-0,07	0,18	0,20	-0,26	-0,24	1,00

Для Zn найбільш високі позитивні значення коефіцієнтів кореляції виявлені з Cu (Rk = 0,86) і Mn (Rk = 0,88), в антагоністичних співвідношеннях цинк перебуває з BB (Rk = -0,79) і LB (Rk = -0,79). Для Mn характерні високі позитивні значення коефіцієнтів парної кореляції з Cu (Rk = 0,92) і високі негативні - з BB (Rk = -0,78), LB (Rk = -0,75). Cd характеризується значним позитивним кореляційним зв'язком з Pb (Rk = 0,82), BB (Rk = 0,79), а також з Hg (Rk = 0,62) і негативним – з Zn (Rk = -0,67), Cu (Rk = -0,59). У свою чергу Pb перебуває в антагоністичній позиції по відношенню до Cu (Rk = -0,87), Zn (Rk = -0,83), Mn (Rk = -0,66), але характеризується високим позитивним значенням коефіцієнтів кореляції з Hg (Rk = 0,75) і BB (Rk = 0,77). Найбільш високе негативне значення коефіцієнтів парної кореляції характеризує зв'язок Cu з BB (Rk = -0,87) та LB (Rk = -0,83).

Для води придонного шару профілю Одеса-мис Тарханкут (табл. 6) відзначається більш низьке значення позитивного кореляційного зв'язку Mn і Cu (Rk = 0,60), антагонізм Cu і Zn (Rk = -0,56), більш слабкий позитивний зв'язок Zn і Pb (Rk = 0,57), високі значення негативного зв'язку O₂ з Pb (Rk = -0,56) і Cd (Rk = -0,58). Для найбільш високі позитивні значення коефіцієнтів кореляції встановлені з BB (Rk = 0,74) і O₂ (Rk = 0,69), найбільш значні негативні - з Zn (Rk = -0,67) і Pb (Rk = -0,58).

Серед даних, одержаних за результатами вивчення води поверхневого шару дослідженої акваторії родовищ, звертають увагу високе позитивне значення коефіцієнту парної кореляції LB і BB ($R_k = 0,83$), більш слабкий позитивний зв'язок LB і Pb ($R_k = 0,52$), негативний зв'язок останнього з Zn ($R_k = -0,66$) (табл. 7). Для Zn встановлений позитивний зв'язок з Mn ($R_k = 0,60$) і Cu ($R_k = 0,60$). В свою чергу Mn характеризується тісним позитивним зв'язком з Cu ($R_k = 0,94$). Вміст Cd позитивно пов'язаний з вмістом O_2 ($R_k = 0,56$).

Таблиця 6.

Коефіцієнти парної кореляції значень вмісту хімічних компонентів у складі води придонного шару профілю Одеса-мис Тарханкут

Компоненти	Hg	Zn	Pb	Cd	Cu	Mn	BB	LB	O_2
Hg	1,00	-0,67	-0,58	-0,20	0,14	-0,31	0,74	0,16	0,68
Zn	-0,67	1,00	0,57	-0,42	-0,56	0,05	-0,46	-0,09	-0,21
Pb	-0,58	0,57	1,00	0,38	-0,42	-0,34	-0,19	-0,24	-0,56
Cd	-0,20	-0,42	0,38	1,00	0,43	0,00	-0,02	-0,40	-0,58
Cu	0,14	-0,56	-0,42	0,43	1,00	0,60	-0,30	0,00	-0,17
Mn	-0,31	0,05	-0,34	0,00	0,60	1,00	-0,43	-0,14	0,09
BB	0,74	-0,46	-0,19	-0,02	-0,30	-0,43	1,00	-0,23	0,69
LB	0,16	-0,09	-0,24	-0,40	0,00	-0,14	-0,23	1,00	0,09
O_2	0,68	-0,21	-0,56	-0,58	-0,17	0,09	0,69	0,09	1,00

Таблиця 7.

Коефіцієнти парної кореляції значень вмісту хімічних компонентів у складі води поверхневого шару дослідженої акваторії

Компоненти	Hg	Zn	Pb	Cd	Cu	Mn	BB	LB	O_2
Hg	1,00	0,05	0,39	0,26	0,31	0,21	-0,34	-0,20	0,43
Zn	0,05	1,00	-0,66	0,28	0,60	0,60	-0,43	-0,46	0,24
Pb	0,39	-0,66	1,00	-0,14	0,00	-0,11	0,33	0,52	-0,36
Cd	0,26	0,28	-0,14	1,00	0,33	0,23	0,40	0,32	0,56
Cu	0,31	0,60	0,00	0,33	1,00	0,94	-0,27	-0,11	0,24
Mn	0,21	0,60	-0,11	0,23	0,94	1,00	-0,42	-0,25	0,23
BB	-0,34	-0,43	0,33	0,40	-0,27	-0,42	1,00	0,83	-0,23
LB	-0,20	-0,46	0,52	0,32	-0,11	-0,25	0,83	1,00	-0,45
O_2	0,43	0,24	-0,36	0,56	0,24	0,23	-0,23	-0,45	1,00

Для придонного шару води дослідженої акваторії родовищ не характерні високі негативні значення Як (табл. 8). Встановлений значимий позитивний зв'язок BB і LB ($R_k = 0,96$), Hg і Mn ($R_k = 0,58$), Zn і Cu ($R_k = 0,51$).

Результати кластерного аналізу [3] підтверджують дендрограми рис. 2-5. На дендрограмі рис. 2, побудованій за даними дослідження поверхневого шару води профілю Одеса-мис Тарханкут, хімічні компоненти поділились на дві групи. До першої входять Hg, Pb, Cd, BB, LB. До другої - Mn, Cu, Zn, O_2 . Для води придонного шару цього профілю ситуація близька (рис. 3), але дещо різниться склад груп. До першої групи

відносяться Hg, O₂, BB, LB, до другої – метали, причому вони поділяються на дві підгрупи: Cu + Cd + Mn і Zn + Pb.

Таблиця 8.

Коефіцієнти парної кореляції значень вмісту хімічних компонентів у складі води придонного шару дослідженої акваторії

Компоненти	Hg	Zn	Pb	Cd	Cu	Mn	BB	LB	O ₂
Hg	1,00	-0,19	-0,35	0,03	0,31	0,58	0,07	-0,02	0,05
Zn	-0,19	1,00	0,39	-0,30	0,51	-0,04	-0,23	-0,01	-0,12
Pb	-0,35	0,39	1,00	0,03	-0,27	-0,32	-0,08	0,01	-0,38
Cd	0,03	-0,30	0,03	1,00	-0,39	-0,24	0,02	-0,09	0,48
Cu	0,31	0,51	-0,27	-0,39	1,00	0,34	-0,22	-0,10	-0,13
Mn	0,58	-0,04	-0,32	-0,24	0,34	1,00	-0,28	-0,36	0,05
BB	0,07	-0,23	-0,08	0,02	-0,22	-0,28	1,00	0,96	-0,42
LB	-0,02	-0,01	0,01	-0,09	-0,10	-0,36	0,96	1,00	-0,46
O ₂	0,05	-0,12	-0,38	0,48	-0,13	0,05	-0,42	-0,46	1,00

На дендрограмі рис. 4, побудованій за даними вивчення поверхневого шару дослідженої акваторії родовищ, хімічні компоненти також поділені на дві групи. В складі обох можна виділити по дві підгрупи: у складі першої групи це Щ + РЬ + вуглеводні, у складі другої - Mn + Cu + Zn і Cd + O₂.

На дендрограмі, побудованій для показників води придонного шару (рис. 5), всі компоненти можна поєднати в одну групу, в складі якої виділяються три підгрупи: Hg + Mn + Cd + O₂; Pb + Cu + Zn і вуглеводні.

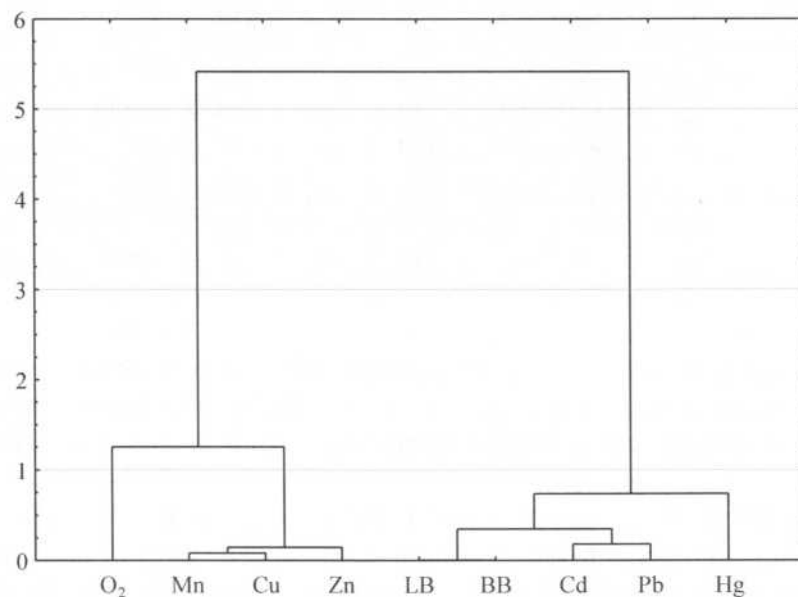


Рис. 2. Результати кластерного аналізу показників хімічного складу води поверхневого шару профілю Одеса-мис Тарханкут (за методом Варда).

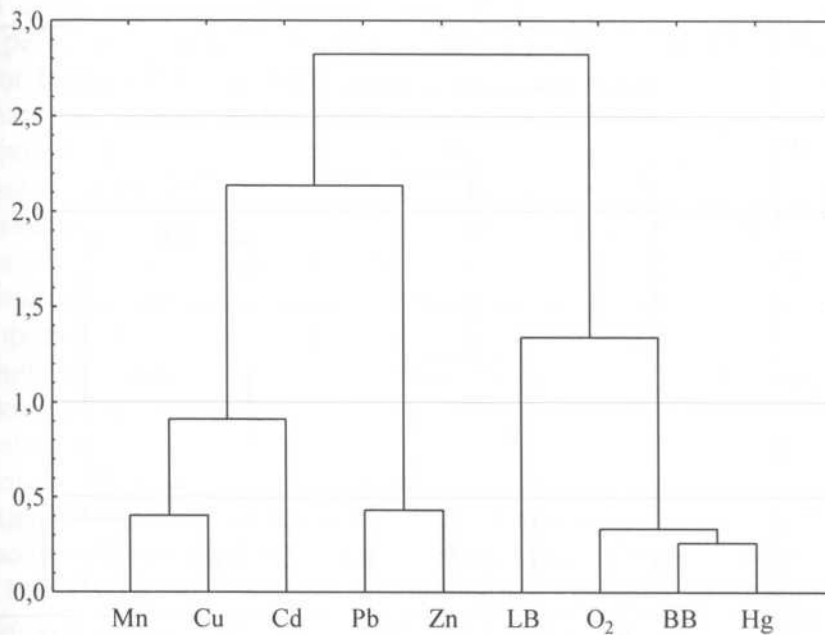


Рис. 3. Результати кластерного аналізу показників хімічного складу води придонного шару профілю Одеса-мис Тарханкут (за методом Варда).

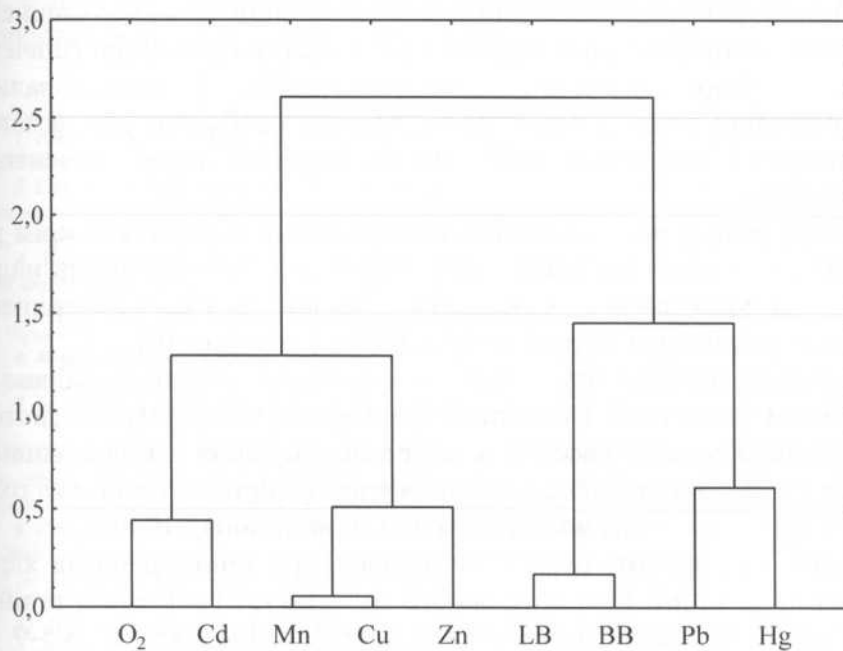


Рис. 4. Результати кластерного аналізу показників хімічного складу води поверхневого шару дослідженої акваторії (за методом Варда).

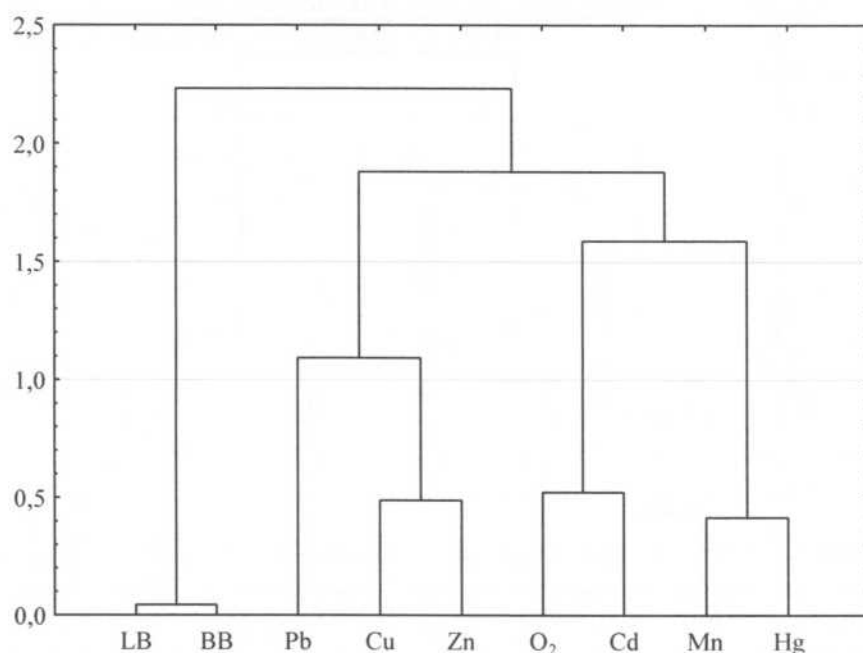


Рис. 5. Результати кластерного аналізу показників хімічного складу води придонного шару дослідженої акваторії (за методом Варда).

Осадочний матеріал надходить до Чорного моря, переважно, з річковим стоком. Досліджені в цій статті, а також інші хімічні компоненти містяться в річковій воді в складі зважених часток і розчинів. Вивчення їх складу, форм міграції, кислотно-лужних і окислювально-відновлювальних умов осадконагромадження необхідне для встановлення джерел і механізмів забруднення морської води елементами-токсикантами.

Істотну роль у живленні басейнів хімічними елементами крім річкового відіграє також підземний стік. Вірогідно, його вплив на надходження та нагромадження досліджених компонентів у воді поверхневих і придонних шарів води Чорного моря, також є значним [6].

Міграцію, перерозподіл хімічних компонентів великою мірою забезпечують морські течії. Основними факторами, які формують систему квазістаціонарних течій басейну, є напрями пануючих вітрів і динаміка річкового стоку. Встановлене існування єдиної системи течій, яка охоплює все Чорне море, і має поширення до глибини понад 1000 м.

В приповерхневому шарі води виділені три зони з різними характеристиками течій [6]: 1) прибережного колообігу; 2) основних течій; 3) слабких течій. В межах першої зони, ширина якої складає 3,5-9 км, швидкість течії не перевищує 20-30 см/с. Напрямок течій різний, визначається напрямом вітрів і конфігурацією берегів. В межах другої зони, яка має ширину 55-93 км, існує стійкий потік основних течій Чорного моря, спрямований проти ходу годинникової стрілки вздовж усього узбереж-

зя. Цей потік характеризується максимальною швидкістю течії (30-50 см/с). Третя зона займає центральну частину моря, характеризується слабкими (швидкість 5-15 см/с) нестійкими течіями. Напрямок їх залежить, головним чином, від напрямку вітру, який їх формує.

Приповерхневі течії дослідженої авторами північно-західної частини Чорного моря швидко реагують на зміни вітру. Для відокремлених частин акваторії характерні локальні колообіги води другого порядку, один з яких існує в межах акваторії Каркінітської затоки [6].

Зазначені чинники, а також природні та техногенні джерела спричинили формування складних і ще недостатньо вивчених механізмів надходження, міграції, перерозподілу, нагромадження у морській воді хімічних компонентів, у тому числі елементів-токсикантів.

Результати еколого-гідрохімічних досліджень водної товщі профілю Одеса-мис Тарханкут і в межах вивченої акваторії родовищ вуглеводнів свідчать, що накопичення і розподіл елементів і вуглеводнів у складі води певною мірою залежить від форми їх міграції з річковим стоком. Видобуток вуглеводнів з родовищ дослідженої площі спричиняє збільшення в складі води вмісту Hg, Pb, Cu, Cd, Zn, Mn. Підвищення концентрації Cd, Cu, Mn і біогенних компонентів може бути пов'язане з надходженням води з Каркінітської затоки, для якої характерна підвищена кількість скидів з сільськогосподарських угідь. Результати статистичних досліджень дозволили виявити, з одного боку, існування досить стійких парагенетичних груп хімічних компонентів у складі морської води, а другого - прояви істотних змін їх геохімічної поведінки внаслідок зростання антропогенних навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Емельянов В.А., Митропольский А.Ю., Наседкин Е.И. и др. *Геоэкология Черноморского шельфа Украины* // Киев: Академперіодика, 2004 - 296 с.
2. Емельянов Е.М., Тримонис Э.С., Шимкус К.М. Железо, алюминий, титан и марганец во взвеси Черного моря // *Литология и полезные ископаемые* - 1975.-№ 10 - С. 1499-1515.
3. Каждан А.Б., Гуськов О.И. *Математические методы в геологии* // Москва: Недра, 1990 - 251 с.
4. Лобковский Л.И., Левченко Д.Г., Леонов А.В., Амбросимов А.К. *Геоэкологический мониторинг морских нефтегазоносных акваторий* // Москва: Наука, 2005 - 326 с.
5. Митропольский А.Ю. *Азово-Черноморский регион: геохимия и геоэкология* // *Геологические проблемы Черного моря* // Киев: Карбон ЛТД, 2001- С. 299-303.
6. Митропольский А.Ю., Безбородов А.А., Овсяный И.И. *Геохимия Черного моря* // Киев: Наукова думка, 1982,- 144 с.
7. Митропольский О.Ю., Наседкин Е.Л., Осокина Н.П. *Екогеохімія Чорного моря* // Київ, 2006 - 279 с.
8. Наседкин Е.Л., Довбиш С.М., Усенко В.П. *Особенности надходження свинцю в акваторію Чорного моря/ Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу*// Севастополь, МП НАН України, 2004- С. 446-452.
9. *Стан довкілля Чорного моря: Національна доповідь України за 1996-2000 роки* // Одеса: Астропринт, 2002 - 80 с.
10. Фесюнов О.Е. *Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря* // Одесса: Астропринт, 2000 - 100 с.
11. Шнюков Е.Ф., Иноземцев Ю.И., Мослаков Н.А. *Геологическая история развития речной сети на северо-западном шельфе Черного моря / Геология и полезные ископаемые Черного моря* // Киев: Карбон ЛТД. 1999-С. 180-184.

СТОРЧАК О.В., ЧЕПІЖКО О.В. Мінливість вмісту важких металів у морській воді північно-західної частини Чорного моря.

РЕЗЮМЕ. Еколого-гідрохімічні дослідження водної товщі виконувались за профілем Одеса-мис Тарханкут і в межах акваторії розвідки родовищ вуглеводнів. Визначається вміст у складі води Hg, Zn, Pb, Cd, Cu, Mn, O₂, а також легких і важких вуглеводнів. Одержані дані показали, що надходження, міграція, накопичення, розподіл хімічних елементів у складі води залежить від особливостей річкового стоку, видобутку вуглеводнів з родовищ дослідженої площі, скиду забрудненої води з сільськогосподарських угідь. Результати статистичних розрахунків дозволили виявити досить стійкі парагенетичні групи хімічних компонентів, а також прояви істотних змін їх поведінки внаслідок підвищення антропогенних навантажень.

Ключові слова: Чорне море; акваторія; гідрохімія; важкі метали; вуглеводні.

СТОРЧАК О.В., ЧЕПИЖКО А.В. Изменчивость содержания тяжелых металлов в морской воде северо-западной части Черного моря.

РЕЗЮМЕ. Эколого-гидрохимические исследования водной толщи выполнялись по профилю Одесса-мыс Тарханкут и в пределах акватории разведки месторождений углеводородов. Определялось содержание в составе воды Hg, Zn, Pb, Cd, Cu, Mn, O₂, а также легких и тяжелых углеводородов. Полученные данные показали, что поступление, миграция, накопление, распределение химических элементов в составе воды зависит от особенностей речного стока, добычи углеводородов из месторождений изученной площади, сброса загрязненной воды с сельскохозяйственных угодий. Результаты статистических расчетов позволили выявить достаточно стойкие парагенетические группы химических компонентов, а также проявления существенных изменений их поведения вследствие повышения антропогенных нагрузок.

Ключевые слова: Черное море; акватория; гидрохимия; тяжелые металлы; углеводороды.

STORCHAK O.V., CHEPIZHKO O.V. Changeability of heavy metals content in seawater at the North-West part of the Black Sea.

SUMMARY. Ecological-hydrochemical studies of water body have been carried out for the profile Odessa-cape Tarhankut and within aquatory of hydrocarbons deposits exploration. Content of Hg, Zn, Pb, Cd, Cu, Mn, O₂ in water as well as of light and heavy hydrocarbons have been defined. Data received have shown that inflow, migration, accumulation, distribution of chemical elements in water depends on peculiarities of river flow, hydrocarbons mining at the areas studied, discharge of polluted water from farming areas. Result of statistic calculations allowed to find rather stable paragenetic groups of chemical components as well as manifestations of substantial changes in their behavior because of increase in anthropogenic loads.

Keywords: Black sea; water area; hydrochemistry; heavy metals; hydrocarbons.

Надійшла до редакції 31 жовтня 2006 р. Представив до публікації
канд. геол.-мінерал. наук Ю.Л.Грицай.