

УДК (577.34:574.58)(26)

РАДІОНУКЛІДИ В БІОГЕОЦЕНОЗАХ ЛІТОРАЛЬНОЇ ЗОНИ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

І. Канцева*, Д. Ганжа**, Х. Ганжа***

*Державна екологічна інспекція з охорони довкілля Північно-Західного
регіону Чорного моря
вул. Буніна, 30, Одеса 65000, Україна

**Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Галицька, 201, Івано-Франківськ 76000, Україна
e-mail: dmagan@rambler.ru

***Інститут гідробіології НАН України
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна
e-mail: krisgan@rambler.ru

Проведено вимірювання накопичення гамма-випромінюючих радіонуклідів у донних відкладеннях і молюсках *Mytilus galloprovincialis* у літоральній зоні Чорного моря в межах м. Одеса. Отримані результати порівнювали із даними про забруднення прибережних вод за дванадцятьма показниками. Результати спостережень показали кореляційний зв'язок між накопиченням природних радіонуклідів компонентами біогеоценозів літоральної зони моря та деякими показниками забруднення прибережних вод (зокрема, із вмістом завислих речовин, біологічним споживанням кисню, фосфатами, залізом загальним та ін.). Значення питомої активності природних радіонуклідів і потужності дози гамма-випромінювання запропоновано використовувати як індикатори забруднення літоральної зони моря продуктами вивітрювання будівельних матеріалів.

Ключові слова: донні відкладення, забруднення моря, екологія, калій-40, літоральна зона моря, моніторинг, Одеська затока, радій-226, торій-232, цезій-137.

Літоральна зона водойм в умовах техногенезу й урбанізації накопичує забруднення від місцевих промислових викидів і скидів, теригенного змиву, від регіональних та глобальних випадань. У літоральні біогеоценози (БГЦ) великих промислових міст потрапляють сотні найменувань органічних і неорганічних поллютантів [3], оцінка навіть номенклатури яких є складною проблемою, тим більше прогноз їхньої міграції та накопичення в компонентах БГЦ. Екологічна оцінка урботехногенного навантаження літоральної зони водойм може здійснюватись на підставі поліелементного хімічного аналізу компонентів БГЦ, біоіндикації або виявлення та оцінки вмісту хімічних речовин – індикаторів забруднення. Останнє є окремою методичною проблемою екологічної індикації та діагностики стану літоральних БГЦ, яка розробляється для оцінки геохімічного впливу промислової і міської забудови. Як індикатори для такої оцінки запропоновано застосовувати продукти вивітрювання будівельних матеріалів – літофільні хімічні елементи, зокрема, природні радіонукліди [2].

Метою нашого дослідження є виявлення зв'язку окремих параметрів забруднення вод Одеської затоки із вмістом природних радіонуклідів у компонентах літоральних біогеоценозів.

Спостереження проведено протягом 2006–2009 рр. на 9-ти ключових пікетах, кожен розміром не менше 100 м², розташованих у літоральній зоні Чорного моря в ме-

жах м. Одеса. Місця спостережень безпосередньо розташовані в рекреаційній зоні, в районі пляжів “Дельфін”, “Дофінівка”, “Крижанівка”, “Ланжерон”, “Лузанівка”, “Отрада”, “Чорноморка”, а також у місцях викидів в море очисних споруд (ОС) “Південна” та “Північна” (див. рисунок). У місцях спостережень відбирали проби донних відкладень і молюсків *Mytilus galloprovincialis*. Із кожного пікету відбирали змішані проби, які включали 5 прикопок донних відкладень і 50–100 молюсків. У відібраних пробах гамма-спектрометричним методом вимірювали питому активність радіонуклідів [1].



Розташування місць спостережень. На схемі зазначено місця відбору проб у літоральній зоні, відповідно до яких відібрано проби прибережних вод.

За отриманими результатами вимірювань питомої активності радіонуклідів у донних відкладеннях обчислювали потужність експозиційної дози гамма-випромінювання (ПД) та частку кожного нукліда в сумарній ПД. Значення ПД обчислювали за формулою [4]:

$$P_i = \frac{2\pi K_i Q_i}{\mu}, \quad (1)$$

де P_i – ПД γ -променів i -го радіонукліда в повітряному середовищі, $p/\text{год}$; Q_i – питома активність i -го радіонукліда в середовищі, $\text{мкюри}/\text{год}$; K_i – гамма-стала i -го радіонукліда; μ – масовий коефіцієнт ослаблення енергії фотонів у середовищі, $\text{см}^2/\text{год}$.

У польових умовах на висоті 1 м над поверхнею проводили гамма-радіометрію місць спостережень. Для проведення радіометрії використано прилад геологорозвідувальний сцинтиляційний СРП-88Н. Отримані результати вимірювань представлені в оди-

ниціях потужності дози гамма-випромінення. Дозового значення в межах цього дослідження гамма-радіометричні вимірювання не мають, їх проведено для оцінки урботехногенного, перш за все, будівельного, навантаження в місцях спостережень [2].

Коефіцієнти пропорційності накопичення радіонуклідів у моллюсках щодо донних відкладень обчислювали за рівнянням:

$$K_{np} = \frac{C_i}{C_j}, \quad (2)$$

де C_i – активність радіонуклідів у моллюсках; C_j – активність у донних відкладеннях.

Значення коефіцієнта пропорційності застосовували для оцінки частки радіонуклідів, що перебувають у літоральній зоні в міграційно-спроможному стані.

Для порівняння проведених нами спостережень використано результати вимірювань параметрів забруднення прибережних вод (водневий показник, вміст завислих речовин, солоність, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, вміст амонію сольового, нітратів, нітритів, фосфатів, загальний вміст заліза, аніонних поверхнево-активних речовин, за даними Державної екологічної інспекції з охорони довкілля Північно-Західного регіону Чорного моря). За цими даними обчислено сумарний показник перевищення місцевого фону параметрів якості води. Обчислення проведено за аналогією до прийнятого в екогеохімії сумарного показника забруднення [3]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (3)$$

де n – кількість аномальних показників якості води, що враховані; K_c – коефіцієнт концентрації, що обчислюється як C_i/C_ϕ , де C_i – концентрація речовини в місці спостережень, C_ϕ – місцевий фон відповідного параметра забруднення прибережних вод.

Порівняння отриманих даних проводили методом кореляційного аналізу. Обчислювали коефіцієнти кореляції та проводили перевірку нульової гіпотези при заданій довірчій ймовірності ($P=0,95$) та кількості ступенів свободи ($k=n_1+n_2-2$, де n – розмір вибірки).

Літоральна зона в місцях спостережень з боку суходолу перебуває на фоні техногенних урболандшафтів (у місцях викидів ОС “Північна” й “Південна”), садово-паркових та рекреаційних (пляжі “Ланжерон”, “Отрада”, “Дельфін”), багатопверхової селітебної забудови (пляж “Лузанівка”) або одноповерхової котеджної забудови з присадибними ділянками та приміських агроландшафтів (пляжі “Дофінівка” й “Чорноморка”). Отримані результати показали, що основна питома активність у донних відкладеннях і організмах моллюсків належить ^{40}K . Переважний внесок у формування ПД в донних відкладеннях і вздовж берегової лінії при урізі води утворюють ^{40}K та ^{226}Ra . Частка ^{137}Cs в існуючій ПД може сягати дещо більше 10% (табл. 1, 2).

Найменша варіабельність питомої активності в донних відкладеннях властива ^{40}K та ^{137}Cs (табл. 1), серед яких перший є фоновим природним радіонуклідом у складі літогенної основи території та фактором будівельного навантаження літоральної зони, що призводить до деякого збільшення питомої активності ^{40}K під впливом урботехногенного навантаження (табл. 2). Відносно рівномірне розповсюдження ^{137}Cs в місцях спостережень пов’язано з тим, що цей нуклід є продуктом глобальних атмосферних випадань. Навпаки, значною варіабельністю характеризується питома активність у донних відкладеннях ^{226}Ra й ^{232}Th , які можуть бути індикаторами будівельного навантаження терито-

Таблиця 1

Накопичення радіонуклідів донними відкладеннями
та молюсками *Mytilus galloprovincialis*

Радіонуклід	Донні відкладення			Молюски	
	Активність, Бк/кг	Коефіцієнт варіації, %	Частка в утворенні ПД, %	$K_{пр}$	Коефіцієнт варіації, %
^{40}K	130	84	52	0,37	35
^{137}Cs	3,6	61	5,1	–	–
^{226}Ra	9,2	120	43	0,25	20
^{232}Th	10	110	0,04	0,20	53

Примітка. “–” – в пробах не знайдено; $K_{пр}$ значення коефіцієнту пропорційності.

рії [2]. Збільшення варіабельності вмісту хімічних елементів у довкіллі свідчить про наявність геохімічних аномалій відповідного елемента [3]. Загалом розподіл сумарної активності природних радіонуклідів у донних відкладеннях в місцях спостережень відповідає уявленню про будівельне навантаження берегової зони, яке призводить до насичення літоральних БГЦ продуктами руйнації будівельних матеріалів і продуктами їх вивітрювання. Найбільші значення сумарної активності ^{40}K , ^{226}Ra і ^{232}Th притаманні місцям зі значною промисловою та житловою забудовою – в районах викидів ОС “Північна”, “Південна” та пляжів на фоні житлового масиву Лузанівка (табл. 2).

Відомо, що морські представники двостулкових молюсків не мають ізольованого внутрішнього середовища, і накопичення хімічних елементів, у тому числі й такого важливого для життєдіяльності, як калій, залежить у них від вмісту відповідних елементів у воді [6]. Тоді як питома активність ^{40}K у донних відкладеннях переважає ^{226}Ra й ^{232}Th на 90%, накопичення цих нуклідів молюсками відрізняється від ^{40}K тільки на 40%. Це свідчить про збагачення літоральної зони ^{226}Ra й ^{232}Th в доступній для засвоєння молюсками розчинній формі та у вигляді завислих речовин. Обчислення коефіцієнтів дискримінації $K_{\text{Th/Ra}}$ (%) в літосфері [5], в донних відкладеннях та молюсках літоральних БГЦ в межах Одеси ($1,57 \cdot 10^7$, $1,27 \cdot 10^7$, $1,03 \cdot 10^7$, відповідно) показало, що їхні значення є дуже близькими з тенденцією збільшення частки ^{232}Th , що накопичується молюсками. Для

Таблиця 2

Параметри сумарного забруднення прибережних вод, радіоекологічного стану донних відкладень з накопичення ^{232}Th молюсками в місцях спостережень

Місця спостережень	Питома активність нуклідів у донних відкладеннях, Бк/кг					ПД, мкЗв/год	$K_{\text{Th/Ra}}$, Бк/кг
	Z_c	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	Сумарна активність		
Пляж “Дофінівка”	1,2	65±22	6,0±18	5,9±22	77	0,09	0,78
Пляж “Лузанівка”	7,4	110±24	3,0±60	3,5±40	117	0,12	2,35
Місце викиду ОС “Північна”	20	280±25	30±24	27±23	337	0,14	2,20
Пляж “Ланжерон”	1,0	66±32	5,3±41	5,5±33	77	0,06	0,74
Пляж “Отрада”	1,0	91±17	3,0±23	3,2±21	97	0,06	0,74
Пляж “Дельфін”	1,0	63±37	2,9±49	3,8±48	70	0,05	0,71
Місце викиду ОС “Південна”	1,4	330±21	13±31	21±24	369	0,14	1,09
Пляж “Чорноморка”	1,6	45±55	3,0±37	3,7±43	52	0,05	0,57

Примітка. “±” – значення похибки вимірювань, %; Z_c – сумарний показник забруднення прибережних вод; $K_{\text{Th/Ra}}$ – коефіцієнт дискримінації $^{232}\text{Th}/^{226}\text{Ra}$ в молюсках, показує, як змінюється відносна активність ^{232}Th .

порівняння, коефіцієнт дискримінації $K_{Th/Ra}$ (%) у воді океанів [5] становить $1 \cdot 10^5$. Наведені дані свідчать про збагачення води в літоральній зоні ^{232}Th у складі завислих речовин, доступних для захоплення двостулковими молюсками, за рахунок подрібнення мінеральних зерен у зоні прибою та теригенного змиву. Порівняно з ^{40}K та ^{226}Ra , при накопиченні молюсками ^{232}Th має найбільшу варіабельність (табл. 1). З іншого боку, найвищі значення коефіцієнта дискримінації $K_{Th/Ra}$ збігаються з місцями найбільшого будівельного навантаження берегової зони, наприклад, у районі викидів ОС "Північна", де збагаченню берегових змивів ^{232}Th сприяють промислова, селітебна забудова та вплив Одеської ТЕЦ, багатоповерхова забудова в районі Лузанівки тощо (табл. 2). Таким чином, на досліджуваній території коефіцієнт дискримінації $K_{Th/Ra}$, накопичених двостулковими молюсками *Mytilus galloprovincialis*, можна запропонувати як показник будівельного навантаження берегової зони.

Кореляційний аналіз параметрів забруднення прибережних вод показав сильну залежність, зі значеннями коефіцієнтів кореляції більше 0,9, між вмістом завислих речовин у воді (індикатор теригенного змиву) та більшістю параметрів її екологічного стану (табл. 3).

Таблиця 3

Результати кореляційного аналізу зв'язку між параметрами забруднення прибережних вод

Параметри*	pH	ZP	%o	O ₂	БСК	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Fe	АПАР
Завислі речовини (ЗР)	-0,43	–									
Солоність (%o)	0,31	-0,95	–								
Розчинений кисень (O ₂)	0,13	-0,93	0,98	–							
Біохімічне споживання кисню (БСК)	-0,38	0,99	-0,98	-0,96	–						
Амоній (NH ₄ ⁺)	-0,46	0,97	-0,88	-0,87	0,93	–					
Нітрати (NO ₃ ⁻)	-0,38	0,98	-0,93	-0,92	0,98	0,91	–				
Нітрити (NO ₂ ⁻)	-0,50	0,97	-0,95	-0,90	0,98	0,89	0,97	–			
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	-0,50	0,99	-0,93	-0,90	0,98	0,97	0,98	0,98	–		
Залізо загальне (Fe)	-0,36	0,98	-0,96	-0,94	0,98	0,92	0,97	0,97	0,97	–	
Аніонні поверхнево-активні речовини (АПАР)	-0,62	0,77	-0,57	-0,53	0,70	0,76	0,80	0,75	0,80	0,69	–
Сумарне забруднення прибережних вод (Z _c)	-0,48	1,00	-0,96	-0,92	0,99	0,96	0,97	0,98	1,00	0,98	0,75

Примітка. * – вміст завислих речовин (г/л), гідрохімічні показники (мг/л).

Такі елементи матриці результатів кореляційного аналізу, як водневий показник, солоність води та розчинний кисень, не мають позитивного зв'язку із вмістом завислих речовин, а в ряді випадків перебувають в антагонізмі щодо цього та інших показників теригенного змиву забруднюючих речовин із поверхні урболандшафту. Зокрема, солоність води і вміст розчиненого кисню зростають за умови, коли зменшується відносний приплив у літоральну зону прісних забруднених речовинами теригенного змиву вод, атмосферних опадів або стічних вод.

Сильний зв'язок зі значенням сумарного забруднення води та його складових, зокрема із вмістом завислих речовин, показали такі параметри літоральних БГЦ, як питома активність ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra й ^{232}Th у донних відкладеннях (табл. 4). З наведених результатів кореляційного аналізу видно, що зв'язок із параметрами забруднення води

мають усі досліджені радіонукліди, але більш тісно пов'язані ^{137}Cs та ^{226}Ra . Хоча ці нукліди в урбоекосистемі Одеси мають різне походження, ^{137}Cs – внаслідок глобальних атмосферних випадань та Чорнобильської аварії, а ^{226}Ra – переважно з будівельними матеріалами, тим не менш, обидва нукліди насичують поверхневий шар міських ґрунтів і потрапляють у літоральну зону внаслідок теригенного змиву. Середні значення коефіцієнтів кореляції з параметрами забруднення прибережних вод, властиві ^{40}K й ^{232}Th , є наслідком того, що ці нукліди у значній кількості входять до складу місцевих материнських порід, тому вплив урботехногенного забруднення на насичення ними літоральних БГЦ не так контрастно проявляється.

Таблиця 4

Фрагмент матриці кореляційного аналізу зв'язку між радіоекологічними параметрами донних відкладень і забрудненням прибережних вод

Параметри	ЗР	Z_c	^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th
^{40}K , Бк/кг	0,57	0,52	-	-	-	-
^{137}Cs , Бк/кг	0,89	0,91	0,39	-	-	-
^{226}Ra , Бк/кг	0,91	0,91	0,67	0,94	-	-
^{232}Th , Бк/кг	0,56	0,51	0,97	0,45	0,73	-
ПД, мкЗв/год	0,78	0,75	0,86	0,76	0,91	0,89

Примітка. ЗР – завислі речовини (г/л); Z_c – сумарне забруднення прибережних вод.

Окремий методичний висновок із проведеного кореляційного аналізу ґрунтується на тому, що виміряне значення ПД корелює з питомою активністю ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th в донних відкладеннях з коефіцієнтами 0,86, 0,91 та 0,89, відповідно. Ця обставина вказує на можливість застосування виміряного в польових умовах значення ПД для оцінки літолого-геохімічної трансформації літоральної зони під впливом будівельного навантаження берегів.

Накопичення радіонуклідів молюсками і зв'язок цього явища із забрудненням прибережних вод відрізняється від подібних процесів у донних відкладеннях (табл. 5). Накопичення ^{226}Ra організмами *Mytilus galloprovincialis* проявляє залежність від солоності води та розчиненого кисню й обернену залежність до вмісту завислих речовин. ^{226}Ra в теригенних змивах надходить у літоральну зону в малорозчинній формі в складі дрібнодисперсних продуктів руйнування будівельних матеріалів. Обчислені коефіцієнти кореляції показують, що цей нуклід молюски захоплюють переважно з морської води, а малорозчинні форми ^{226}Ra , що надходять з теригенним змивом разом із завислими речовинами (табл. 4), важче засвоюються молюсками, порівняно з розчинами. Накопичення молюсками ^{40}K й ^{232}Th , навпаки, пов'язане із вмістом завислих речовин і теригенним змивом. Цей механізм накопичення практично повністю забезпечує захоплення ^{232}Th і переважну кількість ^{40}K , про що свідчить сильний кореляційний зв'язок ^{232}Th з завислими речовинами, сумарним показником забруднення води і обернений зв'язок зі солоністю та розчинним у воді киснем. Названі параметри кореляції щодо ^{40}K є менш контрастними, що свідчить про часткове поглинання нукліду в розчинній формі.

Спостережено значний вплив урботехногенного навантаження території на літоральні екосистеми, що проявляється у зміні екологічного стану води і накопиченні радіонуклідів донними відкладеннями і молюсками *Mytilus galloprovincialis*.

Аналіз екологічного стану прибережних вод показує сильний взаємний зв'язок параметрів забруднення води і їхню приналежність до теригенних змивів. Такий параметр екологічного стану прибережних вод, як вміст завислих речовин, ми рекомендуємо використовувати як діагностичну ознаку урботехногенного забруднення літоральних біогеоценозів.

Фрагмент матриці кореляційного аналізу зв'язку між питомою активністю нуклідів у донних відкладеннях і параметрами забруднення прибережних вод

Питома активність, Бк/кг	Показники забруднення прибережних вод				Питома активність нуклідів у молюсках, Бк/кг		
	ЗР	‰	O ₂	Z _c	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
⁴⁰ K в молюсках	0,37	-0,32	-0,29	0,35	–		
²²⁶ Ra в молюсках	-0,25	0,34	0,50	-0,21	0,28	–	
²³² Th в молюсках	0,91	-0,78	-0,78	0,89	0,15	-0,34	–
⁴⁰ K в донних відкладеннях	0,57	-0,58	-0,69	0,52	0,42	-0,48	0,46
¹³⁷ Cs в донних відкладеннях	0,91	-0,93	-0,91	0,91	0,62	-0,15	0,67
²²⁶ Ra в донних відкладеннях	0,56	-0,57	-0,66	0,51	0,57	-0,33	0,39
²³² Th в донних відкладеннях	0,78	-0,78	-0,83	0,75	0,72	-0,32	0,60

Унаслідок проведених польових і лабораторних спостережень отримано дані, що свідчать про вплив теригенного змиву на накопичення радіонуклідів у біогеоценозах літоральної зони Одеської затоки. Для непрямой оцінки будівельного навантаження літоральних екосистем ми рекомендуємо використовувати результати гамма-радіометрії берегової зони при урізі води.

Встановлено зв'язок параметрів забруднення прибережних вод з накопиченням природних радіонуклідів донними відкладеннями та молюсками *Mytilus galloprovincialis* у літоральних біогеоценозах. Проведені спостереження показали індикаційне значення накопичуваного молюсками *Mytilus galloprovincialis* ²³²Th для діагностики урботехногенного забруднення літоральних біогеоценозів.

1. Активность, удельная активность и объемная активность гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах технологических и природных сред: МИ12-04-99. Методика утверждена в ГНПО "Метрология", 1999. 50 с.
2. Ганжа Д., Ганжа Р. Застосування гамма-радіометрії для оцінки літолого-геохімічної трансформації ландшафтів під впливом забудови // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. фізична. Вип. 42. С. 207–213.
3. Геохимия окружающей среды / Под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
4. Дозиметрические и радиометрические методики / Под ред. Н.Г. Гусева и др. М.: Атомиздат, 1966. 444 с.
5. Справочник по геохимии / Под ред. Г. В. Войткевича, А. В. Кокина, А. Е. Мирошникова, В. Г. Прохорова. М.: Недра, 1990. 480 с.
6. Флейшман Д. Г. Щелочные элементы и их радиоактивные изотопы в водных экосистемах. Л.: Наука, 1982. 160 с.

RADIONUKLIDS IN BIOGEOCENOSYS OF LITORAL ZONE OF THE ODESSA BAY

I. Kantseva*, D. Ganzha, Ch. Ganzha*****

**State Ecological Inspection of Environmental Protection of the Nord-West
Region Black Sea, 30, Bunin St., Odesa 65000, Ukraine*

***Precarpathian National Vasyl Stefanyk University
Galytska St., 201, Ivano-Frankivsk 76000, Ukraine
e-mail: dmgan@rambler.ru*

****Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine
12, Heroyiv Stalingrada Ave., Kyiv 04210, Ukraine
e-mail: krisgan@rambler.ru*

Measuring of accumulation of gamma-radiation radionuclide's are conducted in the bottom sediment and mollusks of *Mytilus galloprovincialis* in the littoral area of Black Sea exterminating within the limits of Odessa. The got results compared to information on contamination of offshore waters after twelve indexes. The results of supervisions exhibit correlation between the accumulation of natural radionuclide's the components of biogeocenosis of littoral area exterminating some indexes of contamination of offshore waters. Including, with maintenance suspended solids, biochemical demand of oxygen, phosphates, total ferrum and other. It is suggested to use the value of specific activity of natural radionuclide's and dose-rate of gamma-radiation as indicators of contamination of littoral zone exterminating the products of weathering of build materials.

Key words: bottom sediment, caesium-137, ecology, littoral maritime domain, marine pollution, monitoring, Odessa bay, potassium-40, radium-226, thorium-232.

РАДИОНУКЛИДЫ В БИОГЕОЦЕНЗАХ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА

І. Канцева*, Д. Ганжа, К. Ганжа*****

**Государственная экологическая инспекция по охране окружающей среды
Северо-Западного региона Черного моря
ул. Бунина, 30, Одесса 65000, Украина*

***Прикарпатский национальный университет имени Василя Стефаныка
ул. Галицкая, 201, Ивано-Франковск 76000, Украина
e-mail: dmgan@rambler.ru*

****Институт гидробиологии НАН Украины
просп. Героев Сталинграда, 12, Киев 04210, Украина
e-mail: krisgan@rambler.ru*

Проведены измерения накопления гамма-излучающих радионуклидов в донных отложениях и моллюсках *Mytilus galloprovincialis* в литоральной зоне Черного моря в пределах г. Одесса. Полученные результаты сравнивали с данными загрязнения прибрежных вод по двенадцати показателям. Результаты наблюдений показали корреляционную связь между накоплением природных радионуклидов компонентами биогеоценозов литоральной зоны моря и некоторыми показателями загрязнения прибрежных вод (в том числе с содержанием взвесей, биохимическим потреблением кислорода, фосфатами, общим содержанием железа и др.). Значения удельной активности природных радионуклидов и мощности дозы гамма-излучения предложено использовать в качестве индикаторов загрязнения литоральной зоны моря продуктами выветривания строительных материалов.

Ключевые слова: донные отложения, загрязнение моря, калий-40, литоральная зона моря, мониторинг, Одесский залив, радий-226, торий-232, цезий-137, экология.

Стаття надійшла до редколегії 10.12.09
Надійшла після доопрацювання 11.03.10
Прийнята до друку 26.04.10