

УДК: 504.064.3:550.4:551.312.3.(282.247.32)

ЕКОЛОГО-ЛИТОХІМІЧНИЙ СТАН СУЧАСНИХ ДОННИХ ОСАДКІВ Р. ДНІПРО (РАЙОН С. ЛЬОВОБЕ)

Альохіна Т.М.¹, Іванченко В.В.¹, Гудзенко В.В.²

¹ДНУ «Відділення морської геології та осадочного рудоутворення» НАНУ, вул. Пушкіна 37,
м. Кривий Ріг, Україна, 50000;

²Інститут геологічних наук НАНУ, вул. Олесь Гончара, 55/б, м. Київ, Україна 01030.

Alohkina@gmail.com, vvivanchenko@ukr.net, vadymgudz@ukr.net

У статті висвітлені результати досліджень донних осадків перерізу річища Дніпра нижче греблі Каховського водосховища. Донні осадки Дніпра є інформативним індикатором змін природного стану гідроекосистеми ріки. За допомогою літохімічних показників зображено, що екологічний стан Дніпра у нижній течії знаходиться у незадовільному стані. Уповільнення течії призводить до замулення та накопичення донних осадків, які у свою чергу стають джерелами накопичення поллютантів. Це підтверджується даними з визначення загального солевмісту, результатами хімічного та радіологічного аналізів. Переважання подекуди FeO над Fe₂O₃ свідчить про недостатню для окиснення кількість кисню у верхньому шарі донних осадків. Присутність часточок промислового походження є мінеральним свідченням техногенного забруднення екосистеми.

Ключові слова: гідроекосистема Дніпра, седиментогенез, донні осадки, літологічні та хімічні показники, антропогенний вплив.

ЭКОЛОГО-ЛИТОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ Р. ДНЕПР (РАЙОН С. ЛЬОВОБЕ)

Алехина Т.Н.¹, Иванченко В.В.¹, Гудзенко В.В.²

¹ГНО «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины;

²Институт геологических наук НАН Украины.

В статье представлены результаты исследований донных осадков перереза русла Днестра ниже дамбы Каховского водохранилища (район с. Львово). Донные осадки являются информативным индикатором изменений природного состояния гидроекосистемы реки. С помощью литохимических показателей продемонстрировано неудовлетворительное состояние экосистемы Днестра в нижнем его течении. Снижение скорости течения реки приводит к накоплению донных осадков, которые в свою очередь могут являться источниками вторичного загрязнения воды в Днестре. Это подтверждается данными определения общего содержания солей, результатами химического и радиологического анализов. Превышение, местами, FeO над Fe₂O₃ свидетельствует о недостаточном количестве кислорода для окисления в верхнем слое донных осадков. Присутствие частиц промышленного происхождения является минеральным свидетельством техногенного загрязнения экосистемы.

Ключевые слова: гидроекосистема Днестра, седиментогенез, донные осадки, литологические и химические показатели, антропогенное влияние.

ECOLOGICAL AND LITHOCHEMICAL CONDITION OF MODERN BOTTOM SEDIMENTS OF DNIPRO RIVER (REGION V. LVOVO)

Alohkina T.M.¹, Ivanchenko V.V.¹, Gudzenko V.V.²

¹Department of sea geology and sedimentation of the National Academy of Science;

²Institute of geological science of the National Academy of Science of Ukraine.

INTRODUCTION. The formation of bottom sediments affected, primarily natural phenomena and processes, but anthropogenic interference imposes its own features in sedimentogenesis. These features can affect the rate of accumulation of sediments, their chemical composition and physical properties. The adjustment the flow of the Dnipro River cascade reservoirs significantly changed conditions of the river ecosystem in the lower reaches. This fact could

not affect the quality of the aquatic environment. Recent studies of ecosystem lower reaches of the Dnipro indicate that there occur negative changes. Determine the eutrophication of water, siltation, overgrowth of aquatic vegetation.

The combination of natural and technogenic features of the main water artery Ukraine - Dnipro has determined the attention of the authors to deep study of bottom sediments as one of the indicators of change of the natural state environment.

OBJECT AND METHODS RESEARCH. Bottom sediments of the Dnipro River was investigated. Area of studies - lower reaches of the Dnipro River, below Kakhovska hydro power plant, region near the village of the Lvovo. Ecological and lithochemical characteristics were identified in modern bottom sediments by laying three profiles across the Dnipro River. It was investigated: granulometric composition of bottom sediments, specific density, magnetic component composition, the concentration of soluble salts, chemical and mineral composition of bottom sediments and concentration of radionuclides.

RESULTS AND DISCUSSION. The upper part of overcutting of the bottom sediments represented by sand, silty sand, silt. The sediments are polygenic: abiogenic - sand, suspended particles of soil, near the right bank - pebbles; biogenic - shells of bivalves, remains of plants and water fauna, silt; sometimes there are chemogenic concretions.

The bottom sediments are quite variable by the granulometric composition. In the profile, connecting the right bank with the artificial island the granulometric composition is very heterogeneous and irregular changes from silt to gravel. The profile, which connects the left bank of the Dnipro River with natural island, on the contrary, demonstrates a zonal change of granulometric composition in areas thalweg and the island in which dominated by sand and larger part of the consists of pebbles. Such changes of granulometric composition are determined the facies.

The indicator of specific density clearly correlated with granulometric composition of bottom sediments and gradually increases from the left to the right bank of the Dnipro River.

The concentration of soluble salts in samples of bottom sediments tightly correlated with the concentration of pelitic fraction of sediment, on average, 0.48% per 100 g dry sample in the first profile; 0.165% in the second profile and 0.26% in the third profile.

The results of chemical analysis of samples of bottom sediments demonstrate the dominance in most samples SiO_2 . However, the indicator of loss on anneal (LOA) was high, it is used for generalized estimating the content of volatile components, primarily organic compounds. Fluctuations LOA determined within 0,14-26,83%. The average concentration of FeO was high compare to Fe_2O_3 , it indicating a lack of oxygen for oxidation in the upper layer of bottom sediments, often such a phenomenon observed in silted, slowly flowing areas with high level of organic residue.

The results of radiological analysis show that the largest concentration of ^{137}Cs , most likely from Chernobyl origin, as and the concentration of ^{238}U and ^{226}Ra . It trend to the right bank of the Dnipro River with slow stream.

According the mineralogical analysis, the bottom sediments Dnipro River consist of various minerals organogenic, terrigenous, allogenic, anthropogenic and cosmogenic origin, thus are polygenic. The numerous mineral growths that are characteristic stages of diagenesis: oxides and hydroxides of iron, pyrite and marcasite, carbonates were defined as part of the river sediment. At the upper part of overcutting of the bottom sediments, in intensive stream, dominate iron oxides and hydroxides (goethite, lepidocrocite, hidrohetyt). From the depth of 0.5 m below the oxygen barrier in sediment gradually increasing number of sulphides (marcasite, pyrite). The concentration of sulphide growths increases as the number of components pelitic river sediment, which contain a significant amount of crop residues. The presence of particles of industrial origin are mineral evidence of technogenic contamination of ecosystem.

CONCLUSIONS: 1. The bottom sediments of the Dnipro River is informative indicator of changes in the natural state of the hydroecosystem. 2. Data analysis of the granulometric composition and the specific density indicate silting rivers Dnipro on the investigated area. 3. The siltation, in turn, leads to the accumulation into pelitic fraction of bottom sediments radionuclides and other pollutants. This is confirmed by the definition of the total salts concentration, the results of chemical and radiological tests. The predominance of FeO over Fe_2O_3 sometimes shows a lack of oxygen for oxidation in the upper layer of bottom sediments. 4. The results of the mineralogical analysis demonstrate polygenic origin of bottom sediments Dnipro River, in which, however, there are technogenic components.

LITERATURE: 12 sources.

Key words: hydro ecosystem of Dnipro River, sedimentogenesis, bottom sediment, lithological and chemical indicators, anthropogenic influence.

ВСТУП.

Кругообіг речовин в гідроекосистемах здійснюється завдяки їх переходу з однієї форми в іншу в системі біотично-абіотичних компонентів: вода – донні осади – біота. В цій схемі

вода є первинною ланкою на шляху надходження забруднювачів до гідроекосистем, а донні осадки та прибережні ґрунти місцем депонування поллютантів, забезпечуючи тим самим детоксикацію та/або пролонгацію забруднення води та виступаючи за певних умов джерелами її вторинного забруднення.

На формування донних осадків впливають, перш за все, природні явища та процеси, але антропогенне втручання накладає свої особливості на седиментогенез. Ці особливості можуть позначатися на швидкості накопичення осадків, на їх хімічному складі та фізико-хімічних властивостях.

Дослідженням сучасного субаквального седиментогенезу наразі приділяється велика увага [1-5], особливо це стосується р. Дніпро.

Регулювання стоку Дніпра каскадом водосховищ суттєво змінило умови функціонування екосистеми пониззя ріки. Весняне водопілля стало менш вираженим, проте набув екологічного значення несталий режим стоку, обумовлений нерівномірною роботою Каховського гідровузла протягом доби. В результаті навіть в основному руслі (не кажучи про протоки та заплавні водойми) пониззя Дніпра відбуваються короточасні коливання рівня води. На протязі 80-90 років режим пропуску води на Каховській ГЕС був переважно двопіковим (двічі на добу), з 2000-х режим роботи гідровузла поступово почав переходити на однопіковий пропуск протягом доби [6,7]. Даний факт не міг не позначитись на якості водного середовища. Дослідження останніх років стану екосистеми пониззя Дніпра свідчать [8, 9], що в ній відбуваються негативні зміни. Визначається евтрофування водних об'єктів, замулення, заростання водною рослинністю.

Поєднання природних і техногенних рис головної водної артерії України – Дніпра привернуло увагу авторів до поглибленого вивчення донних осадків як одного з індикаторів змін природного стану довкілля.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Досліджувалися донні осадки р. Дніпро. Район досліджень – нижня течія Дніпра, нижче Каховської ГЕС, район селища Львове (рис. 1). У місці дослідження русло поглиблене для судноплавства. В цьому місці річка має два острови: природний та штучного походження. В результаті перерізу річища Дніпра трьома профілями було визначено еколого-літохімічні характеристики сучасних донних осадків. Так, було досліджено гранулометричний склад донних осадків, питому щільність, вміст магнітної складової, вміст водорозчинних солей, хімічний і мінеральний склад донних осадків та вміст радіонуклідів. Дослідження проводились за стандартними методиками.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.

Верхня частина перерізу донних осадків представлена піском, замуленим піском, мулом. Осадки полігенні: абіогенні – пісок, зважені часточки ґрунту, біля правого берега – галька; біогенні – мушлі дрейсени, залишки рослин та аквафауни, мул; подекуди присутні хемогенні конкреції.

За *гранулометричним складом* донні осадки досить варіативні (табл. 1). У профілі I, що з'єднує правий берег Дніпра із першим (штучно намитим) острівцем гранулометричний склад вкрай неоднорідний і незакономірно змінюється від мулу до гальки (рис. 2). Профіль III, що з'єднує лівий берег Дніпра з природним островом, навпаки, демонструє фаціально обумовлену зональну зміну гранулометричного складу з переважанням піщаної складової та збільшенням гальки в ділянках тальвегу та на острові (рис. 3). Профіль II займає проміжне положення.

Питома щільність донних осадків в пробах річища Дніпра коливалась помірно в межах від 2,16 г/см³ до 2,47 г/см³. Середні значення показника у профілях становили: I – 2,34 г/см³, II – 2,40 г/см³, III – 2,44 г/см³.



Рис.1 Супутникове фото дослідженої ділянки р. Дніпро з позначенням місць відбору проб.

Таблиця 1

Класифікація донного осадку за розміром, %

Місця відбору проб	Гранулометричні фракції			
	Псефіти, (>2 мм)	Псаміти, (2-0,1 мм)	Алеврити, (0,1-0,05 мм)	Пеліти, (<0,05 мм)
Профіль I				
Точка 1.1*	56,87	39,27	2,76	1,10
Точка 1.2	9,51	22,24	7,25	61,00
Точка 1.3	62,19	12,03	5,78	20,00
Точка 1.4	4,46	57,76	6,91	30,67
Точка 1.5	10,26	43,35	22,39	23,99
Точка 1.6	11,47	18,86	7,10	62,58
Профіль II				
Точка 2.1	80,53	7,62	3,47	8,37
Точка 2.2	11,70	70,11	16,50	1,69
Точка 2.3	6,64	58,61	28,39	6,36
Профіль III				
Точка 3.1	0,00	60,93	14,48	24,59
Точка 3.2	23,99	63,24	8,65	4,12
Точка 3.3	3,51	87,43	9,06	0,00
Точка 3.4	0,00	93,56	6,44	0,00
Точка 3.5	41,94	30,51	8,10	19,44

* - перша цифра – номер профілю, друга – номер точки.

Представлений на рисунку 4 графічний переріз річища показує поступове збільшення питомої щільності донних осадків від лівого берега до правого. Точка «провалу» на графіку відповідає точці із найбільшим вмістом пелітової фракції (табл. 1). Загалом, питома щільність чітко корелює із гранулометричним складом донних осадків: вона підвищується в напрямку від правого берега зі штучним островом до лівого, збереженого у природному стані.

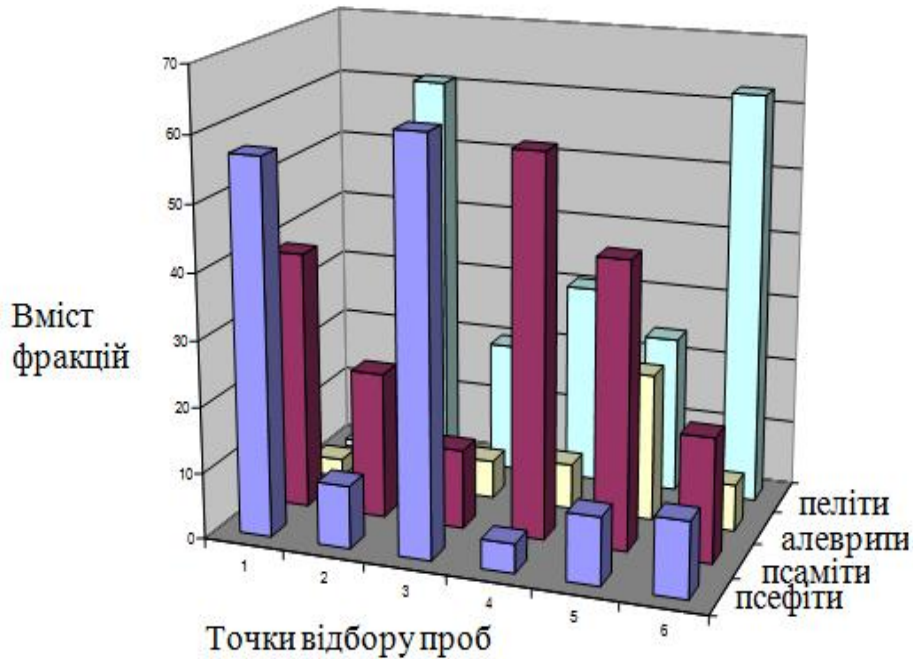


Рис.2 Фракційний розподіл донного осадку I профілю.

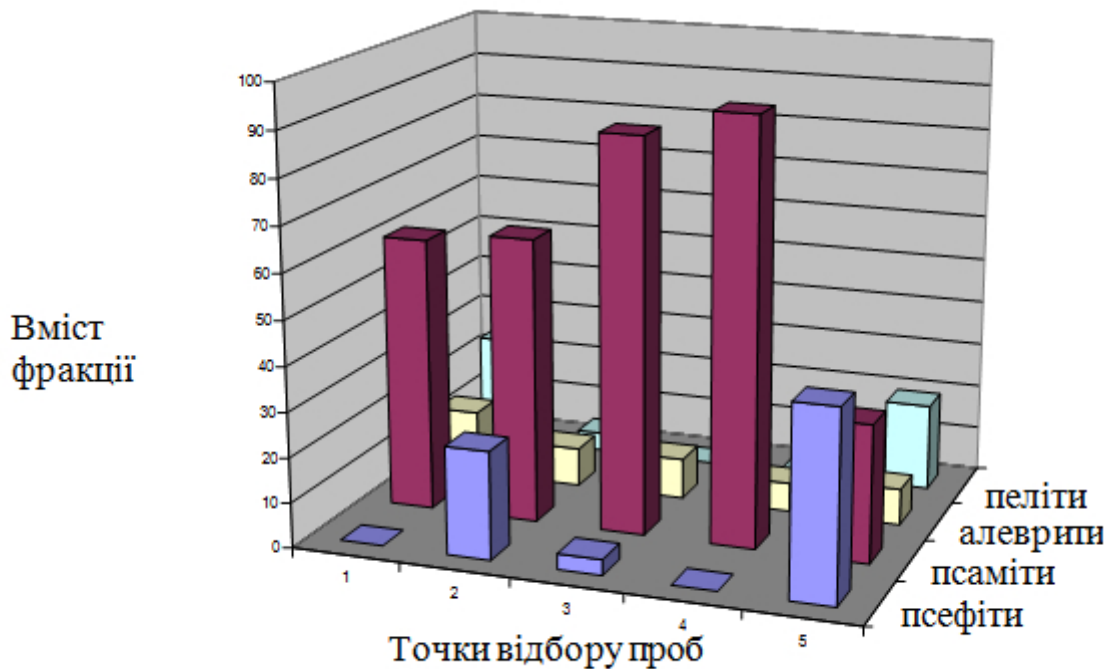


Рис. 3. Фракційний розподіл донного осадку III профілю.

Вміст магнітної складової у донних осадах у всіх відібраних пробах був нижче 1 %. Слід зауважити, що розташоване вище досліджуваної ділянки Каховське водосховище затримує за даними Новікова Б. І. [10] 99,5 % усіх надходжень, у тому числі і техногенного походження, до р. Дніпро.

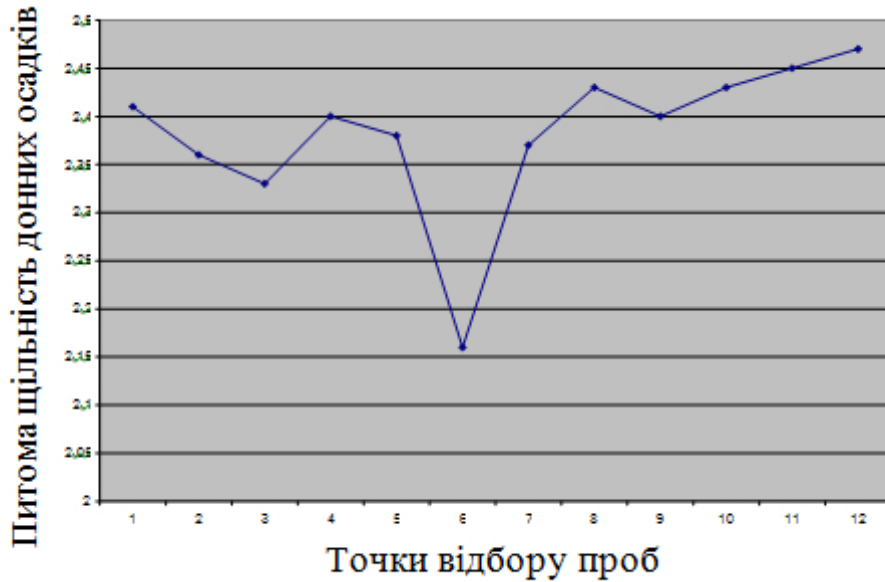


Рис. 4. Значення показника питомої щільності донних осадків р.Дніпро.

Вміст водорозчинних солей у пробах донних осадків тісно корелює із вмістом пелітової фракції осаду і становить в середньому: 0,48 % на 100 г сухої проби у I профілі; 0,165% у II профілі та 0,26% у III профілі (рис.5).

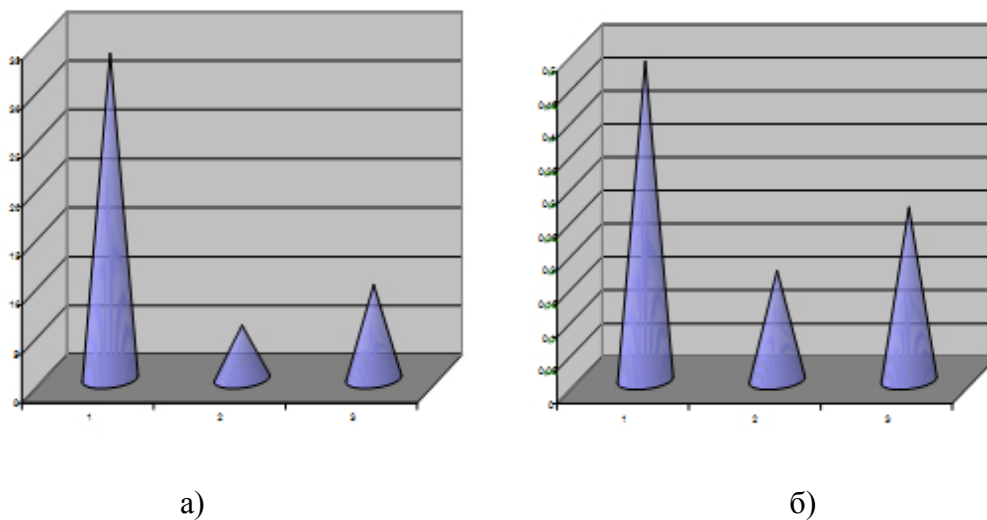


Рис. 5 Середні значення вмісту пелітів у профілях (а) та середні значення водорозчинних солей у профілях (б).

Результати хімічного аналізу проб донних осадків представлені у таблиці 2. Переважна більшість проб осаду представлена кварцовим піском, тому домінування SiO_2 у хімічному складі є цілком логічним. Другою за вмістом сполукою є CaO , що свідчить про переважання карбонатів у складі порід річкового ложа. Несподівано високим виявився показник витрат при пропалюванні (ВПП), який використовують для узагальненої оцінки вмісту летких компонентів, в першу чергу, органічних сполук. Коливання показника ВПП визначалося в межах 0,14–26,83 % і різко протистояло вмісту SiO_2 (коефіцієнт кореляції від'ємний, $r = -0,99$) (рис. 6). Високі значення ВПП відповідають замуленим ділянкам річища із низькою проточністю. Вміст загального заліза та його оксидів у пробах донних осадків Дніпра порівняно [11] невеликий (див.табл.2). Цікавим виявився розподіл оксидів залізу у пробах (рис. 7). Так, несподівано високим виявився середній вміст FeO порівняно із Fe_2O_3 , що свідчить про недостатню для окиснення кількість кисню у верхньому шарі донних осадків, частіше таке явище спостерігається на замулених малопроточних та багатих органічним залишком ділянках.

Таблиця 2

Результати хімічних аналізів донних осадків р. Дніпро

Показники	Діапазон коливань значень показників (мін, max), %	$M \pm m, n=14$	Кларк для глин та пісків, за [11]
$\text{Fe}_{\text{заг.}}$	0,2 - 2,3	$1,057 \pm 0,848$	2,54
Fe_2O_3	0,1 – 1,1	$0,400 \pm 0,379$	2,37
FeO	0,1 – 1,9	$0,629 \pm 0,750$	1,13
SiO_2	46,0 – 98,48	$83,703 \pm 19,888$	67,24
Al_2O_3	0,42 – 6,72	$2,639 \pm 2,373$	9,62
TiO_2	0,12 – 0,5	$0,246 \pm 0,141$	0,49
MnO	0,01 – 0,061	$0,027 \pm 0,018$	0,08
MgO	0,02 – 1,01	$0,316 \pm 0,406$	1,69
CaO	0,15 – 15,62	$3,477 \pm 5,551$	5,21
Na_2O	0,15 – 0,7	$0,360 \pm 0,232$	0,78
K_2O	0,2 – 1,65	$0,786 \pm 0,585$	1,86
P_2O_5	0,016 – 0,084	$0,034 \pm 0,024$	0,60
ВПП	0,14 – 26,83	$7,276 \pm 10,240$	-
S^{2-}	0 – 0,575	$0,134 \pm 0,209$	-
SO_4^{2-}	0 – 0,375	$0,088 \pm 0,135$	-
Cl	0,01 – 0,05	$0,031 \pm 0,013$	-
$\text{S}_{\text{заг.}}$	0,004 – 0,95	$0,224 \pm 0,341$	-

Дані виконаного для деяких проб *радіологічного аналізу* представлені в таблицях 3 та 4. Найбільші концентрації ^{137}Cs , найвірогідніше чорнобильського походження, втім як і концентрації ^{238}U та ^{226}Ra тяжіють до правого менш проточного берегу Дніпра.

Стан рівноваги в ряді урану характеризується деякою нестачею ^{226}Ra . Проте, враховуючи досить високі похибки вимірювань надзвичайно малоактивних проб, можна вважати, що ці нукліди перебувають у рівновазі. Найбільшу варіабельність демонструє співвідношення $^{40}\text{K}/^{238}\text{U}$, що пояснюється строкатістю літологічного складу досліджуваних зразків. Адже практично стерильні кварцові піски межують із супісями, темноколірними пісками, ракушняками тощо.

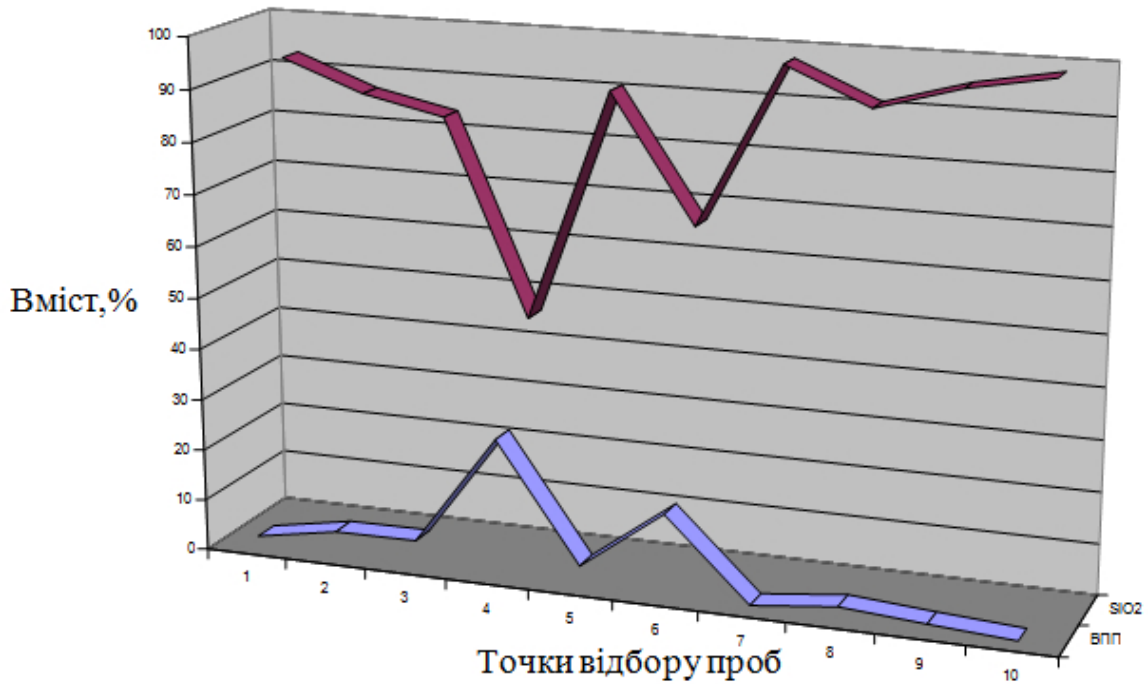


Рис. 6 Вміст кремнезему (SiO₂) та витрат при пропалюванні (ВПП) у пробах донних осадків перерізу річища Дніпра.

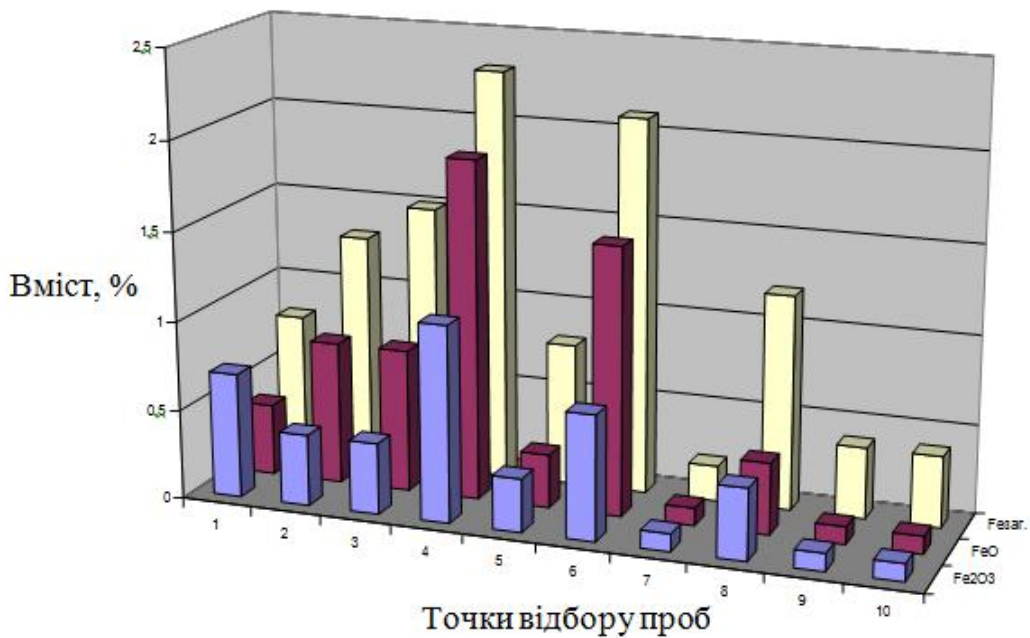


Рис. 7 Вміст загального заліза, FeO та Fe₂O₃ у пробах донних осадків перерізу річища Дніпра.

Таблиця 3

Вміст радіонуклідів у пробах донних осадків перерізу річища Дніпра,
 Бк/кг сухої речовини

Міся відбору проб	Глибина, м	Досліджувані радіонукліди, М±m					
		²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³² Th	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
1.1*	уріз води	12,0±4,0	10,6±1,5	8,8±1,0	1,0±0,2	74±15	3,7±0,5
1.4	8,5 м	10,0±3,0	8,5±1,1	9,6±1,0	0,7±0,2	138±21	6,0±0,6
1.5	4,8 м	13,0±5,0	14,0±2,0	14,5±1,4	1,1±0,2	318±36	8,3±0,8
2.1	3,0 м	11,0±10,0	6,7±1,8	6,3±0,9	0,2±0,3	103±33	4,3±0,9
2.2	3,5 м	18,0±8,0	3,5±0,8	2,8±0,5	<0,35	53±13	0,9±0,3
3.1	3,0 м	13,0±5,0	13,5±1,4	14,5±1,5	0,33±0,1	319±36	0,8±0,2
3.2	6,0 м	4,0±3,6	4,2±0,9	3,6±0,6	<0,41	118±20	0,9±0,3
3.4	5,7 м	1,8±0,7	2,9±0,5	2,1±0,3	1,8±0,7	63±11	0,6±0,2

Таблиця 4

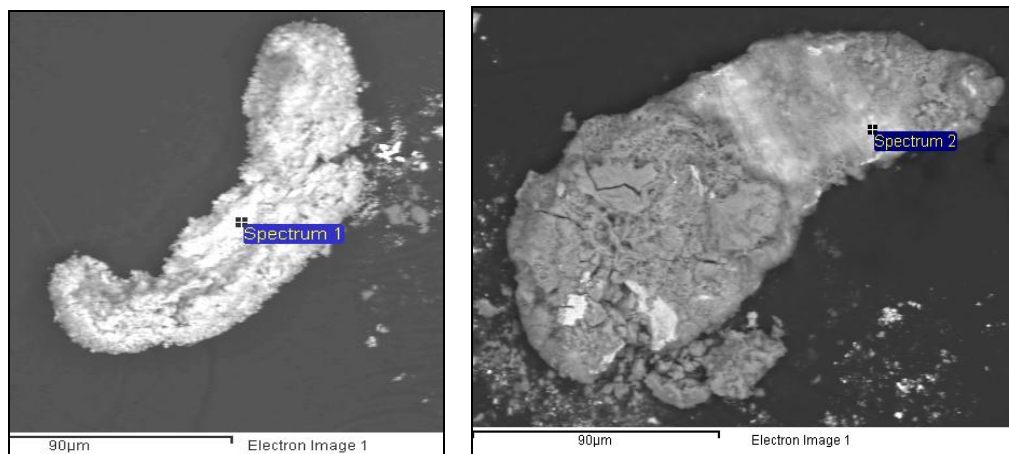
Сумарна β-радіоактивність (кг⁻¹с⁻¹) проб донних осадків р. Дніпро
 та ізотопні відношення

Міся Відбору проб	Глибина, м	Досліджувані показники, М±m				
		Σβ	²³⁸ U/ ²²⁶ Ra	²³² Th/ ²³⁸ U	²¹² Pb/ ²¹⁴ Pb	⁴⁰ K/ ²³⁸ U
1.1 *	уріз води	26 ± 5	1,2 ± 0,6	0,7 ± 0,3	0,8 ± 0,2	6,2 ± 3,1
1.4	8,5 м	31 ± 4	1,2 ± 0,7	0,9 ± 0,4	1,1 ± 0,3	13,8 ± 6,2
1.5	4,8 м	40 ± 4	1,0 ± 0,5	1,1 ± 0,6	1,0 ± 0,2	24,5 ± 12,2
2.1	3,0 м	42 ± 5	1,6 ± 1,9	0,6 ± 0,6	0,9 ± 0,4	9,4 ± 11,5
2.2	3,5 м	12 ± 5	5,3±3,6	0,14 ± 0,09	0,8 ± 0,3	2,9 ± 2,0
3.1	3,0 м	44 ± 6	1,0 ± 0,5	1,1 ± 0,5	1,1 ± 0,2	24,5 ± 12,2
3.2	6,0 м	15 ± 3	0,95 ± 1,05	0,9 ± 1,0	0,9 ± 0,3	29,5 ± 31,5
3.4	5,7 м	10 ± 3	0,6 ± 0,5	1,2 ± 0,6	0,7 ± 0,2	35,0 ± 19,7

* - перша цифра – номер профілю, друга – номер точки.

Результати вивчення мінерального складу. Візуально та за допомогою оптичної та електронної мікроскопії і мікрозондового аналізу у донних осадках визначені наступні мінеральні компоненти. Органічні залишки: уламкові зерна кам'яного вугілля, мушлі та мушлевий детрит, залишки рослин і комах. Мінерали легкої фракції: кварц, кальцит, арагоніт, мікроклін, плагіоклаз, гідрослюди халцедон. Важка фракція: азурит, альмандин, андалузит, апатит, берил, біотит, галеніт, гематит, гетит, гідроокиси марганцю (вади), дістен, епідот, золото, ільменіт, лейкоксен, магнетит, малахіт, марказит, монацит, мусковіт, ортит, пірит, піротин, рогова обманка, рутил, ставроліт, сфалерит, сфен, турмалін (шерл), хлорит, циркон. Техногенні утворення: металургійний шлак та графіт, металеве залізо, мідь, бронза тощо. Також виявлені магнітні кулі, попередньо діагностовані як частки космічного походження (тектити).

Серед металевих часток визначені мідь, бронза та залізо у вигляді відокремлених часточок або зерен металургійного шлаку. У річковому осаді вони нестійкі і, в значній мірі, заміщені вторинними водними карбонатами та оксидами (рис. 8)



а)

б)

Рис. 8 Металеві часточки штучного походження: а) – мідь з плівкою вторинних гідрокарбонатів; б) – залізо в гетитовій «сорочці». Растрова електронна мікроскопія.

У складі річкового осаду виявлено численні мінеральні новоутворення, характерні для стадії діагенезу: оксиди і гідроксиди заліза, марказит і пірит, карбонати. У верхній частині розрізу, в умовах інтенсивного водотоку, домінують оксиди і гідроксиди заліза (гетит, лепідокрокит, гідрогетит). Вони утворюють різноманітні агрегати: псевдоморфози по сульфідам, зооморфози, кірки, плівки, пористі натічні агрегати (рис. 9). Від глибини 0,5 м, нижче кисневого бар'єру, в осадку поступово збільшується кількість сульфідів (марказиту, піриту). Зі збільшенням кількості пелітових компонентів річкового осаду, що містить значну кількість рослинних залишків, вміст сульфідних новоутворень збільшується [12]. По всьому інтервалу осаду присутні карбонати: кальцит і арагоніт.

До екзотичних мінеральних компонентів донного осаду слід віднести магнітні кулі розміром близько 10–100 мкм. Частина їх походить зі шламосховищ металургійних комбінатів, інші за складом і будовою віднесені до тектитів – кулястих зерен частково розкристалізованого метеоритного матеріалу. Таким чином, донні осадки р. Дніпро складаються з різноманітних мінералів органогенного, теригенного, алотигенного, техногенного та космогенного походження. Деякі з них (гідроксиди заліза, сульфідні) містять інформацію про умови річкового седиментогенезу. Присутність часточок промислового походження є мінеральним свідченням техногенного забруднення екосистеми.

Таким чином можна зазначити, що у донних осадах віддзеркалюються зміни, які відбуваються у річці, головним чином – уповільнення течії, замулення та, пов'язане з цим, накопичення поллютантів.

ВИСНОВКИ:

1. Донні осадки Дніпра є інформативним індикатором змін природного стану гідроекосистеми ріки.
2. Дані гранулометричного аналізу та питомої щільності свідчать про замулення річища Дніпра на дослідженій ділянці.
3. Замулення, у свою чергу, призводить до накопичення у пелітовій фракції донних осадків радіонуклідів та інших поллютантів. Це підтверджується даними з визначення загального солевмісту, результатами хімічного та радіологічного аналізів. Переважання подекуди FeO над Fe₂O₃ свідчить про недостатню для окиснення кількість кисню у верхньому шарі донних осадків.

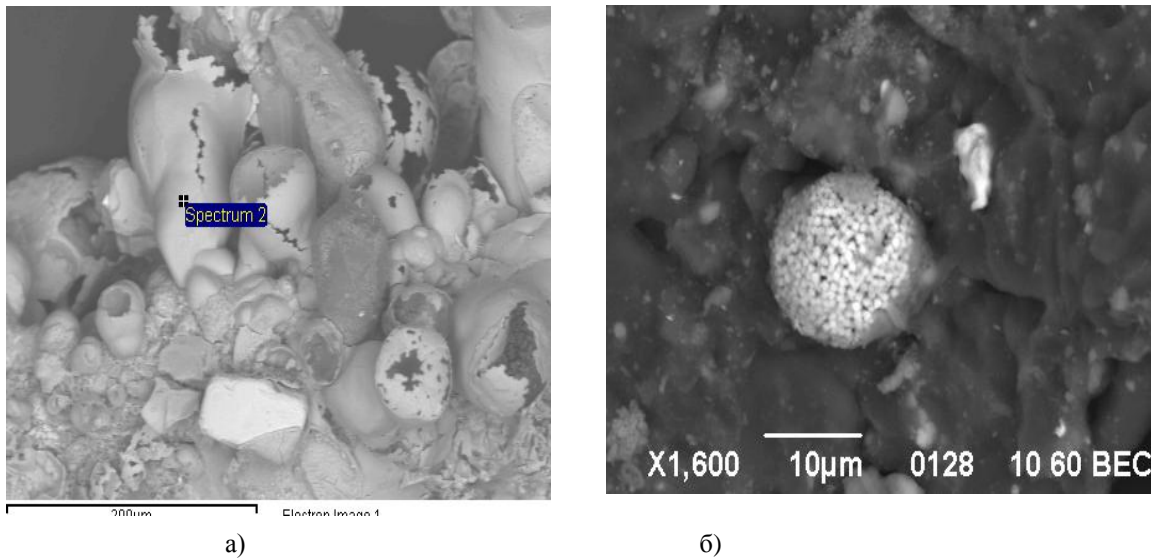


Рис. 9 Аутигенні мінерали річкового осаду: а) – порожнисті агрегати гетиту; б) – фромбоїдальний пірит в приховано кристалічному карбонатному мулі. Растрова електронна мікроскопія.

4. За даними мінералогічного аналізу, донні осади р. Дніпро складаються з різноманітних мінералів органогенного, теригенного, алотигенного, техногенного та космогенного походження, тобто є полігенними. Присутність часточок промислового походження є мінеральним свідченням техногенного забруднення екосистеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Літологія сучасних донних осадків поверхневих водойм Криворізького залізорудного басейну [Текст] : монографія / І. М. Малахов, Т. М. Альохіна, А. О. Бобко, В. В. Іванченко, М. Є. Агаджанов. – Кривий Ріг: Оксан-принт, 2008. – 110 с.
2. Альохіна Т.М. Донні осади як об'єкт гідроекологічного моніторингу [Текст] : матеріали міжнародної наук.-практ. дистанційної конф. 24-25 квітня 2014 р. Дніпропетровськ: Вежа, 2014. – 78с.
3. Огородніков В.І. Сучасний субаквальний седиментогенез у внутрішньоконтинентальних басейнах гумідної зони [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: 04.00.10 / В.І. Огородніков. — К., 2001. — 32 с.
4. Линник П.Н. Гумусовые вещества как важный фактор в миграции металлов в системе донные отложения – вода [Текст] / П.Н. Линник, А.В. Зубко // Экологическая химия. – 2007. – 16(2). – С. 69-84.
5. Огородніков В.І. Особливості формування донних відкладів в великих рівнинних водосховищах [Текст] / В.І. Огородніков // Вісник Київського ун-ту. Сер. географія. – 2000. – №46. – С. 21-24
6. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины: монография [Текст] / В.М. Тимченко. – Киев: Наукова думка, 2006. – 383 с.

7. Тімченко В.М. Основні фактори погіршення екологічного стану пониззя Дніпра [Текст] / Тімченко В.М., Гільман В.Л., Коржов Є.І. // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2011. – Т. 3 (24). – С. 138-144.
8. Наукові читання, присвячені Дню науки [Текст] : Збірник наукових праць / Вип.3. – Херсон, вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2010. – 86 с.
9. Тімченко В.М. Гідроекологічні засади поліпшення стану екосистеми пониззя Дніпра [Текст] : матеріали 3 міжнародної наукової конференції 17-19 травня 2012 р. Херсон / Тімченко В.М., Гільман В.Л., Коржов Є.І. // редкол.: С.В. Овечко (відп.ред.). – Херсон, вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2012. – 391 с.
10. Новиков Б.И. Донные отложения Днепровских водохранилищ [Текст] / Б.И. Новиков. – Киев: Наукова думка, 1985. – 172 с.
11. Войткевич Г.В. Справочник по геохимии [Текст] / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошниченко. – М: Недра, 1990. – 480.
12. Іванченко В.В. Аутигенні сульфідні осадки річок України [Текст] / В.В. Іванченко, А.С. Квітка // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2014. – №2. – С. 118-123.

REFERENCE

1. Litologiya suchasny`x donny`x osadkiv poverxnevuy`x vodojm Kry`voriz`kogo zalizorudnogo basejnu [Tekst] : monografiya / I. M. Malaxov, T. M. Al`oxina, A. O. Bobko, V. V. Ivanchenko, M. Ye. Agadzhanov. – Kry`vy`j Rig: Oktan-pry`nt, 2008. – 110 s.
2. Al`oxina T.M. Donni osadky` yak ob`yekt gidroekologichnogo monitory`ngu [Tekst] : materialy` mizhnarodnoyi nauk.-prakt. dy`stancijnoyi konf. 24-25 kvitnya 2014 r. Dnipropetrovs`k: Vezha, 2014. – 78s.
3. Ogorodnikov V.I. Suchasny`j subakval`ny`j sedy`mentogenez u vnutrishn`okonty`ental`ny`x basejnax gumidnoyi zony` [Tekst]: avtoref. dy`s. na zdobuttya nauk. stupenya d-ra geol. nauk: 04.00.10 / V.I. Ogorodnikov. — K., 2001. — 32 s.
4. Linnik P.N. Gumusovye veshstva kak vazhnyi faktor v migracii metallov v sisteme donnye otlozhenija – voda [Tekst] / P.N. Linnik, A.V. Zubko // Yekologicheskaja himija. – 2007. – 16(2). – S. 69-84.
5. Ogorodnikov V.I. Osobly`vosti formuvannya donny`x vidkladiv v vely`ky`x rivny`nny`x vodosxovy`shhax [Tekst] / V.I. Ogorodnikov // Visny`k Ky`yivs`kogo un-tu. Ser. geografiya. – 2000. – #46. – S. 21-24
6. Timchenko V.M. Yekologicheskaja gidrologija vodoemov Ukrainy: monografija [Tekst] / V.M. Timchenko. – Kiev: Naukova dumka, 2006. – 383 s.
7. Timchenko V.M. Osnovni faktory` pogirshennya ekologichnogo stanu pony`zzya Dnipra [Tekst] / Timchenko V.M., Gil`man V.L., Korzhov Ye.I. // Hidrologiya, gidroximiya, gidroekologiya. – 2011. – Т. 3 (24). – S. 138-144.
8. Naukovi chy`tannya, pry`svyacheni Dnyu nauky` [Tekst] : Zbirny`k naukovy`x prac` / Vy`p.3. – Xerson, vy`d-vo: PP Vy`shemy`rs`ky`j V.S., 2010. – 86 s.
9. Timchenko V.M. Gidroekologichni zasady` polipshennya stanu ekosy`stemy` pony`zzya Dnipra [Tekst] : materialy` 3 mizhnarodnoyi naukovoyi konferenciyi 17-19 travnya 2012 r. Xerson / Timchenko V.M., Gil`man V.L., Korzhov Ye.I. // redkol.: S.V. Ovechko (vidp.red.). – Xerson, vy`d-vo: PP Vy`shemy`rs`ky`j V.S., 2012. – 391 s.

10. Novikov B.I. Donnye otlozhenija Dneprovskih vodohranilish [Tekst] / B.I. Novikov. – Kiev: Naukova dumka, 1985. – 172 s.
11. Voitkevich G.V. Spravochnik po geohimii [Tekst] / G.V. Voitkevich, A.V. Kokin, A.E. Miroshnichenko. – M: Nedra, 1990. – 480.
12. Ivanchenko V.V. Auty`genni sul`fidy` u donnomu osadi richok Ukrayiny` [Tekst] / V.V. Ivanchenko, A.S. Kvitka // Geology`ya y` poleznye y`skoraemye my`rovogo okeana. – 2014. – #2. – S. 118-123.

Рецензенти: Старова Т.В., к.х.н., завідувач кафедри хімії та методики її навчання ДВНЗ Криворізького національного університету

Полякова І.О., к.б.н., доцент кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин ЗНУ.