

**«Вплив важких металів у донних відкладах  
Бузького лиману на гідробіонти»**

**«THE INFLUENCE OF HEAVY METALS OF THE BUZKY  
ESTUARY BOTTOM SEDIMENTS ON SOME  
HYDROBOINTS' SPEACIES»**

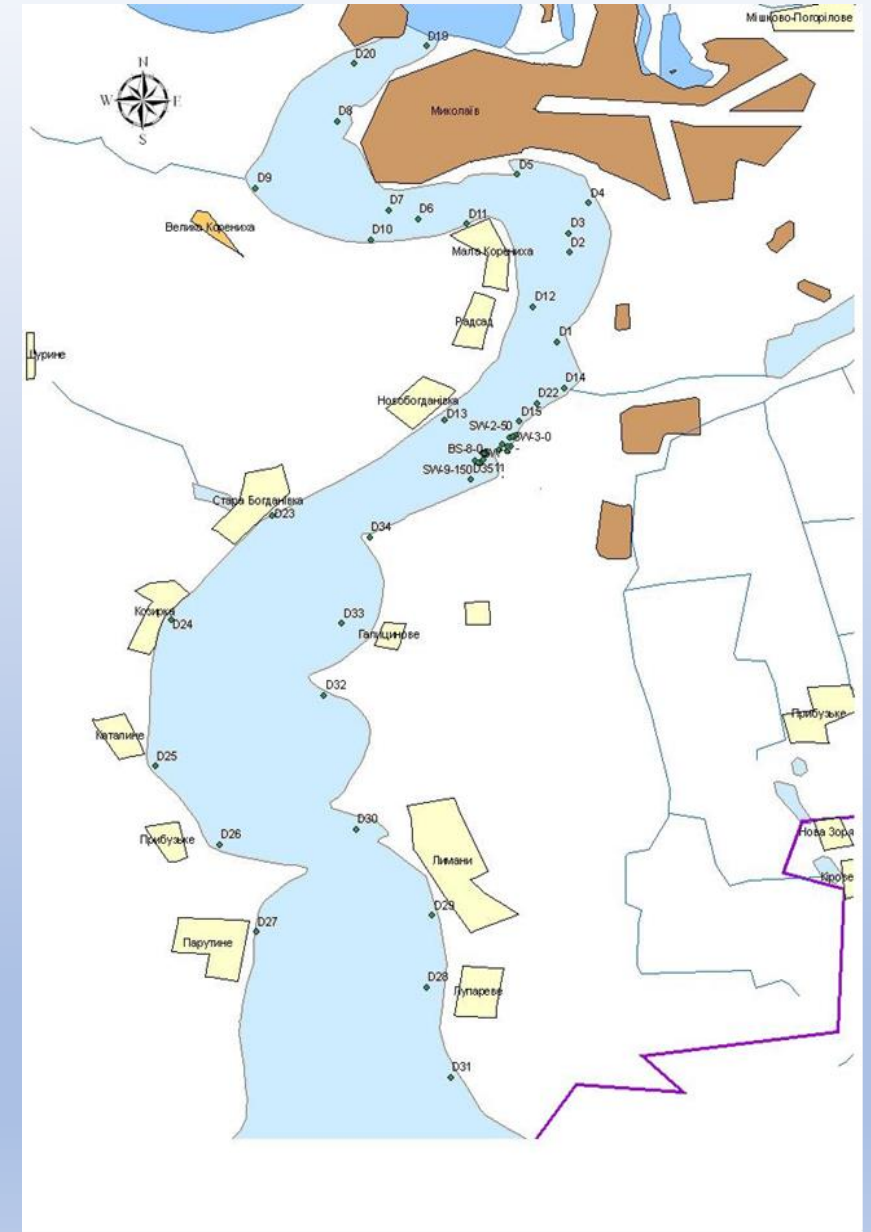
**Viktor SMYRNOV, Ph.D., Associate Professor of the  
Ecology Department, Petro Mohyla Black Sea National University,  
NGO “Open Environmental University”, Ukraine.**

Науковцями було проведено комплексне обстеження екосистеми Бузького лиману. Відбір зразків проводився навпроти промислових ділянок міста Миколаєва та населених пунктів вздовж лівого і правого берегів лиману. Загалом було відібрано 127 зразків, зокрема:

- 35 зразків донних відкладень;
- 42 зразки гідробіонтів;
- 35 зразків придонної води та відвесу;
- 15 зразків поверхневих вод.

Scientists conducted a comprehensive survey of the ecosystem of Buzky Estuary. Sampling was carried out opposite industrial areas of the Mykolaiv city and settlements along the left and right banks of the estuary. In total, 127 samples were collected, including:

- 35 samples of bottom sediments;
- 42 samples of hydrobionts;
- 35 samples of bottom water and suspended matter;
- 15 samples of surface water.



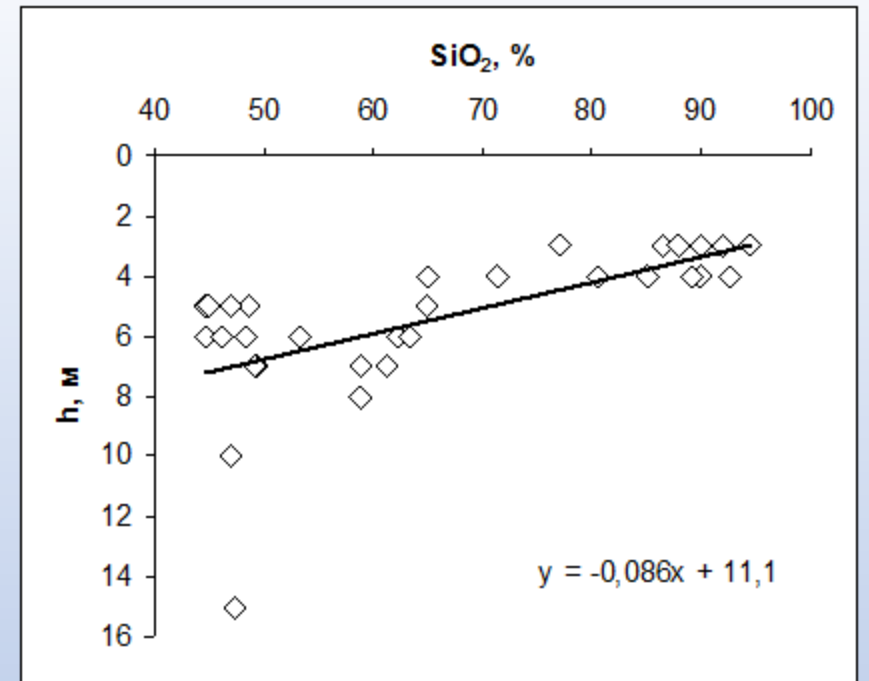
Оцінка небезпеки донних відкладень проводилась з використанням ряду нормованих еколого-геохімічних та санітарно-гігієнічних показників:

- Коефіцієнт концентрації;
- Коефіцієнт небезпеки;
- Сумарний показник забруднення;
- Коефіцієнт донної аккумуляції;
- Гідрохімічний індекс забруднення води;
- Показник хімічного забруднення;
- Коефіцієнт накопичення у гідробіонтах.

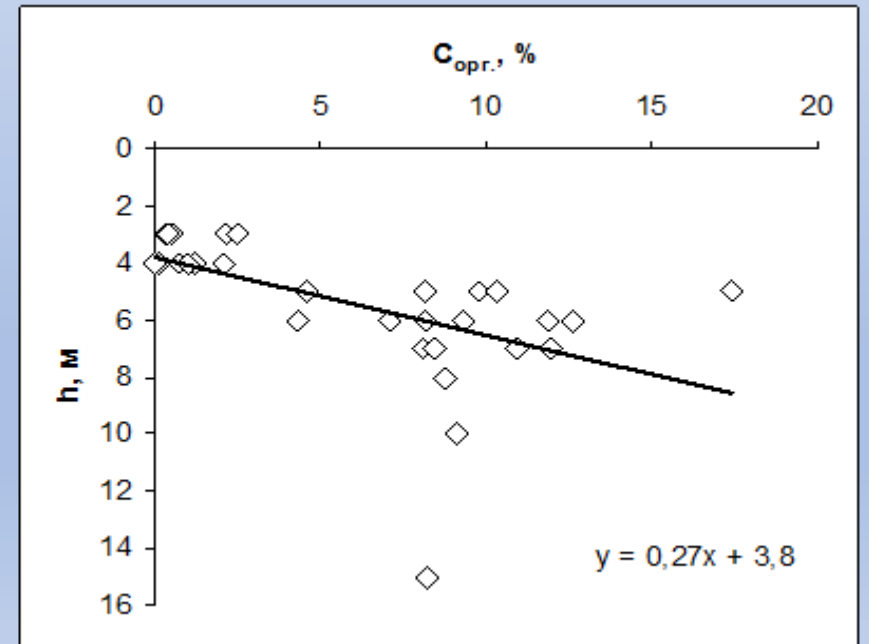
The assessment of the bottom danger of sediments was carried out using a series of standardized eco-geochemical and sanitary-hygienic indicators:

- Concentration coefficient;
- Danger coefficient;
- Total pollution index;
- Bottom accumulation coefficient;
- Hydrochemical water pollution index;
- Chemical pollution index;
- Accumulation coefficient in hydrobionts.

Донні відкладення Бугського лиману представлені зеленувато-сірими ілами. Хімічний склад варіюється у широкому діапазоні. Виявлена регресійна залежність співвідношення мінеральних і органічних речовин з глибиною водоймища: зі збільшенням глибини спостерігається тенденція до збільшення кількості органічних речовин у складі донних відкладень ( $C_{\text{орг}}$ ) та зменшення мінеральних ( $\text{SiO}_2$ ).



The bottom sediments of Buzky Estuary are represented by greenish-gray clays. The chemical composition varies widely. A regression dependence of the ratio of mineral and organic substances on the depth of the reservoir has been revealed: with increasing depth, there is a tendency for an increase in the amount of organic substances in the composition of bottom sediments ( $C_{\text{ORG}}$ ) and a decrease in mineral ones ( $\text{SiO}_2$ ).



Отримані дані дозволяють зробити такий висновок:

За геохімічними критеріями в донних відкладах акваторії Бузького лиману виділена техногенна асоціація важких металів: **Cu (10,6), Pb (10,1), Mn (5,3), Zn (4,8), Ni (3,4)**.

За санітарно-гігієнічними критеріями, небезпека забруднення зменшується в такому порядку: **Cu (4,82), Ni (2,73), Zn (2,11), Mn (1,77), Pb (1,19), Cr (0,79)**.

The obtained data allow to make the following conclusion:

According to geochemical criteria, a technogenic association of heavy metals has been identified in the bottom sediments of Buzky Estuary: **Cu (10.6), Pb (10.1), Mn (5.3), Zn (4.8), Ni (3.4)**.

According to sanitary-hygienic criteria, the danger of pollution decreases in the following order: **Cu (4.82), Ni (2.73), Zn (2.11), Mn (1.77), Pb (1.19), Cr (0.79)**.

Вміст важких металів у донних відкладах Бузького лиману також коливається в широких межах.

Загальна тенденція відзначається: при зниженні загальної концентрації кількість рухомих форм збільшується. Це пов'язано з тим, що початкова форма надходження тяжких металів з техногенних джерел - оксиди і напівоксиди, слабо гідролізуються при рН поверхневих вод.

The content of heavy metals in the bottom sediments of Buzky Estuary also varies widely.

A general trend is noted: as the total concentration decreases, the quantity of mobile forms increases. This is likely associated with the initial form of heavy metal input from anthropogenic sources - oxides and semi-oxides, which hydrolyze weakly at the pH of surface waters.

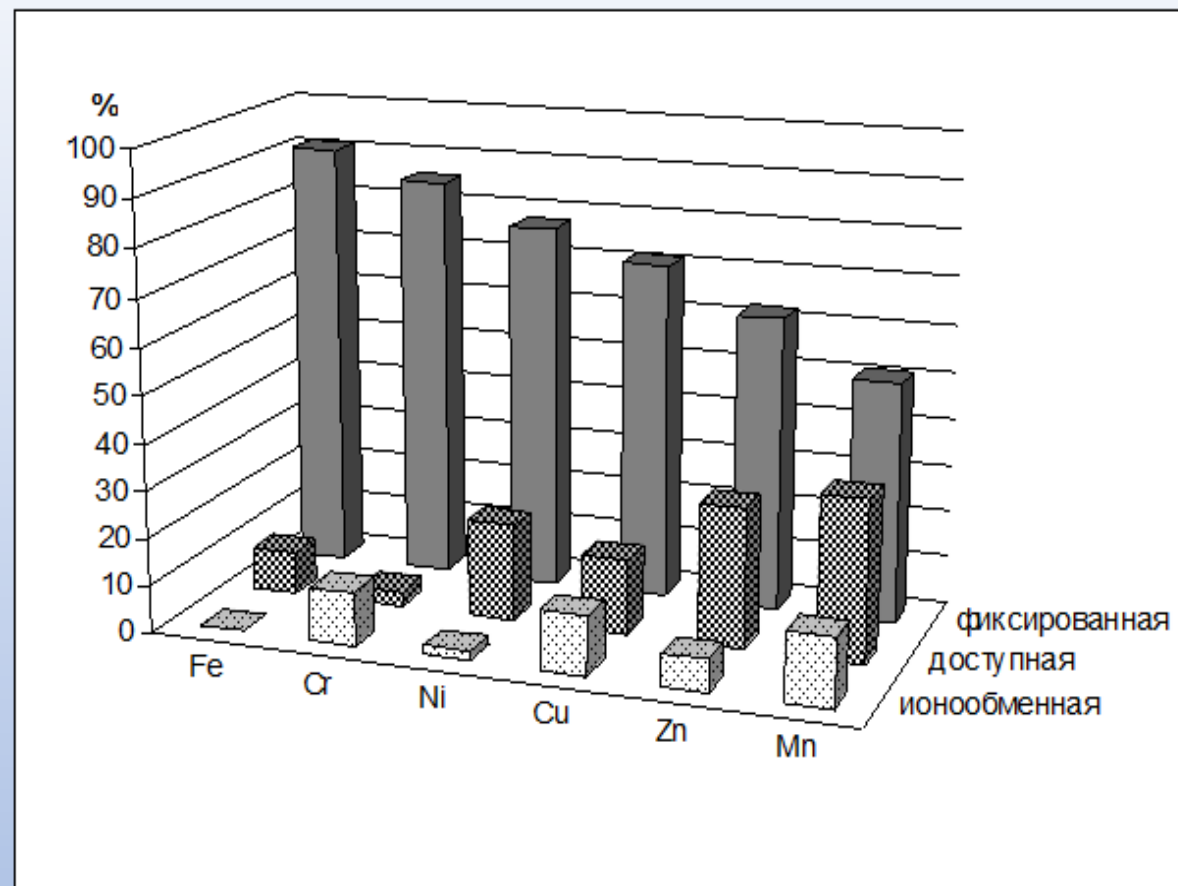


Рис. Форми находження важких металів в донних відкладах  
Forms of heavy metals occurrence in bottom sediments

Визначено міграційну здатність важких металів у донних відкладах Бузького лиману за умовах критичного техногенного навантаження. Вона зростає у такому порядку: **Pb < Fe < Cr < Ni < Cu < Zn < Mn**. Високомолекулярні органічні речовини природного походження відіграють провідну роль у фіксації міді та нікелю у донних відкладах Бузького лиману, більш ніж на 90% пов'язаних у гумінові комплекси, меншою мірою Cr (30%). Міграційна здатність цинку, заліза і марганцю визначається неорганічними формами.

The migration capacity of heavy metals in the bottom sediments of the Buzky Estuary under conditions of critical anthropogenic loading has been determined. It increases in the following order: **Pb < Fe < Cr < Ni < Cu < Zn < Mn**. High-molecular-weight organic substances of natural origin play a leading role in the fixation of copper and nickel in the bottom sediments of the Buh Estuary, with more than 90% bound in humatic complexes, and to a lesser extent Cr (30%). The migration capacity of zinc, iron, and manganese is determined by inorganic forms.

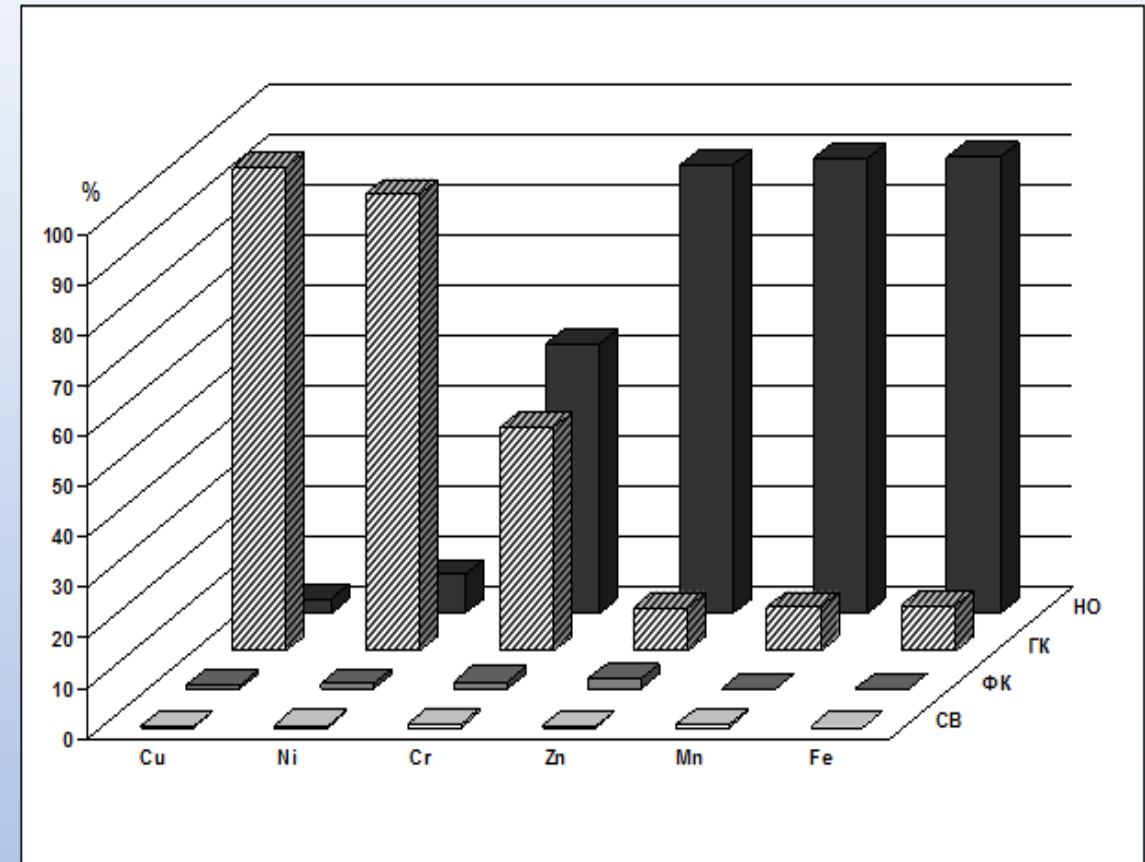


Рис. Міграційна здатність важких металів у донних відкладах Бузького лиману

The migration ability of heavy metals in the Buh Estuary bottom sediments

Обстеження Бузького лиману показало, що водна рослинність досить бідна. На зразковій території абсолютно переважають прикріплені водні види, серед яких найпоширеніший - рдесник пронизанолистий.

Інтенсивність включення важких металів у біогеохімічні цикли міграції водними рослинами в біогеохімічний цикл міграції ( $K_n$ ) водною рослинністю зменшується у порядку **Fe>Mn>Cu>Ni>Zn>Cr**. Найбільш інтенсивно рослини включають у міграційні цикли: **Mn, Cu, Ni**, меншою мірою - **Zn, Pb, Cr**. З цього випливає, що рдесник пронизанолистий - макроконцентратор стосовно марганцю і деконцентратор стосовно хрому.

The survey of Buzky Estuary revealed that the aquatic vegetation is rather poor. Attached aquatic species completely dominate the sampled area, among which the most common is the water milfoil.

The intensity of heavy metal inclusion in the biogeochemical migration cycles by aquatic plants into the biogeochemical migration cycle ( $K_n$ ) of aquatic vegetation decreases in the order of **Fe>Mn>Cu>Ni>Zn>Cr**. Plants most intensively involve in migration cycles: **Mn, Cu, Ni**, to a lesser extent - **Zn, Pb, Cr**. So, the water milfoil is a macroconcentrator for manganese and a deconcentrator for chromium.

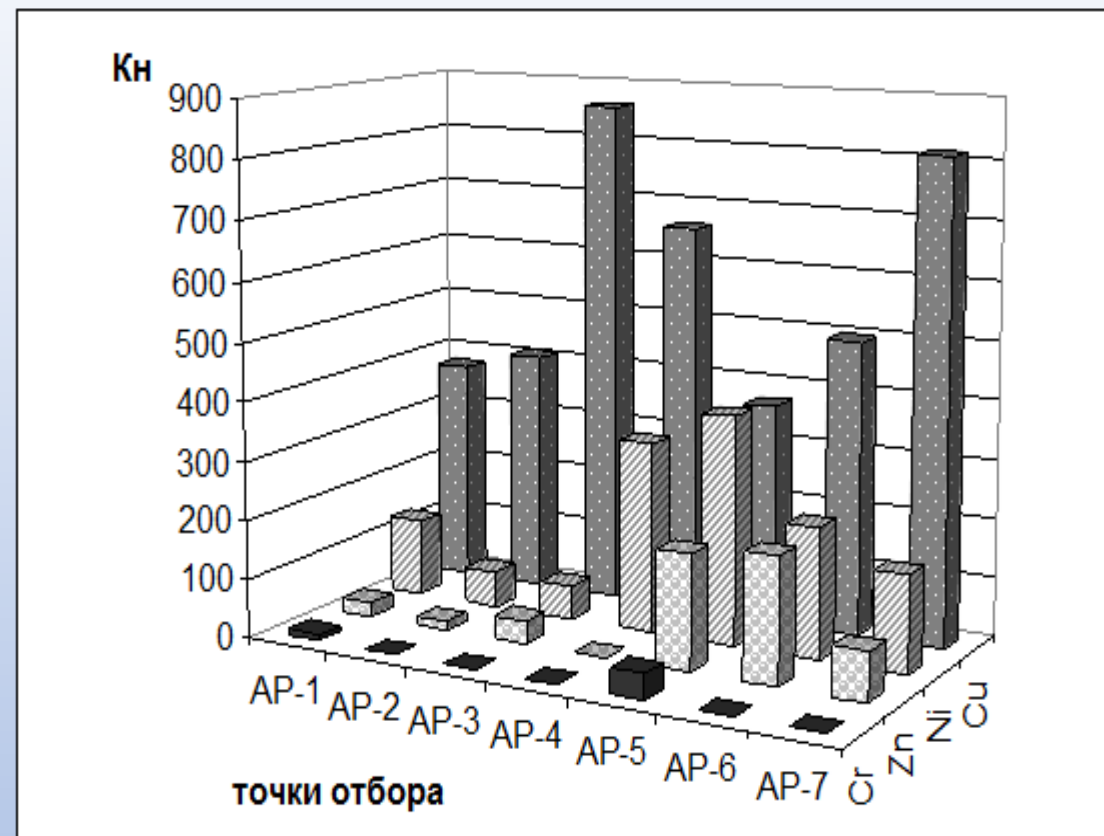


Рис. Ряди розподілу коефіцієнта накопичення важких металів рослинністю з придонних шарів води.

Distribution rows of heavy metal accumulation coefficient by vegetation from bottom water layers.



Риби родини бичкових обрані як індикаторний вид через широке поширення в акваторії Бузького лиману та порівняно малого ореолу міграції. За вмістом важких металів у рибі можна скласти ряд: **Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cr>Ni**. Інтенсивність включення металів у трофічний ланцюг за коефіцієнтом накопичення зменшується у такому порядку: **Fe>Cu≥Mn>Pb>Zn>Ni>Cr**. Забруднення риб з позиції екологічної безпеки визначається сполуками свинцю до 25 ГДК та хрому до 90 ГДК. За цими показниками акваторія лиману практично повністю відноситься до категорії надзвичайно небезпечного рівня забруднення, що визначає розвиток катастрофічної екологічної ситуації. За інтегральними показниками забруднення гідробіонтів акваторія лиману може бути віднесена до зони екологічної катастрофи.

Fish of the Goby family have been selected as indicator species due to their widespread distribution in the waters of Buzky Estuary and relatively small migration range. The order of heavy metal content in fish is as follows: **Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cr>Ni**. The intensity of metal inclusion in the food chain decreases in the following order: **Fe>Cu≥Mn>Pb>Zn>Ni>Cr**. Pollution of fish from an environmental security perspective is determined by lead compounds up to 25 MPC and chromium up to 90 MPC. According to these indicators, the waters of the Estuary almost entirely belong to the category of extremely hazardous pollution levels, defining the development of a catastrophic environmental situation. Based on the integrated indicators of pollution of aquatic organisms, the estuarine waters may be classified as an ecological disaster zone.

У цілому екологічний ризик забруднення компонентів екосистеми Бузького лиману тимчасово зростає від напруженого до катастрофічного екологічного стану в ряді: донні відкладення, поверхневі води, гідробіонти.

Thus, the ecological risk of pollution of the components of the ecosystem of Buzky Estuary temporarily increases from moderate to catastrophic ecological state in a number of areas: bottom sediments, surface waters, hydrobionts.

Показник забруднення		Частка акваторії, забрудненої понад допустимий рівень, %	Характеристика екологічного стану	
Валовий вміст у ДВ	Cr	6,7	Напружений	
	Pb	19,0		
	Zn	34,3		
	Ni	71,1		
	Cu	84,3		
	Zc	46,7		
Вміст іонообмінних форм у ДВ	Pb	0		
	Ni	4,8		
	Zn	8,0		
	Cr	12,4		
	Mn	66,0		
	Cu	94,0		
Забруднення водних товщ, залежно від призначення водойм:	Господарсько-питного та культурно-побутового	Cu	1,0	Кризовий (надзвичайний)
		Zn	2,4	
		Fe	14,0	
		Mn	30,3	
		Ni	96,5	
		Pb	97,0	
		Cr	100	
		Рибогосподарського	Fe	
	Zn		89,9	
	Pb		91,3	
	Cu, Ni, Cr		100	
	ПХЗ (1+2)		100	
	ІЗВ		100	
	Коефіцієнт донної акумуляції	Cr	72,0	
Pb		79,1		
Zn, Cu, Ni, Fe, Mn		100		
Zn		0		
Забруднення гідробіонтів	Cu	23,4		
	Cr	45,3		
	Ni	87,1		
	Fe	87,9		
	Pb	97,8		
	Mn	99,4		
	ПХЗ	100		



# Висновки/Conclusions

Унаслідок техногенної діяльності вздовж узбережжя Бузького лиману в зонах впливу промислових підприємств сформувалися місцеві аномалії забруднення донних відкладів важкими металами. Переважну роль у формуванні техногенних аномалій забруднення відіграє суднобудівництво. За геохімічними критеріями (Кс) виділена техногенна асоціація важких металів: міді (10,6), свинцю (10,1), марганцю (5,3), цинку (4,8), нікелю (3,4). За санітарно-гігієнічними критеріями (ПДК) небезпека забруднення зменшується у такому порядку: мідь (4,82), нікель (2,73), цинк (2,11), марганець (1,77), свинець (1,19), хром (0,79). За критеріями екологічної безпеки забруднення донних відкладень більшої частини Бузького лиману відноситься до помірно небезпечної категорії (напружена екологічна ситуація).

As a result of industrial activity along the coast of Buzky Estuary local anomalies of bottom sediment contamination with heavy metals have formed in the zones influenced by industrial enterprises. Shipbuilding plays a predominant role in the formation of these technogenic pollution anomalies. According to geochemical criteria (Kc), a technogenic association of heavy metals has been identified: copper (10.6), lead (10.1), manganese (5.3), zinc (4.8), nickel (3.4). According to sanitary and hygienic criteria (MPC), the danger of contamination decreases in the following order: copper (4.82), nickel (2.73), zinc (2.11), manganese (1.77), lead (1.19), chromium (0.79). According to environmental safety criteria, contamination of bottom sediments in most of Buzky Estuary falls into the moderately hazardous category (a tense environmental situation).

Міграційна здатність важких металів у донних відкладах Бузького лиману збільшується в такому порядку: **Pb < Fe < Cr < Ni < Cu < Zn < Mn**. Високомолекулярні органічні речовини природного походження відіграють визначальну роль у фіксації Cu і Ni (90%), у меншій мірі - Cr (30%) у донних відкладах. Міграційна здатність цинку, заліза і марганцю визначається неорганічними формами. В зоні впливу побутових та промислових стічних скидів у донних відкладах збільшується частка водорозчинних, йонообмінних та доступних форм важких металів, а також гуматів і фульватів. Екологічна небезпека забруднення донних відкладів, оцінена за вмістом іонообмінних форм важких металів, відповідає напруженій екологічній ситуації.

The migration ability of heavy metals in the bottom sediments of Buzky Estuary increases in the following order: **Pb < Fe < Cr < Ni < Cu < Zn < Mn**. High-molecular-weight organic substances of natural origin play a significant role in the fixation of Cu and Ni (90%), to a lesser extent - Cr (30%) in the bottom sediments. The migration ability of zinc, iron, and manganese is determined by inorganic forms. In the area influenced by domestic and industrial wastewater discharges, the proportion of water-soluble, ion-exchangeable, and available forms of heavy metals, as well as humates and fulvates, increases in the bottom sediments. The environmental risk of bottom sediment contamination, assessed by the content of ion-exchangeable forms of heavy metals, corresponds to a severe environmental situation.

Риби родини бичкових є біоіндикатором забруднення екосистеми Бузького лиману. Основними факторами, які визначають забруднення гідробіонтів важкими металами, є: загальний вміст металів у донних відкладах, коефіцієнт донного накопичення, інтегральні показники хімічного забруднення води. Екологічна небезпека забруднення трофічного ланцюга зростає у наступному порядку: **Zn<Cu<Cr<Ni<Fe<Pb<Mn**. За забрудненням риб родини бичкових сполуками Pb (до 25 ГДК) і Mn (до 5 ГДК) велика частина акваторії відноситься до надзвичайно небезпечного рівня забруднення, що визначає розвиток катастрофічної екологічної ситуації у біогеоценозі Бузького лиману.

Goby fishes are bioindicators of pollution of Buzky Estuary ecosystem. The main factors determining the pollution of hydrobionts with heavy metals are: the total content of metals in bottom sediments, the coefficient of bottom accumulation, and the integral indicators of chemical pollution of water. The ecological danger of pollution of the trophic chain increases in the following order: **Zn<Cu<Cr<Ni<Fe<Pb<Mn**. In terms of pollution of bullhead fish with Pb compounds (up to 25 MPC) and Mn (up to 5 MPC), a large part of the water area belongs to an extremely dangerous level of pollution, which determines the development of a catastrophic environmental situation in the the Buzky Estuary ecosystem.



Дякую за увагу!/  
Thank you!