

*Б. Я. Бойчук, А. Д. Кузик, Л. В. Суса**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ОЦІНЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА РІЧКУ ПРУТ В ОКОЛИЦЯХ МІСТА ЯРЕМЧЕ ЗА ПОКАЗНИКАМИ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ

Вступ. Одним з найбільш об'єктивних і надійних показників стану забруднення водного середовища та загального рівня техногенного навантаження на нього є вміст забруднюючих речовин у донних відкладеннях (ДВ). У самому місті Яремче (Івано-Франківська обл.) та у його околицях немає великих промислових підприємств, тому значних скидань токсичних речовин у каналізацію, тим більше прямо у річку, не відбувається. Проте, з кожним роком у цьому мальовничому куточку Прикарпаття зростає кількість санаторіїв, баз відпочинку, котеджних містечок та просто житлової забудови. Відповідно у річку Прут, яка є перлиною цього краю, досить часто потрапляють неочищені стоки, які забруднюють не тільки воду, а й осідають на донних відкладеннях.

Метою цього дослідження була оцінка антропогенного навантаження на річку Прут на основі комплексного екологічного аналізу стану забруднення донних відкладень цієї річки вище та нижче за течією від м. Яремче.

Методи. Водні витяжки з донних відкладень готували згідно з рекомендаціями відповідних нормативних документів у співвідношенні «донні відкладення – вода» як 1:5 у перерахунку на суху масу донних відкладень. Лабораторне вивчення гідрохімічних параметрів відібраних проб виконувались гравіметричним, титриметричним, фотометричним та іншими методами аналізу.

Результати досліджень. Накопичення у ДВ вище місця скидання стічних вод солей амонію, нітритів та нітратів, які є легкорозчинні, очевидно, пов'язане із значними сорбційними властивостями річкового мулу, який не дає цим іонам вимиватись течією. У місці скидання стічних вод міста вміст цих іонів наростає і досягає максимуму на відстані бл. 100 м нижче від місця скидання. Далі за течією їх кількість плавно зменшується. Аналогічний розподіл концентрацій спостерігається і у випадку з фосфатами. Їх джерело потрапляння у річку також, здебільшого, відноситься до житлово-комунальної сфери. Значний внесок у збільшений вміст фосфатів у пробі нижче місця скидання вносять міські стічні води, в яких навіть після очищення концентрація фосфат-іонів залишається досить високою. Виявлено факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Очевидно, постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї курортної річки неминуче призводить до потрапляння у неї продуктів неповного згорання палива, неконтрольованих його розливів тощо.

Висновки. Вище за течією від місця скидання у річку Прут очищених стічних вод міста Яремче концентрації солей-забруднювачів біогенної групи формуються неконтрольованими джерелами побутової каналізації. На цій ділянці забруднення донних відкладень незначні, у місці скидання дещо вищі, і найбільшого значення вони набирають нижче місця скидання. Цей факт чітко вказує на зростаючий антропогенний вплив прибережних міст на стан річки в цілому, і забруднення донних відкладень, зокрема. Вперше виявлено нафтопродукти у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Очевидно, причиною цього явища є постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї річки.

Ключові слова: річка Прут, донні відкладення, забруднення, гідрохімічні параметри, фосфати, нафтопродукти, антропогенний вплив.

*B.Ya. Boychuk, A.D. Kuzyk, L.V. Sosa**Lviv State University of Life Safety*

EVALUATING THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE PRUT RIVER NEAR YAREMCHE-TOWN ON THE POLLUTION LEVEL INDICES OF BOTTOM SEDIMENTS

Introduction. One of the most objective and reliable indicators of the state of pollution of the aquatic environment and the overall level of technological load on it is the content of pollutants in bottom sediments (BS). There are no large industrial enterprises in and around Yaremche-town (Ivano-Frankivsk region), so there are no significant discharges of toxic substances into the sewage system, especially directly into the river. However, every year in this picturesque corner

of Prykarpattia the number of sanatoriums, recreation centres, cottage towns and just residential buildings grows. Accordingly, the Prut River, which is the pearl of this region, quite often gets untreated runoff, which pollutes not only water but also settles on bottom sediments.

The purpose of this study was to assess the anthropogenic load on the Prut River based on a comprehensive environmental analysis of the state of pollution of the bottom sediments of this river upstream and downstream from Yaremche.

Methods. Water extracts from bottom sediments were prepared by the recommendations of the relevant regulations in the ratio "bottom sediments - water" as 1: 5 in terms of the dry mass of bottom sediments. Laboratory study of hydrochemical parameters of selected samples was performed by gravimetric, titrimetric, photometric and other methods of analysis.

Research results. The accumulation of ammonium salts, nitrites and nitrates, which are easily soluble, in the far above the discharge site of wastewater, is obviously due to the significant sorption properties of river sludge, which prevents these ions from being washed away by the flow. At the point of discharge of wastewater from the city, the content of these ions increases and reaches a maximum at point 3 - at a distance of approx. 100 m below the discharge site. Further downstream, their number systematically decreases. A similar distribution of concentrations is observed in the case of phosphates. Their source of getting into the river also, for the most part, belongs to the housing and communal services. A significant contribution to the increased phosphate content in the sample below the discharge is made by urban wastewater, in which even after treatment the concentration of phosphate ions remains quite high. The fact of the presence of oil products in the bottom sediments at the investigated area was revealed. The constant increase in the number of road transport on the banks of this resort river inevitably leads to the ingress of products of incomplete combustion of fuel, uncontrolled spills.

Conclusions. Upstream from the place of discharge into the Prut River of treated wastewater in the city of Yaremche, the concentrations of salts-pollutants of the biogenic group are formed due to uncontrolled sources of domestic sewage. In this area, the pollution of bottom sediments is insignificant, slightly higher at the discharge site, and they are of the greatest importance below the discharge. This fact indicates the growing anthropogenic impact of coastal cities on the state of the river and in general, and pollution of bottom sediments, in particular. For the first time oil products were found in bottom sediments in the studied area. The reason for this phenomenon is the constant increase in the number of vehicles on the banks of this river.

Keywords: Prut river, bottom sediments, pollution, hydrochemical parameters, phosphates, oil products, anthropogenic impact.

Постановка проблеми

Одним з найбільш об'єктивних і надійних показників стану забруднення водного середовища та загального рівня техногенного навантаження на нього є вміст забруднюючих речовин у донних відкладеннях (ДВ). Вони формуються в результаті седиментації завислого у воді матеріалу і його взаємодії з водною фазою й акумулюють в собі солі винесених поверхневими водами забруднюючих речовин, продуктів вітрової ерозії ґрунтів, важких сполук, що утворюються в приземній атмосфері, а також тверду фазу промислових та побутових стоків.

Значна частина токсикантів, що потрапляють у водойми, адсорбується завислими речовинами і під впливом гравітаційних сил осідає на дно, де накопичується в донних відкладеннях. Ці донні відкладення акумулюють забруднювальні речовини до рівнів, що значно перевищують їх вміст у водній товщі. Накопичуючись в силу уповільнення течії на деякій відстані від джерела первинного забруднення, токсичні речовини можуть бути причиною погіршення стану водойм на значній відстані від нього [1].

При зміні гідродинамічних (збільшення швидкості течії, вітрове перемішування водних мас) і фізико-хімічних (рН, окислювально-відновні умови, солоність, температура тощо) умов у при-

донних шарах води, речовини, що містяться в донних відкладеннях, здатні переходити у водну фазу, зумовлюючи вторинне забруднення водойм.

Донні відкладення є своєрідним "підводним ґрунтом", який визначає особливості екології водних об'єктів. Вони відіграють роль деякого "депо", де проходить накопичення як найбільш розповсюджених пріоритетних (нафтопродукти, поліциклічні ароматичні вуглеводи, пестициди, метали), так і специфічних (поліхлорбіфеніли, поліхлорфеноли, поліароматичні з'єднання, сіркоорганічні сполуки та ін.) забруднюючих речовин [2, 3].

Тому, будь-які зміни антропогенного навантаження в межах водозборів, що тягнуть трансформацію екосистемних зв'язків і викликають незворотні зміни в будові і складі ДВ, є важливою складовою в системі екологічної безпеки регіону та індикатором динаміки антропогенезу.

З метою покращення екологічного стану водних ресурсів країни у 2012 році розроблено програму оздоровлення малих річок України на період до 2021 року. У межах реалізації цієї програми проведено низку заходів, в тому числі розчистку русел річок для відновлення природної течії [4].

Донні відкладення, що утворились у річках, після днопоглиблювальних робіт заскладовуються у відвали та представляють собою алювій у вигляді піску різного складу та органічної речовини – мулу. Ці відвали зазвичай розташовані на

березі річки, велика кількість органічної речовини у донних відкладеннях може бути приводом для використання їх у якості добрива для потреб сільського господарства [5].

Але ці відкладення здатні концентрувати різноманітні забруднюючі речовини, зокрема важкі метали. З часом відбувається міграція забруднювачів з відвалів у ґрунти, а з ґрунту – у рослинність. У зв'язку з цим такі донні відкладення можуть бути вторинним джерелом забруднення навколишнього середовища. Крім того, через замулення річки значно підвищується рівень ґрунтових вод, що завдає шкоди житловим будинкам та промисловим об'єктам [6, 7].

Враховуючи викладене вище, для виявлення інтенсивності і масштабу антропогенного впливу на річку, **актуальним** є фізико-хімічне дослідження саме донних відкладень. Воно дозволяє виявити джерела відповідного поверхневого забруднення та вторинного забруднення води з цих відкладень.

Аналіз останніх публікацій

Хімічні елементи в донних відкладеннях у значній мірі знаходяться в рухомій формі і взаємодіють з водною фазою. Вихід металу з водної фази (наприклад, випадіння з розчину в осад) свідчить лише про тимчасове самоочищення водної маси, але не водної системи в цілому. Це підтверджують дослідження [8], в ході яких було помічено, що зменшення вмісту рухомого Fe в донних відкладеннях збігається з його одночасним збільшенням у воді (травень-червень), а в умовах дефіциту кисню в кінці зими та ранньої весни при зниженні вмісту рухомого Pb в донних відкладеннях простежувалось одночасне зростання його у воді внаслідок десорбції.

У самому місті Яремче (Івано-Франківська обл.) та у його околицях немає великих промислових підприємств, тому значних скидань токсичних речовин у каналізацію, тим більше прямо у річку, не відбувається. Проте, з кожним роком у цьому мальовничому куточку Прикарпаття зростає кількість санаторіїв, баз відпочинку, котеджних містечок та просто житлової забудови. Далеко не всі з цих об'єктів житлово-комунальної сфери мають власні очисні споруди, а також центральну каналізацію.

Відповідно, у річку Прут, яка є перлиною цього краю, досить часто потрапляють неочищені стоки, які забруднюють не тільки воду, а й осідають на донних відкладеннях. Про гідрохімічний стан води в р. Прут в околицях м. Яремче автори вже повідомляли у своїх попередніх публікаціях [9, 10 та ін.].

За якістю загальноміських стічних вод постійно стежить ДП «Яремчеводоканал». У розпорядженні цієї організації є сучасна лабораторія, яка регулярно, відповідно до вимог НД,

проводить хімічні аналізи стічних вод, які поступають із міської каналізаційної мережі на очисні споруди (ОС) та на виході з них.

З дозволу керівництва ДП «Яремчеводоканал» ми ознайомились із протоколами аналізів цих стічних вод за останні 3 роки. У табл. 1 наведено усереднені значення основних гідрохімічних параметрів згаданих вод за 2017-2019 р.р.

Таблиця 1

Гідрохімічні показники стічних вод, які скидаються у р. Прут після очищення на очисних спорудах ДП «Яремчеводоканал» (усереднено за 2017-2019 р.р.)

№ з/п	Показник	Розмірність	Роки			ГДК (для рибогосп. кор.)
			2017	2018	2019	
1	Амоній – іон (NH ₄ ⁺)	мг/дм ₃	1,92	1,93	1,88	0,5
2	Нітрити (NO ₂ ⁻)	мг/дм ₃	0,11	0,13	0,12	0,07
3	Нітрати (NO ₃ ⁻)	мг/дм ₃	4,76	4,36	4,21	40
4	Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ₃	24,4	28,9	24,9	300
5	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ₃	27,9	29,4	28,6	100
6	Сухий залишок	мг/дм ₃	206	221	168	не норм.
7	Завислі речовини	мг/дм ₃	12,6	13,3	12,6	15
8	Нафтопродукти	мг/дм ₃	0,04	0,01	0,02	0,05
9	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	мг/дм ₃	0,18	0,17	0,14	0,2
10	Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО/дм ³	23,4	22,3	23,6	15,0
11	Біохімічне споживання кисню (БСК5)	мгО/дм ³	9,9	9,3	9,6	3,0
12	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	мг/дм ₃	0,14	0,16	0,19	0,15

Метою даного дослідження була оцінка антропогенного навантаження на річку Прут на основі комплексного екологічного аналізу стану забруднення донних відкладень цієї річки вище та нижче за течією від м. Яремче.

Методи досліджень

Відбір проб донних відкладень р. Прут здійснювався відповідно до вимог керівного нормативного документа (КНД 211.1.1.106–2003) «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод».

Місця відбору проб донних відкладень у даній статті не збігаються з місцями відбору проб води для гідрохімічних досліджень, вказаних у згаданих вище публікаціях авторів. Це пояснюється значною крутизною берегів та швидкою течією річки. У таких місцях відібрати проби води з берега можна за допомогою довгої жердини, а проби донних відкладень ми відбирали на тих ділянках, де була можливість безпечно зайти у воду хоча б на декілька метрів від берега.

Проби ДВ відбирались у теплу пору року (початок вересня 2020 р.) у 4-х точках (пунктах спостережень). У кожному із вказаних пунктів спостереження відбирались проби пісково-галькових донних відкладень відповідно до діючих нормативних документів (НД). Основну увагу приділено ділянці річки Прут перед місцем скидання у неї очищених стічних вод з ДП «Яремчеводоканал», у місці скидання та за ним.

Для визначення повного комплексу фізико-хімічних показників відібрані проби ДВ пакувались відповідно до встановлених НД вимог і доставлялись у науково-дослідну лабораторію екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (НДЛ ЕБ ЛДУ БЖД). Ця лабораторія атестована на право виконання відповідних вимірювань у системі «Держстандартметрологія» (св. ат. № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.).

Водні витяжки з донних відкладень готували згідно з рекомендаціями відповідних НД у співвідношенні «донні відкладення – вода» як 1:5 у перерахунку на суху масу донних відкладень. Лабораторне визначення гідрохімічних параметрів відібраних проб виконувалось згідно із загальноприйнятими НД і методиками, із використанням повірених засобів вимірювальної техніки (ЗВТ).

Виклад основного матеріалу

Перша точка відбору проб (пункт спостережень) розташована на 100 м вище від виходу труби скидання очищених стічних вод ДП «Яремчеводоканал»; друга – навпроти виходу цієї труби (у місці скидання); третя – бл. 100 м нижче за течією від місця скидання; четверта – бл. 300 м нижче від місця скидання.

Загальна схема району досліджень та місця відбору проб зображені на рис. 1.

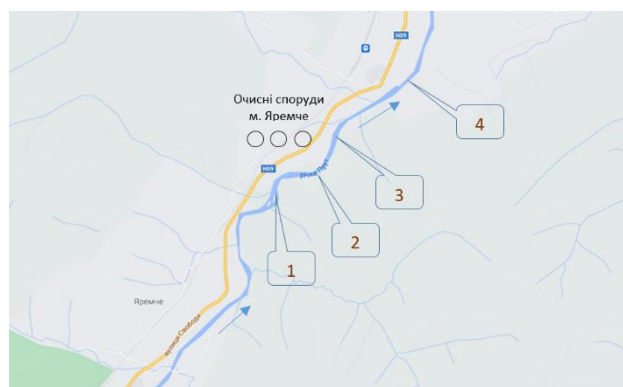


Рисунок 1 – Схема району досліджень та точок відбору проб донних відкладень

Відібрані проби являли собою мулово-піщану суміш із вкрапленнями дрібної гальки. Маса кожної з відібраних проб становила бл. 1 кг. Після доставки у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД вони були доведені до повітряно-сухого стану.

З даних проб було приготовлено водні витяжки, у яких методами хімічного аналізу було визначено вміст основних забруднюючих компонентів. Загалом, у кожній пробі визначали 12 параметрів, але для розкриття теми дослідження було вибрано значення найбільш показових із них. Повні протоколи аналізів автори можуть надати на вимогу.

Частина отриманих результатів (найбільш репрезентативні) представлені у табл. 2. та на рис. 2. З метою більш наочної подачі матеріалу на гістограмі числові значення величини сухого залишку та вмісту нітратів поділені наполовину.

Таблиця 2

Гідрохімічні показники та вміст нафтопродуктів у донних відкладеннях р. Прут

Точка відбору	Вміст компонента, мг/кг						
	pH	Сух. зал.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Нафто-прод.
Перед місцем скидання	8,2	326	28,2	82,1	163,2	12,6	5,6
В місці скидання	8,1	356	31,2	102,5	232,6	16,2	10,2
За місцем скидання (бл. 100 м)	7,8	362	48,6	91,6	328,5	23,1	18,9
За місцем скидання (бл. 300 м)	8,0	346	38,5	83,4	294,1	19,4	9,4

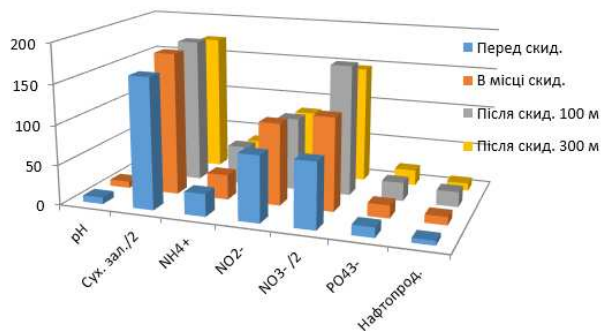


Рисунок 2 – Розподіл основних компонентів-забруднювачів у пробах донних відкладень з річки Прут

Як видно з таблиці та рисунку, перед місцем скидання донні відкладення містять відносно малі кількості компонентів-забруднювачів.

Накопичення у ДВ вище місця скидання стічних вод солей амонію, нітритів та нітратів, які є легкокорозивні, очевидно, пов'язане із значними сорбційними властивостями річкового мулу, який не дає цим іонам вимиватись течією. У річку вони потрапляють, зазвичай, із неконтрольованих каналізаційних споруд (вигрібних ям, септиків), як органічні відходи тваринницьких ферм, змиви з полів тощо.

У місці скидання стічних вод міста вміст цих іонів наростає і досягає максимуму у точці 3 – на відстані бл. 100 м нижче від місця скидання. Далі за течією їх кількість плавно зменшується.

Аналогічний розподіл концентрацій спостерігається і у випадку з фосфатами. Їх джерело потрапляння у річку також, здебільшого, відноситься до житлово-комунальної сфери. Це стосується і проби, відібраної вище місця скидання міських стічних вод, і біля місця скидання, і нижче за течією. Крім того, значний внесок у збільшений вміст фосфатів у пробі № 3 вносять міські стічні води, в яких навіть після очищення концентрація фосфат-іонів залишається досить високою.

Викликає занепокоєння факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Попередні дослідження річки Прут в околицях м. Яремче (2010-2015 р.р.), які виконувало ДП «Яремчеводоканал», не виявляли помітних кількостей нафтопродуктів ні у річковій воді, ні у стічній, ні у ДВ. Очевидно, постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї курортної річки неминує призводити до потрапляння у неї продуктів неповного згорання палива, неконтрольованих його розливів тощо.

Враховуючи те, що досліджувана у даній роботі частина р. Прут протікає по мало урбанізованій території, можна стверджувати, що був виявлений помітний вплив лише міста Яремче на забрудненість донних відкладень у пунктах спостереження. Зокрема, вище місця скидання загальноміських очищених стічних вод стічних вод показники забруднення ДВ відносно невеликі, у

місці скидання дещо вищі, і найбільшого значення вони набирають нижче місця скидання.

Окремо слід сказати про щорічне збільшення кількості розораних земель у долинах гірських річок. Раніше ці землі були повністю вкриті лісом або чагарниками. У наш час, у зв'язку з інтенсивною вирубкою лісів, значно зросли обсяги ґрунтів та гірських порід, які змиваються опадами у річки та осідають разом з ДВ. Завдяки використанню сучасних мінеральних добрив, засобів захисту рослин та пестицидів, кожен клаптик раніше непридатної до сільгоспвиробництва землі у долинах, тепер є повноцінним полем.

Динаміка надходження, накопичення та подальшої трансформації пестицидів у донних відкладеннях річок залежить від сумарної дії таких факторів: гідродинаміка (поверхневі та придонні течії), гранулометричний склад донних відкладень та ін. Негативний вплив пестицидів на екологічний стан річок пов'язаний не тільки з надходженням останніх від сільськогосподарських забруднень агро- та аквашляхами, але і з накопиченням у донних відкладеннях та повторним багаторазовим надходженням з опадів у придонну воду та біоту [11].

Однак, як видно з отриманих числових результатів, така ситуація на дослідженій ділянці річки поки що не є загрозливою. У цілому можна стверджувати, що забрудненість донних відкладень р. Прут в околицях м. Яремче є незначною, і якихось додаткових заходів щодо очищення русла річки не потрібно.

Висновки

1. Лабораторно вивчено хімічний склад донних відкладень р. Прут в околицях м. Яремче: вище місця скидання очищених міських стічних вод, біля місця скидання та нижче за течією.

2. Виділено основні компоненти-забруднювачі, які присутні у цих пробах – сполуки азотної групи, фосфати та нафтопродукти.

3. Показано, що вище за течією від місця скидання очищених стічних вод концентрації солей-забруднювачів біогенної групи формуються від неконтрольованих джерел побутової каналізації.

4. Вище місця скидання загальноміських очищених стічних вод стічних вод показники забруднення донних відкладень відносно невеликі, у місці скидання дещо вищі, і найбільшого значення вони набирають нижче від місця скидання. Цей факт чітко вказує на зростаючий антропогенний вплив прибережних міст на стан річки і цілому, і забруднення донних відкладень, зокрема.

5. Викликає занепокоєння факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Попередні дослідження річки Прут в околицях м. Яремче не виявляли помітних кількостей нафтопродуктів ні у річковій воді, ні у стічній, ні у донних відкладеннях. Очевидно, при-

чиною цього явища є постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї курортної ріки.

Список літератури

1. Коновець І.М., Кіпніс Л.С., Гончарова М.Т., Подругіна А.Б., Ситник Ю.М. Еколого-токсикологічне дослідження рівнів забруднення води та донних відкладень р. Нивка в районі аеропорту «Київ». *Рибогосподарська наука України*. 2013. №2. С. 32-44.
2. Ларина Н.С., Шелпакова Н.А., Ларин С.И., Дунаева А.П. Оценка химико-экологического состояния водоемов по результатам анализа вод и донных отложений. *Успехи современного естествознания*. 2008. № 7. С. 56-58.
3. Андрусишин Т., Грубінко В. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді та донних відкладеннях річки Збруч. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. Випуск 58. С. 165–174.
4. Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року: Закон України від 24.05.2012 № 4836-VI. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T124836.html.
5. Роева Н.Н., Ровинский Ф.Я., Кононов Е.Я. Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах. *Журнал аналитической химии*. 1996. № 4. С. 384-397.
6. Богиня О.С. Хімічний склад донних відкладень річки Саксагань. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. Технічні науки*. 2020. № 36. Т. 1. С. 138-142.
7. Линник П.Н. Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов. *Гидробиологический журнал*. 1999. Т. 35. №2. С. 97-107.
8. Васенко О. Г., Мірошніченко О. П. Оцінка донних відкладень як можливих джерел забруднення водотоків. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. – Х.:Райдер, 2011. Вип. XXXIII. С.123-129.
9. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В., Волощишин А.І. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри річки Прут в околицях міста Яремче. *Екологічна безпека*. 2019. № 1(27). С. 50-57.
10. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. *Вісник ЛДУБЖД*. 2019. № 19. С. 108-114.
11. Мірошніченко О. П. Географічні особливості формування донних відкладень в басейні

р. Сіверський Донець. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2013. № 1-2. С. 81-85.

References

1. Konovets I.M., Kipnis L.S., Goncharova M.T., Podrugina A.B., Sytnik Y.M. (2013). Ecological and toxicological study of water pollution levels and bottom sediments of the Nyvka River near Kyiv Airport. *Fisheries science of Ukraine*. 2, 32-44. (In Ukr.).
2. Larina N.S., Shelpakova N.A., Larin S.I., Dunayeva A.P. (2008). Assessment of the chemical and ecological condition of reservoirs based on the results of analysis of waters and bottom sediments. *Successes of modern natural science*. 7, 56–58. (In Ukr.).
3. Andrusyshyn T., Grubinko V. (2012). Seasonal dynamics of heavy metals in water and bottom sediments of the river Zbruch. *Bulletin of Lviv University. The series is biological*. 58, 165–174. (In Ukr.).
4. On approval of the National target program for the development of water management and ecological rehabilitation of the Dnieper river basin for the period up to 2021: *Law of Ukraine of 24.05.2012 № 4836-VI*; available at: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T124836.html.
5. Roeva N.N., Rovinsky F.Ya., Kononov E.Ya. (1996). Specific features of the behavior of heavy metals in different natural environments. *Journal of Analytical Chemistry*. 4, 384-397. (In Ukr.).
6. Bohynya O.S. (2020). Chemical composition of the bottom sediments of the Saksagan River. *Collection of scientific works of Dnipro State Technical University. Technical sciences*. №36, 1, 138-142. (In Ukr.).
7. Linnik P.N. (1999). Bottom sediments of reservoirs as a potential source of secondary pollution of the aquatic environment by heavy metal compounds. *Hydrobiological journal*. 35, №2, 97-107. (In Ukr.).
8. Vasenko O.G., Miroshnichenko O. (2011). Estimation of bottom sediments as possible sources of water pollution. *Problems of environmental protection and ecological safety*. - Kharkiv: Ryder. Issue XXXIII, 123-129. (In Ukr.).
9. Boychuk, B.Ya., Kuzik, A.D., Sysa, L.V., Voloshchishin, A.I. (2019). Anthropogenic impact on the main hydrochemical parameters of the Prut River in the vicinity of Yaremche. *Ecological safety*. 1(27), 50-57. (In Ukr.).
10. Boychuk, B. Ya., Kuzyk, A.D., Sysa, L.V. (2019). Ecological assessment of water quality in the upper reaches of the Prut River. *Visnyk LDUBZhd*. 19, 108-114. (In Ukr.).
11. Miroshnichenko O.P. (2013). Geographical features of the formation of bottom sediments in the basin of the Siversky Donets. *Man and the environment. Problems of neoeology*. 1-2, 81-85. (In Ukr.).

* Науково-методична стаття