

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ЯК СКЛАДОВА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНУ

Лазуткін М.І., Журавель С.М., Журавель М.О.

Національний університет «Запорізька політехніка»

вул. Жуковського, 64, 69063, м. Запоріжжя

ni\_1646lz@ukr.net, zhuravelsergey87@gmail.com, diplom.opins@gmail.com

Екологічні проблеми Запорізького регіону, посилені кризою, негативно впливають на всі сфери суспільного життя – соціальну, економічну, гуманітарну, політичну, тобто на безпеку життєдіяльності населення регіону в цілому. Питання екологічної безпеки регіону, а саме й безпеки життєдіяльності його населення, є майже критичним та потребує негайного реагування з боку усіх зацікавлених сторін та громадськості.

Для того, щоб реакція на проблему забезпечення екологічної безпеки, а як наслідок і безпеки життєдіяльності населення Запорізького регіону була адекватною та цілеспрямованою, необхідно визначитися з джерелами небезпеки і насамперед з відходами виробничої діяльності підприємств регіону та місцями їхнього розміщення.

На сьогодні у місті відходи розміщуються на наступних полігонах: полігон твердих побутових відходів № 1 (далі – ТПВ № 1) (площа – 47,0707 га), накопичувачвипарювач ПАТ «Мотор Січ» (1,55 га), полігон ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод» (2,5 га). На території балки Середня розташовані ділянки наступних підприємств – користувачів: ПАТ «Запоріжсталь» (3 ділянки загальною площею 112,8 га), ПрАТ «Запоріжжкоч» (45,8 га), ПрАТ «Дніпроспецсталь» (2 ділянки загальною площею 40,69 га), АТ «Запорізький завод феросплавів» (15,5 га) Також, на території міста знаходиться відстійник-шламонакопичувач балка Капустянка (площа – 148,46 га), який входить до комплексу позамайданчикового шламовидалення ПАТ «Запоріжсталь». Однією з основних особливостей індустріального комплексу м. Запоріжжя є масштабність ресурсовикористання і енергетично-сировинної спеціалізації економіки регіону що сприяє значному утворенню і накопиченню відходів виробництва і споживання. І хоч певна частина відходів у процесі виробництва переробляється і використовується в якості вторинних ресурсів, переважна їх кількість нагромаджується на полігонах та у шламонакопичувачах. *Ключові слова:* екологічна безпека, сфери життя, безпека життєдіяльності, полігони відходів, джерела небезпеки, розміщення відходів, вторинні ресурси, шламонакопичувачі.

**Environmental safety of Zaporizhian region as a component of safety of life activities of the population of the region. Lazutkin M., Zhuravel S., Zhuravel M.**

Environmental problems of the Zaporizhian region, exacerbated by the crisis, negatively affect all spheres of public life – social, economic, humanitarian, political, i.e. the safety of life of the population of the region as a whole. The issue of environmental security of the region, namely the security of life of its population, is almost critical and requires immediate response from all stakeholders and the public.

In order to respond to the problem of environmental safety, and as a consequence and the safety of life of the population of Zaporozhe region was adequate and purposeful, it is necessary to determine the sources of danger and especially the waste products of enterprises in the region and their locations.

Today in the city waste is disposed of at the following landfills: solid waste landfill № 1 (hereinafter – SHW № 1) (area – 47,0707 ha), storage-evaporator PJSC «Motor Sich» (1,55 ha), landfill PJSC «Zaporizhzhya Automobile Plant» (2,5 ha). On the territory of the balky Average there are plots of the following user enterprises: PJSC «Zaporizhstal» (3 plots with a total area of 112,8 ha), PJSC «Zaporizhskoks» (45,8 ha), PJSC «Dniprospestal» (2 plots with a total area of 40,69 ha), JSC «Zaporizhzhya Ferroalloy Plant» (15,5 hectares). Also, on the territory of the city there is a settling tank-sludge accumulator of Kapustyanka beam (area – 148,46 ha), which is part of the complex of off-site sludge removal of PJSC «Zaporizhstal». One of the main features of the industrial complex of the city of Zaporozhe is the scale of resource use and energy and raw material specialization of the region's economy, which contributes to the significant formation and accumulation of production and consumption waste. And although some waste in the production process is processed and used as secondary resources, the vast majority of them accumulate in landfills and sludge storage. *Key words:* environmental safety, spheres of life, safety of life, landfills, sources of danger, waste disposal, secondary resources, sludge accumulators.

**Постановка проблеми.** Екологічні проблеми Запорізького регіону, посилені кризою, а саме надзвичайною ситуацією військового характеру, негативно впливають на всі сфери суспільного життя – соціальну, економічну, гуманітарну, політичну, тобто на безпеку життєдіяльності населення регіону в цілому. Питання екологічної безпеки регіону, а саме й безпеки життєдіяльності його населення, є майже критичним та потребує негай-

ного реагування з боку усіх зацікавлених сторін та громадськості.

Для того, щоб реакція на проблему забезпечення екологічної безпеки, а як наслідок і безпеки життєдіяльності населення Запорізького регіону була адекватною та цілеспрямованою, необхідно щоб ця надзвичайна ситуація військового характеру завершилася та визначитися з її наслідками, джерелами небезпеки і насамперед з відходами виробничої

діяльності підприємств регіону та місцями їхнього розміщення.

На сьогодні у місті відходи розміщуються на наступних полігонах: полігон твердих побутових відходів № 1 (далі – ТПВ № 1) (площа – 47,0707 га), накопичувач-випарювач ПАТ «Мотор Січ» (1,55 га), полігон ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод» (2,5 га). На території балки Середня розташовані ділянки наступних підприємств – користувачів: ПАТ «Запоріжсталь» (3 ділянки загальною площею 112,8 га), ПрАТ «Запоріжжкокс» (45,8 га), ПрАТ «Дніпроспецсталь» (2 ділянки загальною площею 40,69 га), АТ «Запорізький завод феросплавів» (15,5 га). Також, на території міста знаходиться відстійник-шламонакопичувач балка Капустянка (площа – 148,46 га), який входить до комплексу позамайданчикowego шламовидалення ПАТ «Запоріжсталь».

Однією з основних особливостей індустріального комплексу м. Запоріжжя є масштабність ресурсовикористання і енергетично-сировинної спеціалізації економіки регіону що сприяє значному утворенню і накопиченню відходів виробництва і споживання. І хоч певна частина відходів у процесі виробництва переробляється і використовується в якості вторинних ресурсів, переважна їх кількість нагромаджується на полігонах та у шламонакопичувачах.

**Актуальність дослідження.** Оскільки причиною більшості випадків з екологічно-небезпечними наслідками є переважно людський фактор, який, як правило, проявляється саме в результаті непоінформованості. Тому в усіх закладах освіти для спеціалістів різних галузей передбачено обов'язкове вивчення дисциплін пов'язаних з екологією.

Світове співтовариство з кожним роком виявляє все більшу зацікавленість в охороні довкілля, забезпечення сталого розвитку країн і регіонів, захисту інтересів майбутніх поколінь. Наближення екологічної кризи вперше відчули промислово розвинуті країни ще у 70-х роках ХХ століття і почали розробляти природоохоронні заходи як законодавчого, так і нормативного характеру, виробили і почали інтенсивно впроваджувати певну стратегію управління навколишнім середовищем.

Для реалізації наміченої стратегії почали розроблятися спеціальні національні стандарти, які визначали єдину методологію її проведення. Міжнародні організації зі стандартизації головну увагу почали звертати не тільки на розроблення стандартів та методів контролю і визначення компонентів навколишнього середовища (повітря, води, ґрунту), а і на розроблення комплексу стандартів системи управління навколишнім середовищем.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Необхідно визначити, що при вивченні навчальних дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист», так і у всіх інших випадках, сучасний стан довкілля

необхідно розглядати як стан глобальної екологічної кризи і що визначальним для людства зараз є формування екологічної свідомості, культури і цілісного екологічного світогляду. Саме тому в освітньому процесі питання екології і виховання разом з розвитком законодавчої бази та законодавчого обмеження рівнів забруднення стали основними напрямками державної екологічної політики. Через це в усіх закладах освіти для спеціалістів різних галузей передбачено обов'язкове вивчення дисциплін пов'язаних з екологією.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел продемонстрував відсутність всеосяжного узагальнюючого методу інтегрального оцінювання екологічного стану територій, що пов'язано насамперед з великою різноманітністю факторів негативного впливу на навколишнє природне середовище. Існуючі на сьогоднішній день розробки з питань методології оцінювання екологічного стану територій загалом базуються на двох наступних підходах: експертному та розрахунковому. Експертний підхід, представлений, зокрема, роботами [1-2], базується на формуванні висновків групою експертів за результатами вивчення великих обсягів вихідних даних. Загальним недоліком подібних методів оцінювання є нехтування граничними значеннями показників, встановленими у нормативних документах, та, як наслідок, відсутність чітко встановлених кількісних значень, які б характеризували перехід територією від одного стану до іншого. Застосування розрахункового підходу дозволяє подолати зазначену проблему, визначаючи деякий узагальнюючий індекс шляхом сумування оцінок за окремими показниками, як правило, з використанням вагових коефіцієнтів [3-4]. Втім, отримані значення індексів є більш придатними для порівняння територій між собою, аніж для визначення абсолютних показників екологічного стану.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** У процесі досліджень було показано вимірювання вмісту різних елементів на полігонах промислових відходів, результати яких наведені у таблиці 1.

З таблиці видно, що максимальний вміст хрому загального у 1,5 рази перевищує ГДК, нікелю – в 1,92 рази, цинку – у 4,8 рази, свинцю – майже в 1,1 рази перевищує ГДК, а максимальний вміст стронцію складає – 21,9 мг/кг і це без ГДК.

Протягом усього періоду промислового розвитку Запорізький регіон України характеризувався високим обсягом викидів і скидів забруднюючих речовин і рівнем промислового забруднення навколишнього середовища.

З початком військових дій, тобто виникненням надзвичайної ситуації воєнного характеру, екологічна ситуація в Запорізькому регіоні продовжує залишатися напруженою та невизначеною.

Таблиця 1

## Вміст різних елементів на полігонах промислових відходів [2]

Показники	К-ть пар точок	Точки заміру в різних полігонах району			ГДК
		мін.	серед.	макс.	
Залізо загальне (мг/кг)	10	2200	3178	3982	–
Марганець (мг/кг)	10	101,1	321,5	428,7	1500
Хром загальний (мг/кг)	10	32,14	98,10	157,8	100
Нікель (мг/кг)	10	38,59	75,40	192,8	80
Цинк (мг/кг)	10	17,52	43,41	97,09	20
Свинець (мг/кг)	10	0	10,45	32,41	30
Мідь (мг/кг)	10	2,900	7,965	10,94	55
Кадмій (мг/кг)	10	0,51	0,54	0,62	0,5
Стронцій (мг/кг)	10	0,20	0,20	21,9	–
Ртуть (мг/кг)	10	0,006	0,325	0,800	2,1
Титан (мг/кг)	10	548,3	1078	1978	–
Ванадій (мг/кг)	10	28,96	73,93	117,3	150
Нафтопродукти (мг/кг)	7	10	50	2270	–
Сірка (мг/кг)	2	4,74	–	21,15	–

**Новизна.** Управлінням якістю навколишнього природного середовища є моніторинг, який виступає важливим інструментом для його ефективного використання. Тому основною метою по управлінню якістю є створення і удосконалення системи попередження про шкідливий вплив забруднювачів на повітря, воду, ґрунт, а також здоров'я і добробут населення. Призначенням моніторингу також є ініціювання заходів управління для захисту, відновлення і збереження якості повітря, води та ґрунту; для управління відповідним використанням токсичних хімікалій, відстеження походження, збереження, транспортування, утилізації і подальшого перерозподілу небезпечних відходів тощо.

Методологічне або загальнонаукове значення. Моніторинг – важливий інструмент для ефективного управління якістю навколишнього природного середовища, тому основною метою є створення і удосконалення системи попередження про шкідливий вплив забруднювачів на повітря, воду, ґрунт, а також здоров'я і добробут населення. Призначенням моніторингу також є ініціювання заходів управління для захисту, відновлення і збереження якості повітря, води та ґрунту; для управління відповідним використанням токсичних хімікалій, відстеження походження, збереження, транспортування, утилізації і подальшого перерозподілу небезпечних відходів тощо.

На жаль, повноцінного моніторингу немає в більшості країн світу, у зв'язку з чим неможливо узагальнити моніторингову інформацію для потреб керування екологічними процесами в біосфері чи соціально-економічними – в соціосфері. Система соціосферного моніторингу чекає свого опрацювання і невідкладної практичної реалізації. Такий моніторинг повинен мати ефективну мережу об'єктних, фонових і наукових станцій, розбудовану систему локальних і регіональних центрів для нако-

пичення, оброблення і передачі інформації до національного центру моніторингу. Але ці дії значно ускладнюються на фоні непередбачуваних наслідків, в період надзвичайної ситуації воєнного характеру.

**Виклад основного матеріалу.** Техногенні аварії та катастрофи, зокрема, аварії на виробництві, пожежі та вибухи, наслідки надзвичайної ситуації воєнного характеру тощо, заслуговують особливої уваги. Слід зазначити, що особливістю надзвичайних ситуацій техногенного та воєнного характеру є не тільки гострота їх прояву, але й особливий характер впливу на природне середовище, який зумовлений утворенням нових речовин-забруднювачів. Всі ці катастрофи і аварії мають комплексний характер впливу на довкілля, який супроводжується забрудненням всіх середовищ. Особливе значення є коли утилізуються відходи металургійного виробництва, коли брак виробництва утилізується прямо у землю на промислових майданчиках підприємств. Нижче приводяться джерела забруднення довкілля від металургійного виробництва.

Металургійний комплекс, що складається із сталеплавильного виробництва, чорної та кольорової металургії, на всіх стадіях впливає на довкілля.

*Сталеплавильне виробництво.* Чавуноплавильні агрегати є одним з основних джерел забруднення атмосфери. В ливарному виробництві повітря забруднюється пилом, окисом вуглецю та сірчаним ангідридом.

При утворенні коксу побічним продуктом є коксовий газ, який потрібно попередньо очистити. Для кращого горіння палива в доменну піч подається додаткове повітря, яке також потребує очищення від шкідливих речовин перед випуском через нижню частину повітрянагрівача в димар.

З усіх пилогазових викидів із сталеплавильних агрегатів найбільша кількість припадає на мартенівські печі. Гази містяться оксид та діоксид вуглецю,

оксиди азоту та сірки, кисень, водень, азот, водяна пара та інші речовини, а мартенівський пил складається в основному з оксидів заліза.

Джерелом надходження пилу в навколишнє середовище є вентиляційні гази підбункерних приміщень доменних цехів. Ці гази містять 2–5 г/м пилу, для очистки від якого використовують електрофільтри. Викиди ливарного двору, які містять пил та гази (CO<sub>2</sub>), також очищуються в електрофільтрах.

Джерелами забруднення стічних вод від доменного виробництва є такі операції: очистка доменного газу, гідравлічне збирання осадженого пилу та просипи в підбункерному приміщенні, грануляція доменного шлаку та розлив чавуну.

Доменне виробництво утворює 1% брухту та відходів від усього металургійного виробництва. Джерелами утворення брухту та відходів головних переробок доменного виробництва є випуск та розлив чавуну на канавах та в чавуновізних ківшах (залишки, брак). Окрім цього ґрунт забруднюється промисловими твердими відходами (чорний метал, шлак, окалина, зола, шлами, флюси).

*Чорна металургія.* Коксохімічне виробництво забруднює атмосферу оксидом та діоксидом вуглецю, оксидом сірки. Завдяки цехам сіркоочистки коксохімічних заводів в атмосферу потрапляють сірчаний газ, сірководень, діоксид азоту, аерозоль сірчаної кислоти. Окрім газів, коксохімічне виробництво викидає в атмосферу велику кількість пилу, що виділяється при розвантаженні вугілля.

Джерелами забруднення повітряного басейну на аглофабриках є агломераційні стрічки, барабанні та чашеві охолоджувачі агломерату, випалювальні печі, вузли пересипки, транспортуванні, сортування агломерату та інших компонентів, що входять до складу шихти. До складу газів входять оксиди сірки та вуглецю, а пил містить залізо і його оксиди, а також оксиди марганцю, магнію, фосфору, кальцію, іноді частинки титану, міді, свинцю.

Виробництво сталі супроводжується виділенням в атмосферу значної кількості газів та пилу, що містить сполуки марганцю, заліза, міді, цинку, кадмію, свинцю та ін. При виплавці високо- та складно-легованих сталей в пил потрапляють також діоксиди кремнію, сполуки сірки, фосфору, оксиди ванадію, сполуки хрому, нікелю, молібдену, селену, телуру та ін. Кількість газів, що утворюються, і вміст в них твердих часток залежить від способу виробництва сталі, використання кисневого дуття та інших факторів.

Навколо металургійних заводів формуються своєрідні техногенні області, в усіх поверхневих утвореннях яких (ґрунті, снігу, воді, рослинності) міститься широкий набір шкідливих речовин, включаючи свинець та ртуть.

Стічні води металургійних заводів містять механічні домішки органічного походження, гідрооксиди металів, стійкі та легкі нафтопродукти, розчинені токсичні сполуки органічного та неорганічного

походження. Стічні води мають приблизно однаковий якісний склад забруднення, однак концентрація забруднюючих речовин змінюється в широкому діапазоні залежно від видів та особливостей технологічних процесів.

Стічні води аглофабрик містять залізо, оксид кальцію, вуглець. На коксохімічних заводах стічні утворюються від хімічних цехів та процесу гасіння коксу. В процесі очистки коксового газу від сірководню утворюється стічні води, в яких містяться феноли, аміак, сірководень, ціаніди, бензолні вуглеводи, що є канцерогенними речовинами.

При технологічних процесах в чорній металургії утворюється велика кількість твердих відходів, які складаються на великих площах та в більшості випадків шкідливо впливають на ґрунт, рослинність, водні джерела та повітряний басейн. Шламо-пилові відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва.

Масові отруєння, що трапляються на хімічному виробництві, залежать від характеру виробництва. Передусім, це важкі ураження значної кількості людей, які перебувають в безпосередній близькості до осередку ураження, у закритому приміщенні та навколо нього. Через відсутність вентиляції забруднених приміщень створюються не вентилявані зони, в яких концентрація токсичних речовин найбільша і люди одержують дуже сильні отруєння. Винесення токсичних речовин у навколишнє середовище призводить до масових уражень населення та біологічного (тваринного) світу.

До найбільш поширених важких промислових отрут відносяться:

- свинець, тетраетилсвинець, ртуть, марганець, берилій;
- подразнюючі гази;
- органічні розчини;

– анілін, нітробензол, тринітротолуол, двохадерні аміносполуки та поліциклічні вуглеці. Найчастіше трапляються випадки масових отруєнь хлором, аміаком, чадним газом та іншими типовими токсичними реагентами подразнювальної, задушливої та загальнотоксичної дії. Переважна більшість хімічних речовин широко використовується в народному господарстві. Вони мають тривалий латентний період дії, що негативно впливає на раннє розпізнавання отруєння та надання невідкладної медичної допомоги.

Роздільне використання відокремлених підходів до контролю за негативним впливом на атмосферу, гідросферу та літосферу не дозволяє організувати комплексний захист довкілля, оскільки до уваги не береться наявність їхніх взаємозв'язків за рахунок переміщення забруднюючих речовин між різними елементами природного середовища. Такий підхід, зокрема, означає звуження завдання захисту довкілля до впровадження заходів зі зниження окремих показників за рахунок перерозподілу факторів негативного впливу на навколишнє середовище між

його елементами без практичного зменшення рівня цього впливу в цілому [6].

Всі ці небезпеки на фоні надзвичайної ситуації воєнного характеру посилюються. Оскільки йде руйнування підприємств та інфраструктури. Відбуваються викиди від вибухів не пов'язаних з виробництвом, що, у свою чергу, впливає на довкілля. Виникнення пожеж призводить до забруднення повітря. Руйнуються цілі екосистеми.

Управлінням якістю навколишнього природного середовища є моніторинг, який виступає важливим інструментом для його ефективного використання. Тому основною метою по управлінню якістю є створення і удосконалення системи попередження про шкідливий вплив забруднювачів на повітря, воду, ґрунт, а також здоров'я і добробут населення. Призначенням моніторингу також є ініціювання заходів управління для захисту, відновлення і збереження якості повітря, води та ґрунту; для управління відповідним використанням токсичних хімікалій, відстеження походження, збереження, транспортування, утилізації і подальшого перерозподілу небезпечних відходів тощо.

Моніторинг як головний інструмент для якісного управління навколишнім природним середовищем проводиться для одержання кількісної інформації щодо поточних рівнів шкідливих чи потенційно шкідливих параметрів якості повітря, води і ґрунту. Інформація, отримана шляхом моніторингу, дає можливість зробити оцінку одержаних збитків забруднення води, повітря і ґрунту, підвищення чи зниження рівнів специфічного забруднення, параметрів і необхідних для виконання заходів управління. Такі оцінки взагалі робляться для порівняння отриманих даних зі стандартами, якими визначені значення специфічних параметрів забруднення, і, у разі їх перевищення, інформування відповідних владних структур

**Головні висновки.** Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» визначає, що вплив на довкілля – це будь-які наслідки діяльності людини на довкілля, в тому числі наслідки для безпечності життєдіяльності людей та їхнього здоров'я, флори, фауни, біо-

різноманіття, ґрунту, повітря, води, клімату, ландшафту, природних територій та об'єктів, історичних пам'яток та інших матеріальних об'єктів чи для сукупності цих факторів, а також наслідки для об'єктів культурної спадщини чи соціально-економічних умов, які є результатом зміни цих факторів [1].

Оцінка впливу на довкілля визначається [1] як процедура, що передбачає:

- підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;
- проведення громадського обговорення;
- аналіз уповноваженим органом інформації, наданої у звіті з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки транскордонного впливу, іншої інформації;
- надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу;
- врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності.

Суб'єктами оцінки впливу на довкілля є суб'єкти господарювання, органи державної влади, органи місцевого самоврядування, які є замовниками планованої діяльності.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Здійснення оцінки впливу на довкілля є обов'язковим у процесі прийняття рішень про провадження планованої діяльності. Така планована діяльність підлягає оцінці впливу на довкілля до прийняття рішення про провадження планованої діяльності [1].

Оцінці впливу на довкілля не підлягає планована діяльність, спрямована виключно на забезпечення оборони держави, ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій, наслідків військових операцій на території України на період її проведення, відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України [1].

### Література

1. Про оцінку впливу на довкілля. : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. Редакція від: 20.08.2021. Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>
2. Денісов Н., Аверін Д. та інші. Аналіз впливу збройного конфлікту. Пріоритети зниження екологічної небезпечності та оздоровлення оточуючої середовища. : Матеріали для Координатора проекту ОБСЄ в Україні. Київ. 2017 URI : [https://www.osce.org/files/f/documents/6/3/362581\\_0.pdf](https://www.osce.org/files/f/documents/6/3/362581_0.pdf)
3. Вамболь С. А., Колосков В. Ю., Деркач Ю. Ф. Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, на основі критерію екологічного резерву. : Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека» № 2, 2017. С. 67–72.
4. Бондаренко В. І., Філоненко О. В. Аналіз накопичування та впливу металургійних шлаків на навколишнє природне середовище. : Збірник наукових праць Національного гірничого університету № 61-07, 2020. С. 78–93. URI : <http://znr.nmu.org.ua/pdf/2020/61/PDF/7.pdf>
5. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека та охорона довкілля : монографія. Київ, Основа, 2012. 514 с.
6. Лазуткін М. І., Журавель С. М., Журавель М. О., Каплуновська А. М. Оцінки екосистеми в найбільш забруднених регіонах України та прогнозування стану довкілля. : Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка № 1(349), Ч. II, 2022. С. 129–139. URI : <http://visnyk.luguniv.edu.ua/index.php/vped/article/view/784/788>