

## ОЦІНКА ЙМОВІРНИХ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА ЗДІЙСНЕННЯ ПЛАНУ ДІЙ З РЕАЛІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ У КРИВОРІЗЬКОМУ ПРОМИСЛОВОМУ РЕГІОНІ

Бондар О.І., Риженко Н.О., Салій І.В.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net

Одним із найбільш вагомим чинників забруднення навколишнього середовища у Кривому Розі є значна кількість промислових об'єктів, унаслідок діяльності яких утворюється багато відходів. Подальше накопичення металургійних шлаків як відходів завдає серйозної шкоди довкіллю і здоров'ю людини. Вони займають величезні площі, забруднюють токсичними речовинами компоненти екосистеми, підвищують собівартість готової продукції підприємств через значні витрати на їх транспортування, розміщення і зберігання. Використання металургійних шлаків як заміника природних дорожньо-будівельних матеріалів може вирішити одне з найактуальніших екологічних прикладних завдань та забезпечити зниження обсягів відходів – шлакових відвалів, сприяти збереженню природних ресурсів, скоротити забруднення атмосферного повітря й утворення кислотних опадів, уникнути зміни гідрохімічного режиму водних об'єктів регіону та ґрунтових вод, мінімізувати вплив на гідробіотів, вивільнити площі від відходів, зменшити вплив на структурні елементи ландшафту і мінімізувати формування нових штучних позитивних форм рельєфу під час роботи металургійних підприємств. Прогнозується ймовірне зниження інтенсивності накопичення та міграції у ґрунтовому профілі токсичних сполук зі шлаків, а також зменшення втрат родючості ґрунту, що спрямовано на збереження біопродуктивності флори та фауни і зменшення інтенсивності втрат біорізноманіття, підтримання територіальної та компонентної екологічної рівноваги. Позитивний вплив на здоров'я людини варто очікувати через зниження емісій поллютантів у повітря, води і продукти харчування, оскільки забруднення елементів екосистеми призводить до надходження токсикантів у трофічні ланцюги, останньою ланкою яких є людина. *Ключові слова:* промислові відходи, металургійні шлаки, вплив на довкілля, забруднення.

**Assessment of environmental impacts of the action plan implementation of the industrial waste using in Kryvyi Rih region.**  
**Bondar O., Ryzhenko N., Saliy I.**

One of the most important factors of environmental pollution in Kryvyi Rih is the large number of industrial facilities generated a great amount of waste. Further accumulation of metallurgical slag as waste will lead to occupy larger areas and will cause serious damage to the environment and human health. Slags could impact all components of ecosystems with toxic substances and requires high cost transportation and storage. The technologies implementation of the use of metallurgical slag will lead to reduce the volume of slag dumps, as well as contribute to the preservation of natural resources used for the production of traditional building materials. As a result, the load on the environment components from emissions of toxicants and other hazardous effects will be considerably reduced. This will lead to significant positive changes for both public health and biota. The positive effect of the using of metallurgical simlag as an alternative road construction material will be associated with decreasing air pollution, as well as reducing of risk for aquatic ecosystems, and minimization changes in the hydrochemical regime of water in the region. One of the most positive effects of the using of slag is the releasing of land from waste as well as reducing the impact on the landscape elements and minimizing the formation of new artificial positive landforms in the operation of metallurgical enterprises. A probable decrease in the intensity of accumulation of toxic slag compounds in soils is predicted. One of the key effects is to support the bioproductivity and reduce the intensity of biodiversity loss due, in particular, to the contamination of the soil-plant system. A positive impact on human health should be expected through the reduction of air, water and food pollution. *Key words:* industrial waste, metallurgical slag, environmental impact, pollution.

**Постановка проблеми.** Вагомим чинником забруднення навколишнього середовища і негативного впливу на всі компоненти довкілля є наявність численних промислових об'єктів у Кривому Розі, які утворюють великі обсяги відходів. Це відходи видобутку і збагачення залізної руди: розкриті та пусті породи, хвости збагачення, відходи металургійного виробництва – шлаки доменні, сталеплавильні, шлами, окалина тощо [1–4]. За даними головного управління статистики у Дніпропетровській області,

станом на 1 січня 2016 р. промисловими підприємствами Кривого Рогу накопичено приблизно 9,8 млрд тонн промислових відходів, або 95% усіх відходів Дніпропетровської області, які заскладовані на величезних площах у відвалах та хвостосховищах [5; 6]. Найбільшу питому вагу (96,8%) становлять відходи гірничо-металургійної промисловості. На підприємствах України загалом накопичено 240 млн тонн шлаків, 128 із яких сталеплавильні [7–9]. Подальше накопичення металургійних шлаків як відходів зав-

даватиме серйозної шкоди довкіллю і здоров'ю людини через забруднення токсичними речовинами компонентів екосистеми, підвищення собівартості готової продукції підприємств за значних витрат на їх транспортування, розміщення і зберігання. Перспективним напрямом поведінки із промисловими відходами на гірничорудних підприємствах міста має бути перехід від їх видалення у спеціально відведених місцях чи об'єктах (відвали, хвостота шламосховища) до комплексного промислового перероблення, повторного використання й утилізації, зокрема як будівельних матеріалів. Саме технології переробки й утилізації промислових відходів дозволять значно зменшити обсяги відходів, що розміщуються в навколишньому природному середовищі.

Основну частину відходів металургійних підприємств становлять шлаки, які є багатокомпонентними системами і складаються із продуктів високотемпературної взаємодії руди, порожньої породи, флюсів, палива та штучних мінералів, містять оксиди ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , рідше  $\text{ZnO}$ ) змінного складу. Вони є нестійкими в довкіллі, а в разі відкритого способу складування відвалів шлак стає джерелом забруднення атмосфери через емісію забруднюючих речовин у повітря, об'єкти гідросфери і ґрунт, впливає на стан флори, фауни і здоров'я людей [2; 3]. У зв'язку

із цим дослідження ймовірних наслідків використання шлаків як відходів для компонентів довкілля є важливим екологічним прикладним завданням.

**Мета дослідження** – оцінити ймовірні впливи на довкілля за здійснення плану дій із реалізації використання металургійних шлаків у Криворізькому регіоні.

**Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями.** Дослідження виконано в рамках НДР «Розроблення екологічно прийнятних технологій поведінки з відходами гірничорудної та металургійної промисловості» за номером державної реєстрації 0120U101148.

**Матеріали і методи.** Шлак є металургійним розплавом (після твердіння – каменевидна або склоподібна речовина), що покриває поверхню рідкого металу під час металургійних процесів – плавка сировини, обробка розплавлених проміжних продуктів і рафінування металів. Як сплав оксидів змінного складу шлак головним компонентом має кислотний оксид  $\text{SiO}_2$  і основні оксиди  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ , а також амфотерні  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (табл. 1).

Значно впливають на довкілля побічні, кумулятивні, синергетичні, коротко-, середньо- та довгострокові, постійні та тимчасові, позитивні та негативні наслідки [10–12]. До критеріїв визначення

Таблиця 1

Хімічний склад шлаків ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Компоненти	Шлак відвальний доменний						Шлак сталеплавильний перероблений					
	Фракція >70 мм	Фракція 40-70 мм	Фракція 20-40 мм	Фракція 10-20 мм	Фракція 5-10 мм	Фракція 0-5 мм	Фракція >70 мм	Фракція 40-70 мм	Фракція 20-40 мм	Фракція 10-20 мм	Фракція 5-10 мм	Фракція 0-5 мм
$\text{SiO}_2$	0,396	0,3916	0,3938	0,3941	0,3939	0,3937	0,166	0,2538	0,2529	0,2532	0,2449	0,2976
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,0687	0,0692	0,0679	0,0686	0,0686	0,0643	0,0227	0,0273	0,0407	0,0402	0,036	0,0452
$\text{CaO}$	0,4756	0,4651	0,4649	0,4619	0,4665	0,4725	0,3633	0,4453	0,4635	0,4352	0,4295	0,3553
$\text{MnO}$	0,0031	0,0042	0,004	0,0038	0,0042	0,0037	0,0461	0,0641	0,0481	0,0592	0,0528	0,0411
$\text{MgO}$	0,0498	0,0625	0,0597	0,0617	0,0588	0,053	0,0389	0,0486	0,0518	0,0583	0,0594	0,0803
S	0,0082	0,0094	0,0098	0,0099	0,0092	0,01	0,0061	0,0053	0,0056	0,0055	0,0057	0,006
$\text{TiO}_2$	0,0022	0,0025	0,0024	0,0025	0,0026	0,24	0,0033	0,0038	0,006	0,0042	0,0043	0,0049
Fe	0,0086	0,0054	0,0083	0,0086	0,0056	0,0103	0,385	0,1914	0,1655	0,1695	0,1923	0,1703

ймовірної суттєвості впливу, наведених у Додатку II Директиви про Стратегічну екологічну оцінку, віднесено: характеристику впливу та району, на який, імовірно, буде здійснено вплив, зважаючи, зокрема, на: імовірність, тривалість, частоту та зворотність впливу; кумулятивний характер впливу; транскордонний характер впливу; ризики для здоров'я людей та довкілля (наприклад, унаслідок аварійних ситуацій); силу та просторове охоплення впливу (географічна зона та чисельність населення, які можуть зазнати впливу); цінність і вразливість району, який може зазнати впливу, щодо особливих природних характеристик або культурної спадщини; перевищення стандартів якості довкілля або граничних показників впливу; інтенсивність землекористування; вплив на райони та місцевості, які мають визнаний охоронний статус на національному, міжнародному рівнях.

**Оцінка ймовірних значних впливів на довкілля, зокрема здоров'я населення, у процесі здійснення плану дій із реалізації використання відходів у Криворізькому промисловому регіоні.**

*Клімат і якість повітря.* Вплив на клімат визначатиметься зменшенням теплого ефекту від утворення відвалів, що супроводжуватиметься виникненням парникового ефекту. Безперечний позитивний вплив використання металургійних шлаків як альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів буде пов'язаний зі зменшенням забруднення атмосферного повітря в місцях відвалів. У разі використання шлаків як відходів зменшиться забруднення атмосферного повітря внаслідок відсутності емісії поллютантів в атмосферне повітря у процесі висипання металургійних шлаків із кузова автомобіля та в період знаходження їх у відвалах. За умови використання металургійних шлаків як альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів не буде викидів в атмосферне повітря оксидів сульфуру з відвалів, які в разі сполучення з водяною парою в атмосфері утворюють аерозолі сульфатної, сульфітної кислоти, що призводить до випадання кислотних опадів. Зменшення в атмосфері значних концентрацій забрудників сприятиме поліпшенню прозорості атмосфери та, за певних умов, зменшить утворення смогу. Таблиця 2 містить параметри ймовірних впливів на атмосферне повітря та клімат використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві.

*Поверхневі та підземні води.* Використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві матиме значний позитивний вплив на поверхневі та підземні води на локальному та регіональному рівнях. Значний позитивний вплив на якість поверхневих вод унаслідок уникнення зміни фізико-хімічних властивостей поверхневих вод (вилуговування до рН 10,4–11,0 або підкислення до рН 4,4) відбувається через вимивання хімічних речовин із шлаків

у відвалах Криворіжжя. Прогнозується ймовірне зменшення небезпеки зростання хімічних сполук зі шлаків ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Al, Cl,  $\text{SO}_4$ , NOx,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ ) під час змиву їх із поверхні відвалу, що є шкідливим для гідробіотів водних екосистем, уникнення зміни гідрохімічного режиму водних об'єктів Криворізького регіону внаслідок вимивання цих хімічних сполук із відвалів. Може зменшитися негативний вплив щодо обсягів надходження поверхневого стоку до водотоків і дренажних систем унаслідок порушення ґрунтового покриву. Головним позитивним ефектом використання шлаків-відходів є підтримання територіальної та компонентної екологічної рівноваги стану річок та ставків Криворіжжя, адже зменшення накопичення та впливу токсичних речовин у шлаках як відходах буде спричиняти зменшення енергетичного дисбалансу гідроекосистем. Водночас знижуватиметься вплив на ресурс підземних вод унаслідок зменшення порушення ґрунтового покриву й уникнення погіршення якості підземних вод унаслідок надходження забрудників у підземні води (табл. 3).

*Ландшафти і ґрунти.* Використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві матиме значний позитивний вплив на ландшафти і ґрунти на локальному та регіональному рівнях. Одним із найбільш позитивних ефектів від використання шлаків як альтернативного заміника будівельних матеріалів є вивільнення площ від відходів. Також зменшиться вплив на функціонування ландшафтоутворювальних чинників. Позитивних змін загалом варто очікувати в результаті зменшення впливу на структурні елементи ландшафту і, як наслідок, зниження впливу на його матеріально-енергетично-інформаційний баланс. Прогнозуються запобігання формуванню нових штучних позитивних форм рельєфу під час роботи металургійних підприємств та мінімізація знищення елементарних морфологічних одиниць ландшафту (фацій) у результаті зникнення необхідності складування відходів у відвалах. Відбудеться покращення фізіономічних характеристик ландшафту у зв'язку з ліквідацією шлаків у відвалах техногенного ландшафту, а також поліпшення якості земель у зоні відвалів після змиву з них токсичних порід, видування пилу, зниження інтенсивності накопичення у ґрунтах токсичних сполук зі шлаків. Очікувано зменшиться інтенсивність забруднення та міграції поллютантів за ґрунтовым профілем та інтенсивність засолення й осолонцювання різних типів ґрунтів унаслідок високої мінералізації вод через вимивання хімічних речовин із шлаків. Імовірним є зменшення інтенсивності знищення родючого шару ґрунту в результаті ліквідації відвалів та утилізації шлаків як відходів. Таблиця 4 містить параметри ймовірних впливів використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві на ландшафти та ґрунти.

Таблиця 2

## Клімат і якість повітря

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Прямий чи опосередкований; далекосяжний, кумулятивний	Імовірність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Тривалість (довга / середня / коротка) (Д/С/К)	Незворотний / зворотний. Тимчасовий / постійний	Інтенсивність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Просторове охоплення та транскордонний статус	Позитивний, негативний	Значний (так / ні)
Клімат	Відсутність теплового забруднення від відвалів у металургійному виробництві внаслідок утилізації шлаків як відходів Криворіжжя.	Прямий.	В	Д	Незворотний, постійний.	Н	Локальний	Позитивний	Так
	Утворення островів тепла від наявності доріг, у яких використано шлаки як альтернативні дорожньо-будівельні матеріали.	Опосередкований, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	Н	Локальний	Негативний	Так
Якість повітря	Емісії забрудників в атмосферне повітря у процесі висипання металургійних шлаків із кузова автомобіля під час виробництва дорожньо-будівельних матеріалів.	Прямий, кумулятивний.	В	К	Незворотний, тимчасовий	Н	Локальний	Негативний	Ні
	Зменшення створення кислотних дощів у Криворізькому регіоні.	Прямий, далекосяжний, кумулятивний.	С	Д	Зворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Ні
	Поліпшення прозорості атмосфери та запобігання створенню смогу.	Прямий, далекосяжний, кумулятивний.	С	С	Зворотний, тимчасовий	С	Локальний	Позитивний	Так
	Зменшення забруднення атмосфери внаслідок пилозотворення через здування пилу з поверхні відвалів у Криворіжжі.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Зворотний, постійний.	В	Регіональний	Позитивний	Так
	Емісії забрудників в атмосферне повітря в результаті будівництва й експлуатації дороги.	Опосередкований, кумулятивний.	Н	К	Незворотний, тимчасовий.	Н	Локальний	Негативний	Ні

Таблиця 3

Поверхневі та підземні води

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Прямий чи опосередкований; далекосяжний, кумулятивний	Імовірність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Тривалість (довга / середня / коротка) (Д/С/К)	Незворотний / зворотний. Тимчасовий / постійний	Інтенсивність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Просторове охоплення та транскордонний статус	Позитивний, негативний	Значний (так / ні)
Якість поверхневих вод	Уникнення зміни фізико-хімічних властивостей поверхневих вод (вилугочування до рН 10,4-11,0 або підкислення до рН 4,4) внаслідок вимивання хімічних речовин із шлаків у відвалах Криворіжжя.	Прямий, далекосяжний, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зміна рН поверхневих вод унаслідок вимивання сполук із дорожньо-будівельних матеріалів під час експлуатації доріг.	Опосередкований, кумулятивний.	Н	К	Незворотний, тимчасовий.	Н	Локальний	Негативний	Ні
	Вимивання хімічних сполук-домішок із дорожньо-будівельних матеріалів, виготовлених зі шлаків, під час експлуатації доріг.	Опосередкований, кумулятивний.	Н	К	Незворотний, тимчасовий.	Н	Локальний	Негативний	Ні
	Зменшення небезпеки зростання хімічних сполук шлаків ( $Fe^{2+}$ , $Al$ , $Cl$ , $SO_4$ , $NO_x$ , $PO_4$ , $NH_4$ тощо) у разі змиву їх із поверхні відвалу, що є шкідливим для гідробіотів водних екосистем.	Прямий Далекосяжний	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
Ресурси поверхневих вод	Запобігання зміні гідрохімічного режиму водних об'єктів Криворізького регіону внаслідок вимивання хімічних сполук ( $Fe^{2+}$ , $Al$ , $Cl$ , $SO_4$ , $NO_x$ , $PO_4$ , $NH_4$ ) із відвалів.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення негативних впливів щодо обсягів надходження поверхневого стоку до водотоків і дренажних систем унаслідок порушення ґрунтового покриву	Прямий	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
Водні екосистеми	Використання водних ресурсів для виробництва дорожньо-будівельних матеріалів зі шлаків як відходів.	Прямий, кумулятивний.	В	К	Незворотний, тимчасовий.	Н	Локальний, регіональний.	Негативний	Так
	Зменшення порушення територіальної та компонентної екологічної рівноваги стану річок та ставів Криворіжжя.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Регіональний	Позитивний	Так
Ресурси підземних вод	Зниження впливу на ресурс підземних вод у результаті зменшення порушення ґрунтового покриву.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Регіональний	Позитивний	Так

Продовження таблиці 3

Якість підземних вод	Уникнення погіршення якості підземних вод унаслідок надходження забрудників у підземні води.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Регіональний	Позитивний	Так
	Забруднення ґрунтових вод хімічними речовинами внаслідок їх інфільтрації та міграції за ґрунтовим профілем у разі використання шлаків як дорожньо-будівельного матеріалу.	Опосередкований, кумулятивний.	Н	К	Незворотний, постійний.	Н	Локальний	Негативний	Ні

Таблиця 4

## Ландшафти і ґрунти

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Прямий чи опосередкований; далекосяжний, кумулятивний	Імовірність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Тривалість (довга / середня / коротка) (Д/С/К)	Незворотний / тимчасовий / постійний	Інтенсивність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Просторове охоплення та транскордонний статус	Позитивний, негативний	Значний (так / ні)
Ландшафти	Збільшення земельних угідь унаслідок уникнення створення відвалів металургійних підприємств.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Зворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення впливу на енергетичний баланс (упорядкованість) ландшафту внаслідок утилізації відходів; зменшення впливу на функціонування ландшафтоутворюювальних чинників.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Уникнення створення нових штучних позитивних форм рельєфу під час роботи металургійних підприємств; зменшення ступеня трансформації ландшафту.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Уникнення знищення елементарних морфологічних одиниць ландшафту (фаці) унаслідок зникнення необхідності складування відходів у відвалах.	Прямий, далекосяжний, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Знищення елементарних морфологічних одиниць ландшафту під час побудови дороги.	Опосередкований, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Негативний	Так
	Вплив на екологічну рівновагу дорожнього полотна за його експлуатації.	Опосередкований, кумулятивний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Регіональний	Негативний	Так
	Втрата естетичної цінності ландшафту в результаті побудови й експлуатації дороги.	Опосередкований, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Негативний	Так
	Збереження природних ресурсів для виробництва дорожньо-будівельних матеріалів.	Опосередкований, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний, національний.	Позитивний	Так
	Покращення фізіономічних характеристик ландшафту у зв'язку з утилізацією шлаків у відвалах.	Прямий, далекосяжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так

Продовження таблиці 4

Утворення антропогенних (ендемі) геохімічних аномалій	Зменшення погіршення якості земель у зоні відвалів через змив із них токсичних порід та видування пилу.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зниження інтенсивності накопичення у ґрунтах токсичних сполук зі шлаків.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення інтенсивності міграції полугантів за ґрунтовим профілем.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення інтенсивності заселення й осолонцювання різних типів ґрунтів унаслідок високої мінералізації вод.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення інтенсивності знищення плодоносного шару ґрунту.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так

Таблиця 5

**Рослинний і тваринний світ**

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Прямий чи опосередкований; далекосязжний, кумулятивний	Імовірність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Тривалість (довга / середня / коротка) (Д/С/К)	Незворотний / зворотний. Тимчасовий / постійний	Інтенсивність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Просторове охоплення та транскордонний статус	Позитивний, негативний	Значний (так / ні)
Рослинний і тваринний світ	Зменшення загинелі лісів (збіднення видового складу, зниження продуктивності, руйнування хлорофілу, вимивання біогенів, пошкодження коренів) унаслідок кислотних дощів.	Опосередкований, далекосязжний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення заростання водойм водоростями внаслідок надходження біогенних сполук зі шлаків та порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців річок і озер.	Прямий, далекосязжний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення втрати врожайності агрокультур на територіях, які прилягають до металургічних підприємств, унаслідок порушення гідрологічного ґрунту.	Прямий, далекосязжний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення впливу на біоту через забруднення повітря, води та їжі.	Прямий, далекосязжний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зменшення порушення міграційних коридорів видів тварин на території розміщення відвалів металургічних підприємств.	Прямий, далекосязжний.	С	С	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
Підтримання біопродуктивності флори та фауни.	Прямий, кумулятивний.	С	С	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так	

Продовження таблиці 5

Зменшення інтенсивності втраг біорізноманіття через знищення ареалів видів.	Прямий, кумулятивний.	С	С	С	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
Зменшення інтенсивності засилля інвазійними видами та синантропізації фітоценозів.	Опосередкований, кумулятивний.	С	С	С	Зворотний, постійний.	С	Локальний	Позитивний	Так
Втрата частин ареалів видів унаслідок побудови й експлуатації доріг.	Опосередкований, кумулятивний.	В	К	К	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Негативний	Так

Таблиця 6

## Здоров'я населення

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Прямий чи опосередкований; далекосяжний, кумулятивний	Імовірність (висока / середня / низька) (В/С/Н)	Тривалість (довга / середня / коротка) (Д/С/К)	Незворотний / зворотний. Тимчасовий / постійний	Інтенсивність (висока / Середня / низька) (В/С/Н)	Просторове охоплення та транскордонний статус	Позитивний, негативний	Значний (так / ні)
Здоров'я населення	Зменшення впливу на здоров'я людини через забруднення повітря, води і продуктів харчування.	Прямий, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний, національний.	Позитивний	Так
	Зменшення порушень серцево-судинної діяльності й отруєння дихальних шляхів організму сполуками, що утворюються внаслідок смогу.	Прямий, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, тимчасовий.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зниження рівня захворювання легень унаслідок тривалого попадання в легені виробничого пилу (пневмокніози).	Прямий, кумулятивний.	В	Д	Незворотний, постійний.	В	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Зниження шумового забруднення від експлуатації устаткування на підприємстві.	Прямий, кумулятивний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний	Позитивний	Так
	Зменшення ступеня захворюваності, травматизму і смертності на виробництві.	Прямий	С	С	Незворотний, постійний.	С	Локальний	Позитивний	Так
	Онкозахворювання	Опосередкований, кумулятивний.	С	Д	Незворотний, постійний.	С	Локальний, регіональний.	Позитивний	Так
	Шумове забруднення від виробництва будівельних матеріалів із шлаків металургійних підприємств та за побудови й експлуатації доріг.	Опосередкований, кумулятивний.	С	К	Зворотний, тимчасовий.	С	Локальний	Негативний	Ні
	Вплив на здоров'я людини через забруднення повітря, води і продуктів харчування в разі виробництва будівельних матеріалів зі шлаків.	Опосередкований, кумулятивний.	Н	К	Зворотний, тимчасовий.	Н	Локальний	Негативний	Ні



*Рослинний і тваринний світ.* Використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві матиме значний позитивний вплив на рослинний і тваринний світ на локальному та регіональному рівнях. Передбачається зменшення заростання водоїм водоростями внаслідок надходження біогенних сполук зі шлаків та порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя гідробіонтів. Імовірним є зменшення втрати врожайності агроценозів на територіях, які прилягають до металургічних підприємств, унаслідок порушення функціонування ґрунтів, а також впливу на біоту через забруднення повітря, води та їжі. Передбачається також зменшення порушення міграційних коридорів видів тварин на території розміщення відвалів металургійних підприємств. Одним із важливих позитивних ефектів є підтримання біопродуктивності флори та фауни і зменшення інтенсивності втрат біорізноманіття завдяки знищенню ареалів видів. У зв'язку з ліквідацією відвалів та утилізацією шлаків буде відбуватись зменшення синантропізації фітоценозів. Проте ймовірно є втрата частин ареалів видів унаслідок побудови й експлуатації доріг і роботи переробних підприємств (табл. 5).

*Здоров'я населення.* Використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві матиме значний позитивний вплив на здоров'я населення. Найбільш вірогідним позитивний вплив на здоров'я людини буде виявлятися через зменшення забруднення повітря, води і продуктів харчування, адже забруднення елементів екосистеми призводить до надходження токсикантів у трофічні ланцюги, останньою ланкою яких є людина. Через забруднення токсикантами виникають бластомогенні, ембріотоксичні тератогенні негативні ефекти. Зменшення забруднення позитивно впливатиме на перебіг вагітності, функціонування дитячого і дорослого організму. Очікується зменшення опосередкованого впливу смогу на серцево-судинну діяльність, а також прямий вплив токсикантів на дихальні шляхи. Прогнозується зменшення ризику рівня захворювання легень унаслідок тривалого надходження в них виробничого пилу (пневмокоіозу). Зниження шумового забруднення від експлуатації устаткування на підприємстві приведе до зменшення втомлюваності, нервових виснажень та розладів, а також гормональних дисбалансів. Таблиця 6 містить параметри ймовірних впливів використання металургійних шлаків як заміника природних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві на здоров'я населення.

**Головні висновки.** Одним із найбільш вагомих чинників забруднення навколишнього середовища і негативного впливу на всі компоненти довкілля є велика кількість промислових відходів, зокрема шлаків металургійних підприємств. У разі відкритого способу складування відвалів шлак є джерелом забруднення атмосфери через емісію забруднюючих речовин у повітря, об'єкти гідросфери і ґрунт, впливає на стан флори, фауни і здоров'я людей.

Зменшення обсягів металургійних шлаків у відвалах підприємств Кривого Рогу приведе до поліпшення екологічного стану регіону. Позитивний вплив використання металургійних шлаків як альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів буде пов'язаний зі зменшенням забруднення атмосферного повітря, небезпеки зростання хімічних сполук, які входять до складу шлаку ( $Fe^{2+,3+}$ , Al, Cl,  $SO_4$ , NOx,  $PO_4$  та інших), у разі змиву їх із поверхні відвалу, що є шкідливим для гідробіонтів водних екосистем, а також уникнення зміни гідрохімічного режиму й евтрофікації водних об'єктів Криворізького регіону внаслідок вимивання цих хімічних сполук із відвалів. Одним із найбільш позитивних ефектів від використання шлаків як альтернативного заміника будівельних матеріалів є вивільнення площ від відходів. Позитивні зміни загалом очікуються в результаті зменшення впливу на структурні елементи ландшафту і, як наслідок, зменшення впливу на матеріально-енергетично-інформаційний баланс ландшафту. Прогнозується уникнення формування нових штучних позитивних форм рельєфу під час роботи металургійних підприємств та мінімізація знищення елементарних морфологічних одиниць ландшафту (фацій) у результаті зникнення необхідності складування відходів у відвалах. Прогнозується ймовірне зниження інтенсивності накопичення у ґрунтах токсичних сполук зі шлаків. Вірогідне зменшення інтенсивності забруднення та міграції поллютантів за ґрунтовим профілем та інтенсивності засолення й осолонцювання різних типів ґрунтів унаслідок високої мінералізації вод через вимивання хімічних речовин із шлаків. Одним із ключових позитивних ефектів є підтримання біопродуктивності флори та фауни і зменшення інтенсивності втрат біорізноманіття через знищення ареалів видів та забруднення системи «ґрунт – рослина». Позитивний вплив на здоров'я людини буде виявлятися через зменшення забруднення повітря, води і продуктів харчування, оскільки забруднення елементів екосистеми призводить до надходження токсикантів у трофічні ланцюги, останньою ланкою яких є людина.

### Література

1. Губіна В.Г., Горлицький Б.О. Проблема залізовмісних відходів гірничо-металургійного комплексу України – системний підхід. *Екологічний вісник*. 2008. № 3. С. 26–28.
2. Спільник Н.В. Негативний вплив шлаків на навколишнє середовище. URL: [http://www.rusnauka.com/9\\_SNP\\_2015/Ecologia/2\\_190025.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_SNP_2015/Ecologia/2_190025.doc.htm).
3. Макарова В.М. Вплив шлакових відвалів на стан навколишнього природного середовища Дніпропетровського району. URL: [http://www.rusnauka.com/17\\_AVSN\\_2012/Ecologia](http://www.rusnauka.com/17_AVSN_2012/Ecologia).

4. Кірнос В.М., Кравчуновська Т.С., Радіонов М.О. Сучасний стан, досвід і проблеми використання відходів промисловості. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин* : збірник наукових праць. Київ : Київський національний технічний університет будівництва і архітектури, 2002. Вип. 10. С. 15–18.
5. Екологічний паспорт міста Кривий Ріг. Кривий Ріг, 2016, 56 с.
6. Регіональна доповідь 2018 / Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської ОДА. 2019, 319 с.
7. Носков В.А., Макогон В.Ф. Состояние и перспективы утилизации железосодержащих отходов в металлургическом производстве Украины. *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2001. № 4. С. 98.
8. Использование отходов металлургических предприятий в строительной индустрии / Г.М. Каненко и др. *Экология и промышленность*. Харьков, 2005. № 1 (2). С. 41.
9. Крюковська Л.І., Скорченко В.Ф. Методи дослідження технічних характеристик шлаків для дорожнього будівництва. *Екологія промислових підприємств. Проблема утилізації відходів* : праці Міжнародної науково-технічної конференції, 13–17 вересня 2004 р., м. Ялта. Київ : Знання, 2004. 116 с.
10. Protocol on Strategic Environmental Assessment to the convention on environmental impact assessment in a transboundary context. URL: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/legaltexts/protocolenglish.pdf>.
11. Второй обзор осуществления Протокола по стратегической экологической оценке (2013–2015 гг.) / Европейская экономическая комиссия, United Nations. 2017. 46 с.
12. Directive 2001/42/EC on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment (SEA Directive). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32001L0042>.