
ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 332.2

DOI <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.4.17>

Качановський О.І.
заступник директора з виробничої роботи,
ВСП «Рівненський коледж
Національного університету біоресурсів
і природокористування України»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-8089>

Kachanovskyi Oleh
Rivne College of National University
of Bioresources and Nature Management of Ukraine

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

THEORETICAL FUNDAMENTALS OF DISTURBED LANDS REVEGETATION

Інтенсивне видобування корисних копалин зумовило істотне виснаження природних ресурсів, зокрема у гірничодобувних регіонах протягом останніх десятиліть техногенно-екологічні проблеми набули масштабного характеру, серед яких необхідно виділити високий ступінь техногенних навантажень та забруднення довкілля, активізацію і розвиток небезпечних геологічних процесів, порушення гідрогеологічних умов. В Україні виникає потреба вирішення низки питань щодо формування та ефективного використання земельних ресурсів в умовах інтенсивного видобутку корисних копалин як на загальнодержавному, так і на регіональному рівнях. Ситуація у видобувній промисловості складна і вимагає комплексного підходу для забезпечення високого рівня економічної безпеки і збалансованого розвитку країни. У статті розглянуто питання класифікації порушених земель та особливостей рекультивациі як основного заходу відновлення ландшафтів. Також приділено увагу проблемі рекультивациі земель, яка недостатньо врегульована чинним законодавством.

Ключові слова: порушені землі, рекультивациа земель, реабілітациа земель, класифікаціа порушених земель.

Интенсивная добыча полезных ископаемых обусловила существенное истощение природных ресурсов, в частности в горнодобывающих регионах в течение последних десятилетий техногенно-экологические проблемы приобрели масштабный характер, среди которых необходимо выделить высокую степень техногенных нагрузок и загрязнения окружающей среды, активизацию и развитие опасных геологических процессов, нарушение гидрогеологических условий. В Украине возникает потребность решения ряда вопросов касательно формирования и эффективного использования земельных ресурсов в условиях интенсивной добычи полезных ископаемых как на общегосударственном, так и на региональном уровнях. Ситуация в добывающей промышленности сложная и требует комплексного подхода для обеспечения высокого уровня экономической безопасности и сбалансированного развития страны. В статье рассмотрены вопросы классификации нарушенных земель и особенностей рекультивации как основной меры восстановления ландшафтов. Также уделено внимание проблеме рекультивации земель, которая недостаточно урегулирована действующим законодательством.

Ключевые слова: нарушенные земли, рекультивациа земель, реабилитациа земель, класифікаціа нарушених земель.

Intensive mining has led to significant depletion of natural resources; in particular, man-made environmental problems have become widespread in mining regions over the past decades, including high levels of man-made loads and environmental pollution, intensification and development of hazardous geological processes, failure of hydrogeological conditions. In Ukraine, there is a need to address a number of issues regarding the formation and efficient use of land resources in the context of intensive mining at both the national and regional levels. The situation in the mining industry is complex and requires a comprehensive approach to ensure a high level of economic security and balanced development of the country. The situation in the mining industry is complex and requires a comprehensive approach. One of the main ways out of the crisis is to increase the investment attractiveness of mining companies. In the future, it is necessary to increase interest in the investment process of enterprises among national and foreign investors. However, it is impossible to be limited only to purely economic motivations, ignoring the environmental aspect, because environmental problems are not limited to low safety, but are also related to outdated equipment, use of environmentally hazardous technologies, non-compliance with technological requirements and standards, accumulation of industrial waste, non-revegetation of land, ignoring the requirements for the need to restore the disturbed lands. The article considers the issues of disturbed lands classification and revegetation features as the main measure of landscape restoration. The quantitative characteristics of mining accounting objects are being analyzed. The problem of land revegetation has also been addressed, which is insufficiently regulated by current legislation. The urgency of mining with the use of environmentally friendly technologies in order to minimize the use of land resources and preserve their natural functions has been emphasized. The main possible results of disturbed lands revegetation for the national economy have been described.

Key words: *disturbed lands, land revegetation, land rehabilitation, classification of disturbed lands.*

Постановка проблеми. У ході інтенсивного видобутку корисних копалин дедалі сильніше стали відчуватися негативні регіональні зміни стану довкілля. Водночас слід зазначити, що окремі аспекти проблеми відтворення порушених земель та повернення їх у господарський обіг із забезпеченням мінімального негативного впливу на довкілля залишаються недостатньо вивченими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Економічні та екологічні проблеми використання природних ресурсів, удосконалення технології розроблення покладів корисних копалин, можливості рекультиватії земель в умовах інтенсивного видобутку корисних копалин досліджували у своїх працях українські науковці, такі як Л.В. Дейнеко, А.Я. Сохнич, В.В. Горлачук, А.М. Третяк, В.М. Трегобчук, Р.М. Панас. В наукових працях Л.В. Моторіної, В.О. Овчиннікова, О.О. Кириченка, В.І. Фененка розкрито питання класифікації та технології відновлення порушених земель.

Проблеми раціонального використання земель, еколого-економічні аспекти рекультиватії та вибору технологічних схем відновлення земельних угідь висвітлені у наукових роботах Д.С. Добряка, А.Г. Мартина, В.О. Мандрика.

Формулювання цілей статті. Метою статті є обґрунтування сутності механізму реабілітації порушених земель в умовах інтенсивного видобутку корисних копалин, адже реабілітація стає невід'ємною частиною охорони та раціонального використання природних ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Нині в надрах країни виявлено понад 20 тис. родовищ і проявів із 117 видів мінеральної сировини, з яких 8 172 родовища (зокрема, 1 687 ділянок вод підземних питних та технічних, мінеральних) за 94 видами мінеральної сировини мають промислове значення і враховуються Державним балансом запасів корисних копалин [1].

В результаті видобутку корисних копалин відбуваються фізичні, хімічні та механічні порушення ґрунтового покриву. Фізичні порушення пов'язані з перетворенням ландшафту, деформацією поверхні, зміною структури, розвитком ерозійних процесів. Зміна структури та розвиток ерозійних процесів приводять до зміни структури ґрунту, вмісту гумусу, здатності утримувати воду, газообмінної здатності, щільності та здат-

ності утримувати навантаження. Хімічні порушення ґрунту пов'язані із забрудненням технологічними відходами й викидами, що впливають на значення рН (кислотність ґрунтів), здатність до катіонного обміну та вміст поживних елементів. Механічні порушення обумовлені процесами транспортування порід, ерозії відвалів, а також пиловими викидами під час виконання технологічних процесів [2].

З позицій екологічної економіки нинішня економічна система базується на експлуатації довкілля. Видобуток корисних копалин – це класичний приклад цього явища. Жоден з видобувних ресурсів не отримує реальної економічної оцінки, а оцінюється насамперед за виробничими витратами (тобто витратами безпосередньо на видобування, транспортування). На протигагу «добувній економіці», господарська діяльність, що побудована на засадах екологічної економіки, базується на понятті природного капіталу.

Одним з економічних питань, що впливає на прийняття рішення про інвестування, є створення резервних фондів для рекультивациі земель. Результат рекультивациі із захисту середовища прирівнюється до відшкодованого збитку, завданого довкіллю внаслідок порушення земель, та визначається природно-технічними умовами порушених земель, їх розміщенням у різних природних зонах, організацією та засвоєнням території, ускладненням конфігурації ділянок земельних угідь тощо.

Відповідно до статті 166 Земельного кодексу України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III [3], рекультивациа порушених земель – це комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель.

Рекультивациа земель після закінчення використання родовища є обов'язком користувача надр, що впливає з правил користування.

Згідно зі статтею 34 Гірничого Закону України від 6 жовтня 1999 року № 1127-XIV [4], до основних екологічних вимог у сфері проведення гірничих робіт належить своєчасне проведення рекультивациі земель; відповідно до статті 50 Закону України «Про надра» від 27 липня 1994 року № 132/94-ВР [5], у проєктах будівництва гірничодобувних об'єктів мають передбачатися рекультивациа порушених земель, максимальне збереження ґрунтового покриву. Отже, рекультивациа має розглядатися як завершальна частина виробничого процесу, а витрати на створення резервних фондів для рекультивациі повинні зменшувати суму, що оподатковується, тобто має належати до собівартості.

Еколого-економічні проблеми видобувної галузі необхідно розглядати у контексті екологічної безпеки та євроінтеграційних інтересів України, тобто орієнтуватися на нові, перспективні еколого-економічні механізми, які нині формуються в ЄС у рамках його стратегії сталого розвитку та моделі екосоціальної ринкової економіки [1].

Сьогодні сформувалося кілька стійких термінів, пов'язаних з відновленням порушених земель. Основними з них є терміни «рекультивациа», «реабілітація» і «меліорація земель». Вони позначають різні відновлювальні процеси:

– реабілітація землі – це процес відновлення землі до її вихідного стану після руйнування або пошкодження її якостей;

– рекультивациа земель – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності й господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля [6];

– меліорація земель – це комплекс гідротехнічних, культуртехнічних, хімічних, агротехнічних, агролісотехнічних та інших меліоративних заходів, вжиття яких відбувається задля регулювання водного, теплового, повітряного й поживного режиму ґрунтів, збереження та підвищення їх родючості й формування екологічно збалансованої раціональної структури угідь [7].

Меліорація тісно пов'язана з біологічною рекультивациєю земель з огляду на те, що їх окремі технологічні прийоми збігаються. Однак, на нашу думку, основна відмін-

ність полягає у тому, що біологічна рекультивация проводиться на порушених землях задля приведення якості відновлених гірничотехнічною рекультивациєю порушених земель до певного стану. Меліорація ж застосовується для поліпшення властивостей ґрунтів в процесі їх сільськогосподарського використання.

Нагадаємо, що порушені землі – це землі, що втратили первісну господарську та екологічну цінність через порушення ґрунтового покриву внаслідок виробничої діяльності людини або дії природних явищ і є джерелом негативного впливу на довкілля [8].

Розрізняють такі групи чинників, які спричиняють утворення порушених земель:

- підземне добування корисних копалин або вилучення їх за допомогою буріння;
- наземне (відкрите) добування корисних копалин;
- збагачення корисних копалин;
- різні види промислової та транспортної діяльності;
- території складування міських і промислових відходів;
- насипи під час ліквідації транспортних шляхів;
- дамби під час ліквідації гідропоруд;
- кавальєри вздовж осушувальної і водопровідної мережі каналів та русла річок,

що виправляються;

- траншеї під час проведення різних будівельних робіт.

Головним чинником утворення порушених земель є розроблення корисних копалин. Схема класифікації порушених земель представлена на рис. 1. Роботи з рекультивации порушених земель поділяються на три такі основні етапи робіт: підготовчий, гірничотехнічний (інженерний, технічний) і біологічний. Напрями рекультивации визначають кінцеве використання порушених земель після вжиття відповідних гірничотехнічних, інженернобудівельних, гідротехнічних та інших заходів, їх вибирають на основі комплексного обліку таких факторів:

- природні умови району розроблення родовища (клімат, типи ґрунтів, геологічна будова, рослинність, тваринний світ тощо);
- стан порушених земель до моменту рекультивации (характер техногенного рельєфу, ступінь природного заростання тощо);
- мінералогічний склад, водно-фізичні та фізико-хімічні властивості гірських порід;
- агрохімічні властивості (вміст поживних речовин, кислотність, наявність токсичних речовин тощо) порід і їх класифікація за придатністю для біологічної рекультивации;
- інженерно-геологічні та гідрологічні умови;
- господарські, соціально-економічні, екологічні та санітарно-гігієнічні умови;
- термін служби рекультивованих земель (можливість повторних порушень та їх періодичність);
- технологія й механізація гірничих і будівельно-монтажних робіт.

У процесі вибору напрямку рекультивации земель необхідно мати на увазі, що рекультивовані землі і території, що їх оточують після закінчення робіт, являють собою оптимально сформовану та екологічно збалансовану ландшафтну ділянку. Класифікація порушених земель за напрямками рекультивации залежно від видів подальшого використання представлена в табл. 1.

Гірничодобувна промисловість має специфічні особливості, де отримання відносно невеликого кінцевого продукту вимагає величезних витрат і супроводжується значними відходами. По відношенню до загального обсягу відчуваної природної речовини зараз кінцевий продукт становить лише 2–4%, а інша частина йде у відходи. Ситуація ускладнюється тим, що вже в найближчому майбутньому мінерально-сировинна база країни буде характеризуватися подальшим значним збільшенням глибини видобувних робіт, зростанням тиску й температури порід, ускладненням

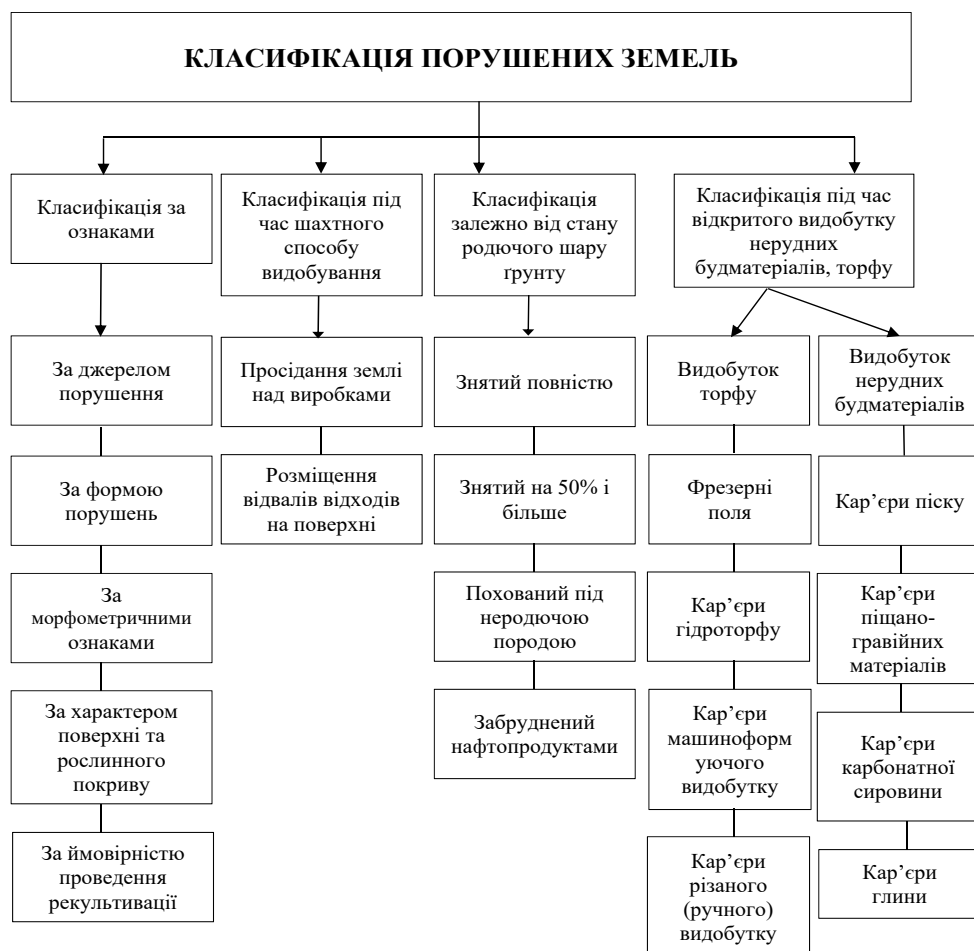


Рис. 1. Схема класифікації порушених земель

умов освоєння родовищ, зниженням вмісту корисних компонентів, підвищенням вмісту шкідливих домішок, збільшенням (майже в 3 рази) частки важко збагачувальних корисних копалин [8]. В умовах нестабільних цін на сировину підприємства прагнуть постійно збільшувати видобуток, що суттєво підвищує витрати експлуатації підприємства. Постійне зростання цін на електроенергію, обладнання, розширення території діяльності та освоєння нових родовищ не тільки призводить до витрат на обладнання, але й вимагає суттєвих довготермінових інвестицій в об'єкти інфраструктури.

Нині термін «реабілітація» використовується переважно для характеристики процесу відновлення потенціалу порушених земель. Такі землі практично не підлягають подальшому сільськогосподарському використанню.

Проаналізувавши наукові статті зарубіжних учених [11; 12], доходимо висновку, що термін «реабілітація» широко використовується щодо процесу відновлення земель, не тільки забруднених, але й деградованих. У зарубіжній літературі надано таку дефініцію терміна «реабілітація землі»: процес відновлення землі до її вихідного стану після руйнування або пошкодження її якостей [12].

Таблиця 1

**Класифікація порушених земель за напрямми рекультивациі
залежно від видів подальшого використання**

Характеристика порушених земель за формою рельєфу	Переважаючий елемент рельєфу	Можливе використання
Котловано-грядові кар'єрні виїмки	Котлованоподібні кар'єрні виїмки утворюються під час розроблення торф'яних залягань гідроспособом, що є чергуванням котлованів з перемичками глибиною 5–10 м, ухил укосів перевищує 30°.	За суцільного планування можуть використовуватися для сільськогосподарського освоєння, а за часткового планування – під водоймища багатопільового використання.
Траншейно-грядові кар'єрні виїмки	Траншейно-грядові кар'єрні виїмки утворюються під час розроблення торфовищ машиноформувальним способом глибиною 1–5 м, ухил укосів перевищує 45°.	За суцільного планування використовується під лісонасадження, за часткового – під водоймища.
Вирівняні кар'єрні виїмки	Вирівняні кар'єрні виїмки утворилися під час розроблення торфовищ фрезерним способом глибиною 1–5 м.	За суцільного планування можна використовувати під ріллю або сінокоси, під пасовища – за часткового планування.
Терасовані кар'єрні виїмки	Терасовані та котлованоподібні кар'єрні виїмки виникають під час розроблення корисних копалин глибинного типу.	За суцільного планування можна використовувати під водоймища, за часткового – під майданчики для будівництва відвалів відходів виробництва.
Котлованоподібні кар'єрні виїмки		За суцільного планування можна використовувати під водоймища, за часткового – під майданчики для будівництва відвалів відходів виробництва.
Западиноподібні кар'єрні виїмки	Западиноподібні кар'єрні виїмки утворилися під час розроблення пластів малої потужності (до 5 м).	За суцільного планування можна використовувати під ріллю, за часткового – під пасовища, лісонасадження, рибні ставки.
Природні виїмки	Природні виїмки утворюються в процесі розроблення підводних пластів корисних копалин.	Їх використовують під водоймища багатопільового призначення.
Відвали внутрішні	Відвали внутрішні утворилися під час відсіпки порід у межах контуру кар'єру.	Можна використовувати під ріллю, сінокоси, пасовища, а по бермах – під багаторічні плодові насадження.
Відвали зовнішні	Відвали зовнішні відсіпаються поза контури кар'єру.	Використовуються під сільськогосподарські угіддя.
Провалини, впадини, прогини	Землі, порушені під час розроблення корисних копалин, утворюють різні провалини, зокрема впадини, прогини, в процесі розроблення корисних копалин у результаті опускання земної поверхні.	Можна використовувати під сільськогосподарські угіддя, а також під водоймища, лісонасадження.

Джерело: сформовано на основі [10]

Під реабілітацією слід розуміти соціально орієнтований еколого й економічно обґрунтований комплекс програмних заходів з корегування наслідків техногенних порушень природного середовища. Поняття реабілітації порушених земель орієнтоване на формування нових механізмів відновлення земель відповідно до ринкових умов. Основна відмінність процедури реабілітації від рекультивациі полягає в обліку компонентів, що описують стан і можливу, зокрема після вжиття реабілітаційних заходів, динаміку параметрів соціально-демографічних процесів. Важливою відмінністю реабілітації від рекультивациі є також те, що розроблення програми конкретних реабілітаційних заходів визначається специфікою цільової функції, яка визначається конкретною інвестиційною програмою. Це передбачає врахування переваг інвесторів. У цьому полягає специфіка цієї проблеми в умовах ринкової економіки.

Висновки. Таким чином, використовувані нині терміни «реабілітація», «рекультивациія» і «меліорація земель» мають переважно технологічну й технічну спрямованість. Ще раз підкреслимо, що цей підхід не відображає всіх аспектів проблеми відновлення порушених земель. На цій основі можна забезпечити комплексний підхід до процесу відновлення порушених земель та відтворення родючості ґрунтів, що включає методи не тільки технологічного характеру (рекультивациія, меліорація), але й економічного характеру, а також враховує екологічні властивості земель.

З урахуванням сучасних умов під реабілітацією природного середовища ми пропонуємо розуміти систему еколого-економічних заходів щодо усунення наслідків антропогенного впливу.

Список використаних джерел:

1. Мандрик В.О. Еколого-економічні проблеми відтворення порушених земель у контексті вимог екологічної політики. *Науковий вісник: Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища*. 2005. № 15.6. С. 482–488.
2. Бардась А.В. Вплив гірничих робіт на техногенне руйнування ґрунтового покриву та екологічне використання земельних ресурсів. *Економічний простір*. 2013. № 71. С. 277–286.
3. Земельний кодекс України : Закон України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2002. № 3–4. Ст. 27. Дата оновлення: 13 лютого 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 03.11.2020).
4. Гірничий Закон України від 6 жовтня 1999 року № 1127-XIV. *Відомості Верховної Ради України*. 1999. № 50. Ст. 433. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1127-14> (дата звернення: 03.11.2020).
5. Про надра : Закон України від 27 липня 1994 року № 132/94. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 36. Ст. 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 03.11.2020).
6. Генік Я.В. Екологічні основи лісової фітомеліорації та рекультивациі порушених земель. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2007. № 33. С. 33–37.
7. Про меліорацію земель : Закон України від 14 січня 2000 року № 1389-XIV. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 11. Ст. 90. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14#Text> (дата звернення: 05.11.2020).
8. Про охорону земель : Закон України від 19 червня 2003 року № 962-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 39. Ст. 349. Дата оновлення: 18 грудня 2017 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15> (дата звернення: 05.11.2020).
9. Ковальчук В.А., Короткий В.Ю. Перспективи та ризики гірничорудної галузі України в контексті сталого розвитку. *Бізнес-Інформ*. 2013. № 8. С. 155–160.
10. Фурдичко О.І., Демидов О.А. Нормативно-правове забезпечення рекультивациі промислово порушених земель в умовах ринкової економіки. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 7–12.
11. Swapan Kumar Haldar. Chapter 14 – Environmental System Management of Mineral Resources and Sustainable Development. *Mineral Exploration (Second Edition)*. 2018. P. 291–311. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140222000149> (дата звернення: 18.11.2020).

12. Iyyanki V. Muralikrishna, Valli Manickam. Chapter Two – Sustainable Development. *Environmental Management*. 2017. P. 5–21. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128119891000026> (дата звернення: 18.11.2020).

References:

1. Mandryk V.O. (2005) Ekolohe-ekonomichni problemy vidtvorennia porushenykh zemel u konteksti vymoh ekolohichnoi polityky [Ecological and economic issues of recovering of disturbed lands in the context of environmental policy requirements]. *Naukovyi visnyk: Ekolohizatsiia ekonomiky yak instrument staloho rozvytku v umovakh konkurentnoho seredovyshcha*, no. 15.6, pp. 482–488.
2. Bardas A.V. (2013) Vplyv girnychyx robot na texnogenne rujnuvannya gruntovogo pokryvu ta ekolohichne vykorystannya zemelnykh resursiv [Influence of mining works on technogenic destruction of soil cover and ecological use of land resources]. *Ekonomichnyj prostir*, no. 71, pp. 277–286.
3. Zemelnyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy [Land code of Ukraine] no. 2768-III (25.10.2001). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (accessed 03 November 2020).
4. Girnychyj Zakon Ukrayiny: Zakon Ukrainy [Mining Law of Ukraine] no. 1127-XIV (06.10.1999). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1127-14> (accessed 03 November 2020).
5. Pro nadra: Zakon Ukrayiny [Law of Ukraine. On Subsoil] no. 132/94-VR (27.07.1994). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text> (accessed 03 November 2020).
6. Henyk Ya.V. (2007) Ekologichni osnovy lisovoyi fitomelioraciyi ta rekultyvaciyi porushenykh zemel. [Ecological bases of forest phytomelioration and revegetation of disturbed lands]. *Lisove gospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovisyt*, no. 33, pp. 33–37.
7. Pro melioraciyu zemel: Zakon Ukrayiny [On land reclamation. Law of Ukraine] no. 1389-XIV (14.01.2000). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14#Text> (accessed 05 November 2020).
8. Pro okhoronu zemel: Zakon Ukrainy. [Law of Ukraine on land protection] no. 962-IV (19.06.2003). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15> (accessed 05 November 2020).
9. Kovalchuk V.A., Korotkyj V.Yu. (2013) Perspektyvy ta ryzyky girny chorudnoyi galuzi Ukrainy v konteksti stalogo rozvytku [Prospects and risks of the mining industry of Ukraine in the context of sustainable development]. *Biznes Inform*, no. 8, pp. 155–160.
10. Furdychko O.I., Demydov O.A. (2014) Normatyvno-pravove zabezpechennya rekultyvaciyi promyslovo porushenykh zemel v umovax rynkovoyi ekonomiky [Regulatory and legal support for the revegetation of industrially disturbed lands in a market economy]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, no. 1, pp. 7–12.
11. Swapan Kumar Haldar (2018) Chapter 14 – Environmental System Management of Mineral Resources and Sustainable Development. *Mineral Exploration (Second Edition)*, pp. 291–311. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140222000149> (accessed 18 November 2020).
12. Iyyanki V. (2017) Muralikrishna, Valli Manickam. Chapter Two – Sustainable Development. *Environmental Management*, pp. 5–21. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128119891000026> (accessed 18 November 2020).