

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

 Трохименко Г.Г.
«12» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему **«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ
ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ НА ТЕРИТОРІЇ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав: студент 6271м групи

 Молодиченко Д.Д.
(підпис)

Керівник: к.е.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 Літвак О.А.
(підпис)

Миколаїв – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

д.б.н., професор

Наконечний І.В.

“ ” 12 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»**

Студенту Молодиченку Дмитру Денисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру на території Миколаївської області»

Керівник роботи Літвак Ольга Анатоліївна, канд. екон. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора № 1108-УЧ від « 24 » жовтня 2024 року

2. Термін подання роботи: 20.12.24

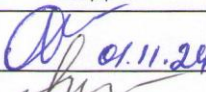
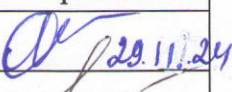
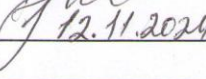
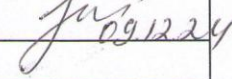
3. Вихідні дані по роботі: технічна документація, статистичні дані, методичні вказівки.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Екологічні проблеми видобутку піску як важливої мінеральної сировини. 2. Характеристика об'єкту дослідження. 3. Розробка технології рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів: Презентація – 19 слайдів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

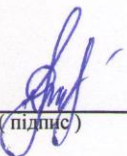
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Літвак О.А., к.е.н., доцент	 01.11.24	 29.11.24
5	Маринець О.М., к.т.н., доцент	 12.11.2024	 09.12.24

7. Дата видачі завдання 15.09.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

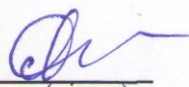
Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	15.09.2024	
2	Визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження	26.09.2024	
3	Складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел	05.10.2024	
4	Вивчення екологічних проблем видобутку піску як важливої мінеральної сировини	17.10.2024	
5	Загальна характеристика об'єкту дослідження – відпрацьованого піщаного кар'єру.	01.11.2024	
6	Розробка етапів технології рекультивациі відпрацьованого піщаного кар'єру	22.11.2024	
7	Виконання економічної частини кваліфікаційної роботи	01.12.2024	
8	Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки	08.12.2024	
9	Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи	20.12.2024	
10	Захист кваліфікаційної роботи	23.12.2024	

Студент


(підпис)

Молодиченко Д.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Літвак О.А.
(прізвище та ініціали)

Анотація
до кваліфікаційної роботи «Розробка технології рекультивації
відпрацьованого піщаного кар'єру на території Миколаївської області»
студента Молодиченка Дмитра Денисовича

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз сучасних екологічних проблем видобутку піску та розробка технології рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру для відновлення ландшафтної структури території та покращення екологічної ситуації в регіоні.

В роботі розглянуто глобальні та національні екологічні проблеми видобутку піску як важливої мінеральної сировини. Визначено наявність родовищ піску на території Миколаївської області та подано опис проблем, що виникають з їх розробкою, в тому числі, пов'язаних з незаконним видобутком піску. Подано загальний опис об'єкту дослідження – відпрацьованого піщаного кар'єру на території Вознесенського району Миколаївської області із зазначенням кліматичних умов, гідрологічного режиму та ґрунтового покриву району. Визначено основні цілі і завдання рекультивації порушених земель в результаті видобування корисних копалин. Розроблено технології проведення технічного та біологічного етапів рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру в лісотехнічному напрямку. Подано рекомендації щодо формування комплексу заходів контролю стану екосистеми під час біологічного етапу рекультивації. Обґрунтовано економічне значення рекультивації відпрацьованих кар'єрів та виконано розрахунок капітальних вкладень на реалізацію проекту з рекультивації піщаного кар'єру. Розглянуто питання охорони праці та вимоги безпеки при проведенні рекультиваційних робіт.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний текст роботи викладено на 82 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 15 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел складається із 70 найменувань.

Ключові слова: пісок, мінеральна сировина, незаконне видобування піску, родовище, відпрацьований піщаний кар'єр, технічний етап рекультивації, біологічний етап рекультивації.

Summary
to the qualification work «Development of technology for the reclamation of
spent sand pits in the territory of the Mykolaiv region»
Molodychenko Dmytro

The purpose of the qualification work is to analyse the current environmental problems of sand mining and develop a technology for reclamation of a spent sand pit to restore the landscape structure of the territory and improve the environmental situation in the region.

The paper considers global and national environmental problems of sand mining as an important mineral raw material. The presence of sand deposits in the Mykolaiv region is identified and the problems arising from their development, including those related to illegal sand mining, are described. A general description of the object of research - a spent sand pit in the Voznesenskyi district of Mykolaiv region - is given, indicating the climatic conditions, hydrological regime and soil cover of the district. The main goals and objectives of the reclamation of disturbed lands as a result of mineral extraction are defined. The technologies for the technical and biological stages of reclamation of a spent sand pit in the forestry sector are developed. Recommendations for the formation of a set of measures to control the state of the ecosystem during the biological stage of reclamation are presented. The economic significance of reclamation of spent quarries is substantiated and the calculation of capital investments for the implementation of the project on reclamation of a sand quarry is performed. Labour protection issues and safety requirements for reclamation works are considered.

The qualification work consists of an introduction, five chapters, conclusions, and a list of references. The main text of the work is presented on 82 pages of computer text, including 15 figures, 12 tables. The list of references includes 70 items.

Key words: sand, mineral raw materials, illegal sand mining, deposit, spent sand pit, technical stage of reclamation, biological stage of reclamation.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИДОБУТКУ ПІСКУ ЯК ВАЖЛИВОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ	11
1.1 Характеристика піску як мінеральної сировини.....	11
1.2 Глобальні проблеми видобутку піску	14
1.3 Проблеми видобування піску в Україні	19
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1 Видобування піску на території Миколаївської області	24
2.2 Способи видобування піску в кар’єрах	29
2.3 Загальна характеристика відпрацьованого піщаного кар’єру	32
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО ПІЩАНОГО КАР’ЄРУ	35
3.1 Ландшафтний підхід при рекультивації порушених земель та її екологічне значення	35
3.2 Цілі та етапи рекультивації.....	40
3.3 Технічний етап рекультивації	42
3.4 Біологічний етап рекультивації	50
3.5 Контроль стану екосистеми	61
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	63
4.1 Економічне значення рекультивації відпрацьованих піщаних кар’єрів та оцінка її економічної ефективності.....	63
4.2 Визначення капітальних вкладень на рекультивацію піщаного кар’єру	66
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	70
5.1 Загальні положення охорони праці	70
5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників	71

5.3 Визначення рівнів шуму при роботі техніки під час проведення рекультиваційних робіт	73
5.4 Вимоги техніки безпеки	75
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні темпи розробки корисних копалин, промислового та цивільного будівництва, діяльність переробних комбінатів тощо нерідко приходять у суперечність з проблемою збереження земельних ресурсів та охорони природи. Навколо міст із розвиненою промисловістю утворюються «індустріальні пустелі», гори відвалів порожньої породи, які займають величезні площі та негативно впливають на життєве середовище людини.

Інтенсифікація виробництва найчастіше призводить до порушення цінних сільськогосподарських та лісових угідь. Особливо велика шкода при відкритих розробках корисних копалин – будівельних матеріалів, руди чорних та кольорових металів тощо. При активному розвитку гірничодобувної промисловості в експлуатацію залучається дедалі більше родовищ корисних копалин, збільшуються потужності гірничих підприємств та глибини розробок.

В таких умовах виникає важливе завдання зберегти земельний фонд і запобігти порушення природного комплексу, що склався протягом тисячоліть, не тільки безпосередньо в місцях виробництва гірничих робіт, а й на значних прилеглих територіях. Це особливо важливо для районів з розвиненим сільським господарством, а також для районів, що знову освоюються, з метою збереження сільськогосподарських угідь, що відчужуються для використання промисловими підприємствами.

Для відновлення порушених площ та запобігання шкідливому впливу їх на природне середовище проводиться рекультивація земель, що складається з комплексу гірничо-технічних та біологічних заходів, що мають на меті створення та прискорене формування на площах, що зазнали техногенного впливу, оптимальних культурних ландшафтів з продуктивним покривом. У процесі рекультивації завжди враховується мотивоване формування ландшафту та створення певного природного середовища. При цьому не завжди ставиться завдання відновлення первісного стану природної обстановки та видів

земельних угідь, але зазвичай досягається гармонійне вирішення багатьох питань екологічного та соціального порядку.

Кінцевою метою біологічної рекультивації є створення на поверхні відвалів продуктивних біогеоценозів переважно сільськогосподарського та лісогосподарського призначення чи озеленення з метою санітарно-гігієнічного оздоровлення та створення зон відпочинку.

Роботи з рекультивації відвалів актуальні та повністю відповідають завданням охорони природи та покращення санітарного стану населених пунктів.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз сучасних екологічних проблем видобутку піску та розробка технології рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру для відновлення ландшафтної структури території та покращення екологічної ситуації в регіоні.

Об'єкт дослідження – відпрацьований піщаний кар'єр на території Вознесенського району Миколаївської області.

Предмет дослідження – розробка технології проведення робіт на технічному та біологічному етапах рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру.

Для досягнення мети виконувались наступні **завдання**:

- дослідження глобальних та національних екологічних проблем видобутку піску як важливої мінеральної сировини;
- визначення наявності родовищ піску на території Миколаївської області та проблем, що виникають з їх розробкою;
- загальний опис об'єкту дослідження – відпрацьованого піщаного кар'єру на території Вознесенського району Миколаївської області;
- визначення основних цілей і завдань рекультивації порушених земель в результаті видобування корисних копалин;
- розробка технології проведення технічного етапу рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру;

- розробка технології проведення біологічного етапу рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру в лісотехнічному напрямку;
- рекомендації щодо формування комплексу заходів контролю стану екосистеми під час біологічного етапу рекультивації;
- розрахунок капітальних вкладень на реалізацію проекту з рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру;
- розгляд питань охорони праці та вимог безпеки при проведенні рекультиваційних робіт.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИДОБУТКУ ПІСКУ ЯК ВАЖЛИВОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

1.1 Характеристика піску як мінеральної сировини

Пісок – пухка уламкова порода або штучний матеріал, що складається з маленьких зерен гірських порід. Дуже часто пісок складається із майже чистого мінералу кварцу. Природний пісок є пухкою сумішшю зерен, що утворилися в результаті руйнування твердих гірських порід, розміром 0,16-3-5 міліметрів, маса однієї піщинки може варіюватися від десятих часток міліграма до декількох мікрограм. Залежно та умовами накопичення можуть бути алювіальними, делювіальними, лімнічними, морськими, еоловими. Піски, що виникли в результаті діяльності водойм та водотоків, мають більш округлу, окатану форму.

Пісок, гравій та інші пухкі уламкові породи складаються з нецементованих уламків та зерен різних мінералів, уламків гірських порід різних форм, розмірів та ступеня окатаності. Уламкові породи поділяються за величиною уламків.

Розрізняють піски мономінеральні, олігоміктові, що складаються з двох-трьох мінералів та поліміктові, у складі яких є уламки різних гірських порід та мінералів. До мономінеральних пісків відносяться кварцові піски, в яких міститься більше 80% кварцу, зрідка зустрічаються польовошпатові піски та ін. та якщо з важких мінералів – магнетит, циркон, рутил та інших. Хімічний склад пісків може змінюватися у межах. Вміст кремнезему – 99-99,9% відзначається у мономінеральних кварцових пісках.

Гравій зазвичай утворює суміші з піском, суто гравійні родовища зустрічаються рідко. Зміст піску в піщано-гравійних сумішах змінюється від 10 до 90%, часто містяться валуни різних розмірів. У складі гравію та валунів

можуть бути присутні як тверді (граніти, діабаз, гнейси, кварц), так і відносно м'які (вапняки, пісковики) породи та мінерали.

Види піску. Пісок поділяється на декілька видів: річковий, кар'єрний митий, кар'єрний сіяний та морський.

Річковий пісок видобувають із русел річок, він має високий рівень очищення і, переважно, немає сторонніх домішок, крім черепашок.

Кар'єрний митий пісок видобувають у кар'єрах. Його промивають великою кількістю води, щоб позбутися домішки глини та пилу.

Кар'єрний сіяний пісок – це пісок без каміння та великих фракцій, здобутий у кар'єрі.

Морський пісок дістають із дна моря за допомогою гідравлічних снарядів. Він хороший тим, що в ньому практично немає сторонніх домішок. Цей пісок вважається дуже затребуваним, особливо у тих місцях, де нестача інших видів піску(рис. 1.1).



Рис. 1.1. Види пісків за місцем видобування

Властивості та сфери застосування. Кар'єрний пісок дістається найпростіше. Однак він має найгірші технічні характеристики, тому цінується менше за інших. У ньому багато пилоподібних і глинистих включень, частинок

більше 5 мм. Для покращення якості його просівають, видаляючи таким чином домішки глини, пил та щебінь. Такий пісок коштує в півтора раза дорожче за вихідний. Якщо очищений матеріал додатково промивають прісною водою, його ціна ще більше збільшується, і митий кар'єрний пісок стає придатним для використання в бетоні.

Найчистіший і найдорожчий – річковий пісок. У ньому відсутні пилоподібні та глинисті включення, тому бетон виходить найбільш якісним.

У морському піску є багато частинок черепашок і органічних залишків водоростей, він також насичений хлористим натрієм. Для очищення його просіюють та промивають прісною водою. Останнє зменшує ймовірність утворення на нових стінах висолів — білих розводів, яких важко позбутися.

Застосування пісків ґрунтується на різних фізичних властивостях цих порід. Основна частина піску, що видобувається, споживається в будівництві. Будівельні пісок, гравій, щебінь, валуни оцінюються за загальним показником, до них відносяться: петрографічна характеристика, вміст піску, гравію, валунів, сумарний вміст пилоподібних та глинистих частинок, щільність породи, коефіцієнт розпушування..

Менше 5% чистих кварцових пісків, кварцових пісковиків, кварцитів використовують у скляній, керамічній, металургійній промисловості, а також у виробництві феросиліцію, карбиду кремнію.

Як великі заповнювачі бетонів застосовуються гравій, щебінь з гравію або подрібнених гірських порід. Пісок, гравій та щебінь широко використовуються також і у дорожньому будівництві.

Вимоги до якості сировини. Найбільш цінними видами піску для будівництва споруд та автомагістралей вважаються:

- дрібний пісок (1,5-2,0мм) – використовується для полегшених конструкцій;
- середній пісок (2,0-2,5 мм) – застосовується у фундаментах приватних будинків;

- великий пісок (2,5-3,0 мм) – найкращий матеріал для створення високоміцних бетонів та асфальтобетонів;

- особливо великий пісок (3,0-3,5 мм) – підходить для виготовлення подушок під фундаменти, дренажних шарів, для вимощення, садових доріжок.

Кожна з галузей промисловості висуває свої специфічні вимоги до якості сировини. Так для формувальних пісків важливими є газопроникність і вогнетривкість, вміст кремнезему повинен бути не менше 97-98,4% (тобто це багатокварцеві піски). Фільтрувальні піски повинні бути дрібно-і рівномірнозернистими з повною відсутністю глинистих частинок та органічних домішок. Головна вимога до піску, що використовується для отримання кварцового скла: його чистота, що визначається вмістом SiO_2 (воно має перевищувати 90%), а також відсутність шкідливих домішок TiO_2 , Fe_2O_3 та інших хромофорів. Обмежується зміст CaO , Al_2O_3 та інших. Друге вимога - гранулометричний склад (оптимальний розмір зерен 0,1-0,5мм).

1.2 Глобальні проблеми видобутку піску

Пісок – це третій ресурс, що найбільш використовується на планеті, після повітря і води. На даний момент пісок складає 85 % від усіх добутих корисних копалин. Пісок є складовою кожного будинку, кожної дамби, дороги, винного келиха та мобільного телефону. Здавалося б, з нестачею цього на перший погляд нескінченного ресурсу не повинно виникати жодних проблем, але навіть пісок не витримує сучасного темпу споживання.

Пісок відіграє стратегічну роль у наданні екосистемних послуг, життєво важливої інфраструктури для розвитку, забезпеченні засобів для існування в спільнотах і збереженні біорізноманіття. Він пов'язаний зі всіма 17 цілями стійкого розвитку напрямку або косвенно. Незважаючи на стратегічну важливість піску, його видобуток, використання та управління залишаються в значній мірі неконтрольованими в багатьох регіонах світу, що призводить до

багаточисельних екологічних і соціальних наслідків, які в значній мірі ігноруються.

Світ опинився на порозі "піщаної кризи" через інтенсивне використання піску. Про це йдеться в доповіді вчених UNEP програми ООН із навколишнього середовища «Пісок та сталий розвиток: 10 стратегічних рекомендацій щодо запобігання кризі» 2022 року [70]. У звіті зазначили, що причиною нової потенційної загрози для людства стало те, що люди використовують пісок набагато швидше, ніж цей природний ресурс здатен відтворитися в результаті природних процесів. Як пояснили вчені, попит у світі на пісок різко зріс через глобальну урбанізацію та зростання населення. Простіше кажучи, пісок як сировину почали частіше використовувати під час будівництва, адже він входить до складу найпопулярніших матеріалів, таких як бетон і скло. За даними дослідження, щороку у світі витрачається понад 50 мільярдів тонн піску, що робить його одним з найбільш використовуваних ресурсів. З тієї кількості піску, яку людство використовує за рік, можна побудувати навколо Землі стіну завширшки та заввишки 88 футів.

Також у доповіді йдеться, що за останні 20 років використання піску у склі, бетоні та будівельних матеріалах зросло втричі. Тепер у перерахунку на кожного жителя планети витрачається по 17 кілограмів піску на рік. Нині використання піску у світі майже ніяк не регулюється, незважаючи на те, що це найбільш затребуваний ресурс після води. Загрози та наслідки для довкілля Пісок також потрібний для існування різних видів рослин і тварин, а це означає, що його безконтрольний видобуток призводить до втрати біорізноманіття. Видобуток піску в районах, де він відіграє важливу роль (наприклад, у річках або морських екосистемах), здатний призвести до ерозії ґрунту, засолення водоносних горизонтів, втрати захисту від штормів і впливів на біорізноманіття. Це створює загрозу для водопостачання, виробництва продуктів харчування, рибальства та індустрії туризму. Нераціональне використання цього ресурсу завдає шкоди й річкам і береговим лініям і навіть стирає з лиця землі невеликі острови. Прикладом може бути одна з річок на

Шрі-Ланці. Через видобуток піску змінився напрямок течії. Океанічна вода почала текти вглиб суші, приносячи із собою морських крокодилів. «Коли ви берете пісок із річки, вона починає текти інакше, швидше чи повільніше. Це впливає на каламутність води, на рибу, звісно. Коли ви видобуваєте пісок із пляжу, зникає туристична індустрія. Також втрачається природне середовище крабів і птахів».

Більшість піску використовується для виробництва бетону (що складається з цементу, води, піску та гравію). Цемент – ключова складова бетону, що є найбільш поширеним будівельним матеріалом у світі, а також великим джерелом парникових газів, який утворює близько 8% викидів вуглекислого газу. Також пісок використовують видобувники нафти і газу. Останнім цей матеріал потрібен для проведення гідророзривів пластів. Завдяки високому вмісту кварцу пісок використовується у виробництві мікросхем.

Пісок є основною сировиною для виробництва скла: його частка серед усіх інгредієнтів становить 75%. Наприклад, у Німеччині ціни на скляні пляшки, банки та вікна за 2023 рік зросли на 27%.

Стратегічне значення та екосистемні послуги піску в природному та антропогенному середовищі наступні (рис. 1.2).

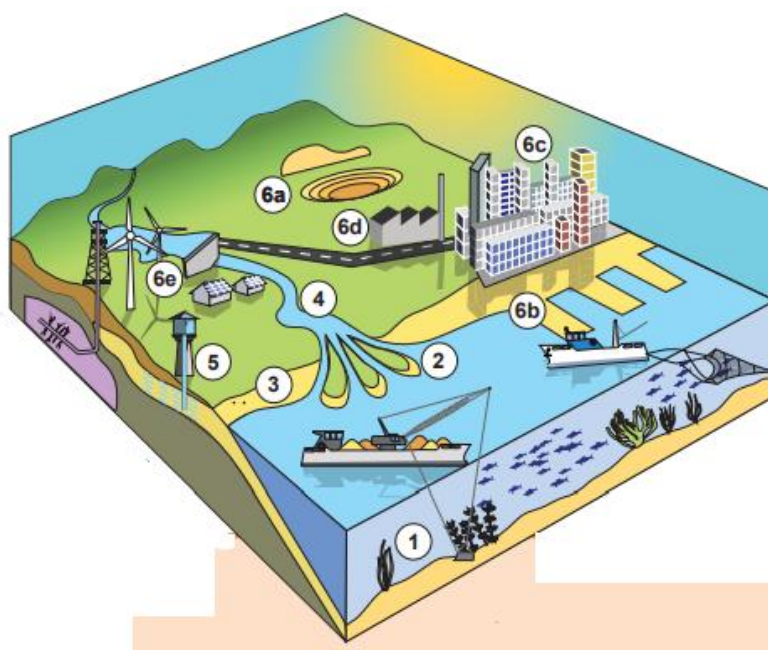


Рис. 1.2. Стратегічне значення та екосистемні послуги піску

Екосистемні послуги:

1. Морський пісок є середовищем проживання мікроорганізмів і ціанобактерій як основи морських харчових мереж, а також бентосні види. Видобуток піску в морському середовищі призводить до значного впливу на фауну та флору, що має значний вплив на біорізноманіття та рибальство. Морські рослини відіграють важливу роль поглинач вуглецю, багато з яких потребують піщаного ґрунту для свого відтворення.

2. Дельти є територіями високого біорізноманіття та високої родючості, а тому життєво важливі для продовольчої безпеки мільйонів людей. Дельти вже скорочуються через зменшення надходження опадів (наприклад, спричинене утриманням наносів у дамбах вище за течією, наприклад), осідання землі (через видобуток ґрунтових вод) та посилення хвильово-припливної ерозії. Зі скороченням дельти ці процеси можуть впливати на систему ще далі вглиб країни.

3. Піщані пляжі. Збереження піску на узбережжі може бути найбільш економічно ефективною стратегією адаптації. Пляжі і дюни є важливими для захисту від берегової ерозії, де пісок є важливою перешкодою для підвищення рівня моря і дедалі частіших екстремальних погодних явищ, такі як штормові хвилі, через зміну клімату; вони також можуть захистити внутрішні громади від штормів. Прибережні дюни є середовищем проживання різноманітної флори та фауни, підтримують ґрунтоутворення та кругообіг поживних речовин і захищають від засолення прибережних водоносні горизонти. Піщані пляжі також є ключовими місцями туризму, які мають вирішальне значення для багатьох місцевих і національних економік.

4. Річка. Пісок доставляє поживні речовини до навколишніх екосистем, захищає джерела води, зменшує ерозію берегів річок та контролює річковий стік (регулювання повеней і посух). У руслових екосистемах риби та безхребетні розмножуються в річковому та береговому матеріалі, необхідному для підтримки здорових показників відтворення, що забезпечує білок та запаси їжі для громад. Рослинність на піщаних косах сприяє процесам фільтрації води

і денітрифікації.

5. Надра. Підземні шари піску та гравію часто є водоносними горизонтами, які містять значні об'єми води, з основних джерел питної води в усьому світі.

6. Інфраструктури для розвитку (включаючи сталий розвиток) :

6a. Землекористування : статичний пісок, видобутий із кар'єрів, і щебінь впливають на ландшафт і можуть викликати вирубку лісів. Видобуток конкурує з посівами, лісами, забудованими територіями, водними джерелами, природоохоронними територіями та рекреаційними зонами.

6b. Прибережне використання : пісок захищає берегові лінії і використовується для меліорації земель, обладнання пляжів і побудови портової інфраструктури.

6в. Міська інфраструктура : пісок використовується в бетоні для будівництва доріг, мостів, лікарень, промисловості, інфраструктури та житла.

6с. Промислове використання : пісок використовується у виробництві скла та вікон, тоді як кварцевий пісок використовується для електронні мікросхеми, рідкоземельних елементів та аеронавтики.

6d. Енергія : бетон використовується для будівництва гребель гідроелектростанцій і вітрових турбін. Для виробництва сонячних батарей використовується кремнеземний пісок.

Щоб уникнути дефіциту піску, в ООН запропонували ввести низку заходів:

- пісок потрібно визнати стратегічним ресурсом як матеріалом для будівництва, так і через його численні функції у світі природи.

- треба суворо регулювати використання піску новими інституційними та правовими структурами.

- рекомендується заборонити видобуток піску з пляжів. Людей варто заохочувати до використання альтернатив піску – щебеню, перероблених будівельних матеріалів та "рудного піску" (піску з хвостосховищ) [51].

1.3 Проблеми видобування піску в Україні

Найбільш поширеним в Україні піском для будівництва є річковий та кар'єрний, також в Україні видобувають у невеликих кількостях морський пісок, проте він не такий популярний. Загалом в Україні налічують 5743 родовищ нерудних будівельних матеріалів. З них на початок 2021 року у розробці знаходилося 1291 родовище. Більшість з них почали розробляти ще за часів Радянського Союзу, багато з яких вже вичерпали допустимі запаси.

Поклади будівельного піску розташовані майже на всій території України. Лідером з видобування піску є Львівщина. Другою за обсягами видобутку є Київщина. Але більшість саме річкового піску зосереджена на берегах великих річок. Найбільші поклади має річка Дніпро. У Києві та Київській області весь річковий пісок видобувається з Дніпра та інших річок, що впадають в нього. Наразі в Україні зареєстровано 652 родовищ будівельного піску з яких 240 родовищ у процесі розробки. У середньому на річковий пісок припадає близько 20-25% від загального обсягу видобутого будівельного піску.

Основною сферою використання річкового (кварцового) піску є будівництво житла. На другому місці – будівництво та ремонт доріг (рис.1.3, рис. 1.4).

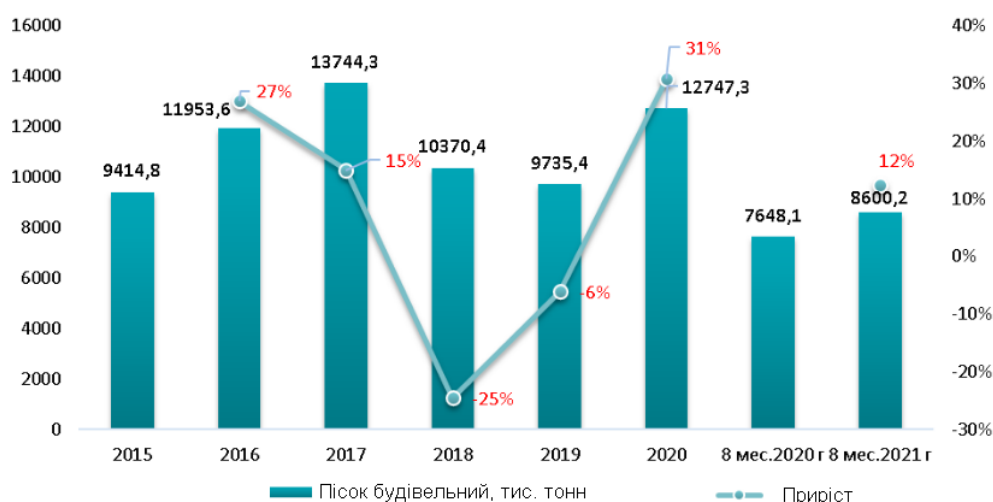


Рис. 1.3. Обсяги та динаміка видобутку будівельного піску, тис. тонн

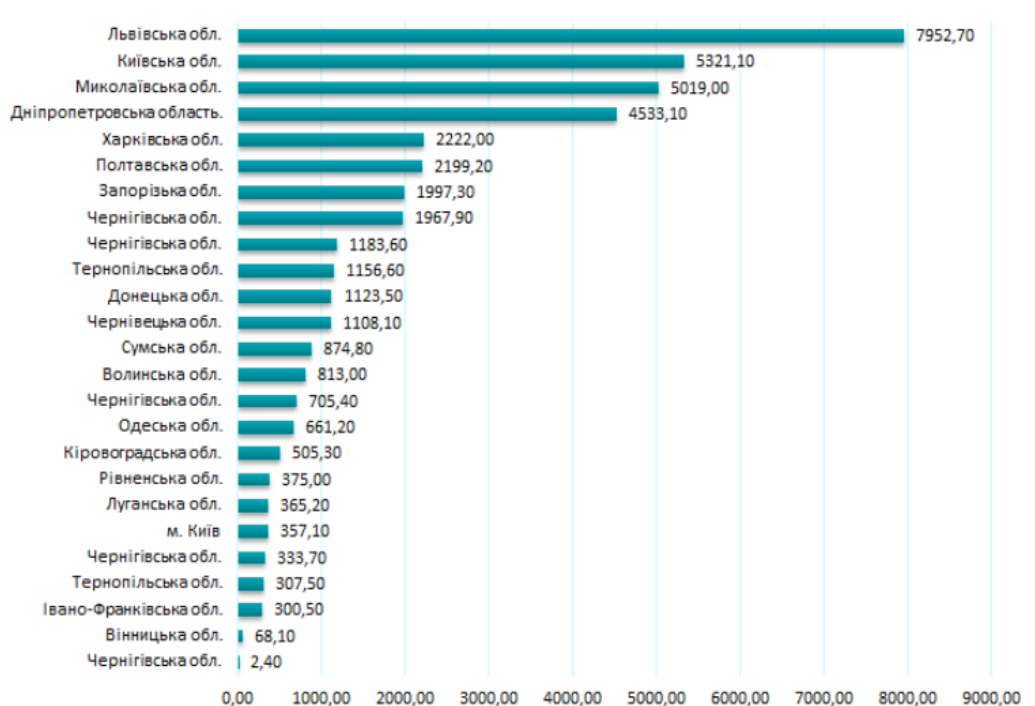


Рис.1.4. Географічна структура видобутку будівельного піску по областях України 2018-1 пол. 2021 рр., тис. тонн

Найбільше у будівельній сфері цінується пісок річкового походження. Це чистий матеріал без зайвих домішок та сміття, який видобувають наливним методом із дна річки. З дна річки його видобувають за допомогою спеціального обладнання – земснаряду, що укомплектований насосами та фільтрами (ситими). Частина родовищ посідає річкові порти, які отримують пісок, як побічний матеріал при процедурі розширення площі порту чи поглиблення дна.

Морський пісок видобувають відкритим методом у прибережних районах Одеської, Миколаївської та Херсонської областей. За обсягом він видобувається в найменшій кількості. Тому є дві причини: по-перше, через вміст солі та морських мінералів морський пісок підходить далеко не для всіх потреб, а по-друге – на більшій частині прибережної зони Чорного та Азовського морів заборонено промисловий видобуток піску.

Кар'єрний пісок найчастіше видобувають також відкритим способом. Це найдешевший вид цього матеріалу. У процесі обробки його можуть очищати від великого сміття та домішок способом промивання або просіювання. Піщані

кар'єри можна знайти у кожній області України. Залежно від особливостей родовища, в будматеріалі можуть бути домішки глини, землі, кварцу тощо.

За весь час незалежності України основними легальними виробниками річкового піску були морські та річкові порти України. Насамперед це зумовлено тим, що порти є державною власністю та в процесі діяльності займаються днопоглиблювальними роботами, в результаті яких видобувається річковий пісок, який надалі можна продати тим самим компенсуючи частину витрат на днопоглиблювальні роботи.

Видобування піску в Україні стикається з низкою проблем, які мають екологічний, економічний та правовий характер. Основні з них включають:

1. Незаконний видобуток піску. Незаконний видобуток піску є однією з найбільших проблем в Україні. Багато компаній та приватних осіб не отримують належних дозволів на видобування, що призводить до порушень природоохоронного законодавства. Такі дії можуть зруйнувати природні екосистеми, пошкоджуючи річкові береги та дно. «На жаль, Україна серед держав, де нелегальний видобуток піску процвітає. Щодня нелегальний видобуток надр в середньому шкодить довкіллю на суму 130 тис. грн» [32].

2. Екологічні наслідки. Видобування піску, особливо незаконне або неконтрольоване, може негативно впливати на екосистеми та спричинити значну шкоду довкіллю:

- *ерозія річкових берегів:* Видобування піску вздовж річок руйнує береги, що призводить до ерозії і зміни русел річок.
- *зміна гідрологічного режиму:* Витягування піску може змінити русло річок або водойм, впливаючи на водний баланс та зменшуючи водопостачання для зрошення або питної води.
- *зниження якості води:* Через руйнування русел річок забруднюються джерела питної води, а також зростає кількість відкладень, що негативно впливає на якість води.

- *ерозія та деградація земель*: Видобування піску може призвести до ерозії і втрати ґрунту, що ускладнює відновлення земель для сільськогосподарського або природного використання.

- *втрати родючого шару ґрунту*: При видобуванні піску часто руйнується верхній родючий шар ґрунту, який є необхідним для рослинності, що унеможливорює подальше сільськогосподарське використання земель;

- *втрата біорізноманіття*: Руйнування водних та наземних екосистем внаслідок видобування піску може призвести до втрати місць проживання багатьох видів рослин і тварин;

- *забруднення ґрунту та води*: Внаслідок видобутку піску можливе потрапляння забруднюючих речовин у ґрунт і водні ресурси, що може мати довготривалі негативні наслідки для навколишнього середовища.

3. Вплив на інфраструктуру. Незаконний видобуток піску може негативно вплинути на інфраструктуру, особливо на мости, дамби та дороги, розташовані поруч з річками або кар'єрами. Руйнування берегів може призвести до зсувів ґрунту, що підвищує ризик для цих об'єктів.

4. Відсутність ефективного контролю. Недостатній контроль з боку державних органів призводить до того, що незаконні видобувачі можуть безкарно здійснювати свою діяльність. Потрібно посилити моніторинг і збільшити відповідальність за порушення екологічних норм.

5. Економічні втрати. Незаконний видобуток піску не тільки призводить до втрат державного бюджету через недоотримані податки, але й створює нерівні умови для легальних видобувачів, що працюють відповідно до законодавства.

6. Виснаження ресурсів. Постійне видобування піску без належного управління ресурсами може призвести до їх виснаження. Це є особливо актуальним у регіонах, де видобуток здійснюється тривалий час без відновлення природного середовища.

7. Соціальні конфлікти. У деяких регіонах України незаконний видобуток піску викликає соціальну напругу, оскільки місцеві жителі

протестують проти руйнування їхніх природних середовищ і погіршення умов життя.

Для вирішення цих проблем потрібне комплексне законодавче, технічне та соціальне рішення, зокрема посилення контролю з боку держави, впровадження сталих методів видобутку та відновлення екосистем після видобутку піску.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Видобування піску на території Миколаївської області

Згідно даних управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної адміністрації добувна галузь області орієнтована на добування будівельних матеріалів, в тому числі і піску. На території області наявні 32 родовища даної мінеральної сировини [44].

Піщані кар'єри розташовані в усіх районах області, але найбільше всього їх у Вознесенському районі (рис. 2.1– рис.2.2).

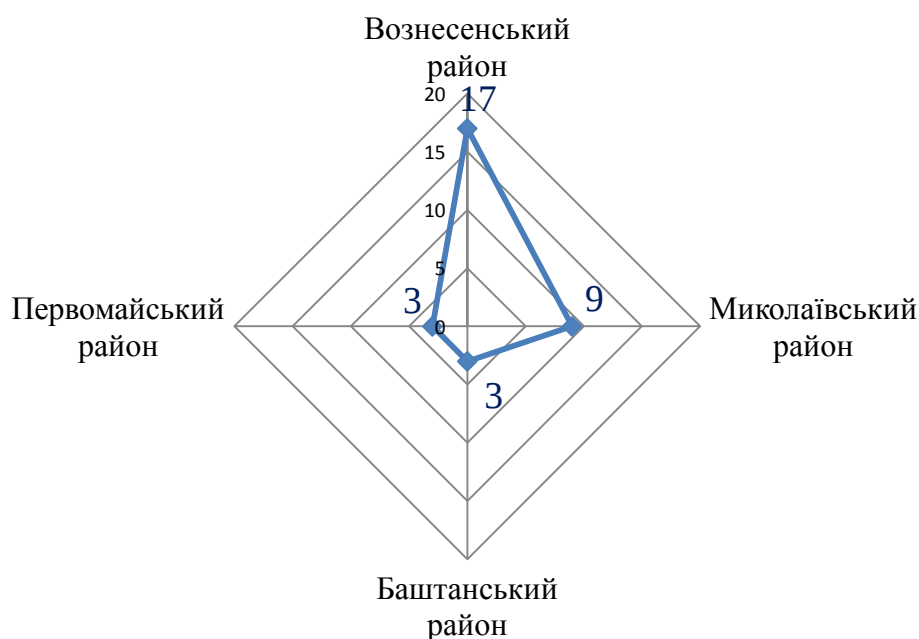


Рис. 2.1. Наявність родовищ піску в районах Миколаївської області



Рис. 2.2. Піщаний кар'єр, родовище Бузьке-2 на території Вознесенського району Миколаївської області

В Миколаївській області наявна проблема з незаконним видобутком піску. За даними Миколаївської облдержадміністрації, в області є 13 піщаних кар'єрів, які працюють незаконно.

Видобуток у Мішково-Погоріловому. Протягом багатьох років міська влада бореться з незаконним видобуванням та вивезенням піску з місцевого кар'єру, який назвали “Кораловим”. Одне з миколаївських підприємств неодноразово “ловили” на незаконному вивезенні піску з кар'єру. Власники цього підприємства подавали заяву на дозвіл законної розробки та видобутку піску. Але міська влада відхилила цю заяву. Причиною цього стала саме наявність порушення закону раніше. Мешканці селища продовжують скаржитися до поліції, що вечорами і ночами чують шум великих машин. Незаконний видобуток піску, мабуть, ніколи не припиниться.

Піщаний кар'єр у Матвіївському лісі. Так, незаконно видобувають пісок і на території Матвіївського лісу. Особливо навесні ця проблема загострюється. Великі фури в'їжджають на територію лісу, а виїжджають вже навантаженим піском. Одна така машина може вмістити до 5 тонн піску. Для лісу це справжня катастрофа. Через видобуток піску змінюється рельєф, коріння дерев оголюється спричиняється значна шкода біорізноманіттю Матвіївського лісу.

Через насадження у лісі неможливо вирити повноцінний піщаний кар'єр. Браконьєри просто риють величезні ями між деревами. Це може призвести до зсувів і підривання коренів дерев.

Мешканці Матвіївки неодноразово зверталися до поліції, до дільничного, але марно. Люди намагалися боротися самотужки. Викопували траншеї, перегороджували шлях фурам. Але все це немає сенсу. Вивезення піску продовжується.

Така сама історія відбулася й у Балабанівському лісі. Там також відбувається незаконний видобуток піску, про який усі знають і ніхто не зупиняє (рис. 2.3, рис. 2.4).



Рис. 2.3. Незаконний видобуток піску на території Балабанівського лісу



Рис. 2.4. Негативний вплив незаконного видобутку піску на лісову екосистему

Крім передмістя Миколаєва, незаконний видобуток мав місце навіть у самому Миколаєві. На мікрорайоні Намив на початку та в середині нульових років, відбувався видобуток піску. Імпровізовані кар'єри були створені на пустирі поряд із річковим портом. Якщо видобуток піску у лісах несе у собі катастрофу для флори, то на Намиві – це катастрофа для людей. Сам мікрорайон Намив був створений штучно. Його намили за допомогою піску. І вилучення цього піску з поверхні, недалеко від берега річки, загрожує розливом річки. А оскільки житлові висотні будинки знаходяться дуже близько, то може статися їхнє підтоплення. В кінці нульових видобуток припинився. Але кар'єр не засипали.

Силами правоохоронних органів та міжвідомчої комісії, створення якої ініціювала миколаївська влада, було виявлено незаконний видобуток у Первомайському, Арбузинському, Вознесенському, Березанському, Доманівському районах, Коларівській сільській громаді. У всіх цих районах були зафіксовані випадки незаконного видобутку піску. Злочинців штрафували, нараховували податковий борг, але суттєво це на ситуацію не вплинуло.

«Збитки від промислового та «чорного» видобутку копалин просто колосальний. Страждає все довкола. Відбувається руйнація ґрунту, зміна рельєфу. Так, видобуток поруч із житловими будинками може призвести до ссувів та руйнування будинків» [36].

2.2 Способи видобування піску в кар'єрах

Кар'єр – основне місце видобутку піску. Кар'єр має на увазі місце, з якого вилучаються корисні копалини, такі як: щебінь, пісок, гравій, сланець, камінь та інші копалини. Крім цього кар'єри виробляють у великій кількості вугілля, вапняк, гіпс, глину, порцелянову глину або каолін, кварцовий пісок та інше. Таким чином, кар'єри безпосередньо пов'язані із заводами з переробки копалин. До них відносяться: бетонні заводи, заводи з виробництва асфальтних та

бітумних дорожніх матеріалів, виробництво трубопроводу, виробництво бетонних блоків, цегельні та інші.

Існує два види видобутку піску. Як правило, пісок з кар'єру видобувають відкритим способом та підводним. Відкритий спосіб видобутку передбачає видобуток шляхом зняття верхнього шару ґрунту. Водний спосіб передбачає видобуток піску з-під води з річок та водойм.

Видобуток піску підводним способом. З дна річок та водоймища видобуток відбувається за допомогою спеціальної техніки, такої як: драглайн (екскаватор одноківшовий з канатним зв'язком), землечерпалки, землеснаряд, скрейпер (машина на пневмоколісному або гусеничному ході). Крім цього необхідно забезпечити і плавучу установку, таку як понтон (плавзасіб для підтримки важких речей на воді), яку можна і рухати і зафіксувати за допомогою якоря і паля і троса, яке везе на собі насос і обладнання.

Принцип дії та видобутку:

- насадка на горловині насоса опускається на дно річки чи водоймища, і пісок починає всмоктуватись у трубу (рис. 2.5);
- за допомогою механічної дробарки відбувається дроблення піску, якщо це необхідно;
- по плавучому пульпопроводу (суміш води з піском, що рухається трубопроводом) маса потрапляє до місця зберігання;
- наступним етапом йде сушіння піску на березі річки, і вода з нього знову потрапляє до річки.

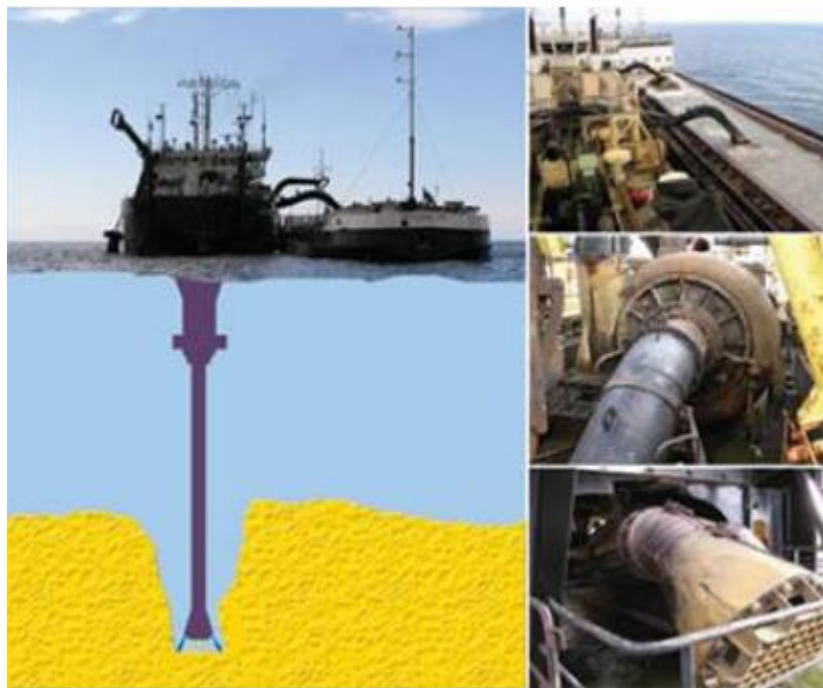


Рис. 2.5. Видобуток піску підводним способом

Пристрої для забору піску. Забір піску з води можливий також за допомогою гідроелеватора. Гідроелеватор – це пристрій, що дозволяє здійснювати забір води з глибини до 20 метрів. Пісок можна видобути і за допомогою гідромонітора, що знаходиться над рівнем води. Вода під тиском за допомогою насоса надходить у трубу і прямує на берег.

Видобуток піску відкритим способом. Пісок, який видобувають у відкритий спосіб, утворився внаслідок руйнування гірських порід. Пісок залягає як на поверхні, під шаром ґрунту чи глинистих порід, так і під ґрунтовими водами. Видобувають пісок зазвичай за допомогою екскаватора. Перед видобутком піску з кар'єру знімають верхній шар ґрунту чи глини. Якщо в кар'єрі є вода, її осушують за допомогою водовідводів. При видобутку піску в кар'єрі необхідно мати потужну техніку, таку як екскаватор, самоскид, бульдозер та інша (рис.2.6). Якщо поклади піску перебувають у височини чи горах, то проводяться косогірні роботи з видобутку піску. Кар'єрний пісок через присутність у ньому домішок зазвичай промивається, в такий спосіб відбувається його очищення та збагачення. Також пісок просіюють, сушать і

фракціонують, що дозволяє використовувати його для фільтрації води і не тільки.



Рис. 2.6. Видобування піску відкритим способом

2.3 Загальна характеристика відпрацьованого піщаного кар'єру

В кваліфікаційній роботі проведено дослідження щодо обґрунтування рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру, який розташований в Вознесенському районі Миколаївської області.

Водних об'єктів поблизу ділянки проведення робіт немає. Найближча житлова забудова розташована за 1 км на північний захід від порушеної земельної ділянки.

Фактична загальна площа всієї ділянки дорівнює 17,838 га.

Геологічні умови. Більшу частину Миколаївської області займає Причорноморська низовина, що є рівниною з нахилом у південному напрямку. Рельєф є рівниною, порізаною пагорбами, ярами, балками, річковими долинами. Північну частину території частково займають Подільська та Придніпровська височини. Тут колись були високі гори довжиною понад тисячу кілометрів. Тепер від них залишилися лише складені міцними магматичними та метаморфізованими породами Українського щита. Вони сформувалися ще в Архейський час і були зруйновані процесами вивітрювання

за більш ніж 3 мільярди років. Відроги стародавніх міцних порід подекуди виходять у вигляді скель, порогів, формуючи красиві, заповідні місця природи.

З виходом давніх магматичних та метаморфічних порід пов'язані родовища гранітів, кварцитів, гнейсів. Внаслідок їх вивітрювання утворилися білі глини – каолін, пісок, уламки міцних порід. Надалі водні потоки та вітер забирали зруйновані частинки у знижені місця – утворилися осадові породи. Наприклад, приблизно за 40 км від Миколаєва є кар'єри вапняку та глини, які служать сировиною для цементних заводів.

На древніх породах фундаменту здебільшого лежать неогенові та четвертинні лісоподібні породи, іноді зустрічаються глини, піски та супіски. Також за течією річки Південний Буг подекуди зустрічаються алювіальні глини, мергелі, трепели. Над древніми породами іноді утворюються кори вивітрювання потужністю до 5-6 м, представлені первинними каолінами та деревом. Часто корінні магматичні та метаморфічні породи сильно вивітрілі, тріщинуваті. На початку ці породи були утворені в результаті застигання магми, потім ця магма зазнала процесу метаморфізму.

Згодом поверхня щита зазнала змін. Притоки Південного Бугу на породах кристалічного фундаменту прорубали долини річок, створили гарні природні ландшафти у вигляді глибоких каньйонів з маленькими водоспадами та острівцями. Над ними височіють круті гранітні скелі.

Самі природні умови області створили сприятливі умови поширення: зсувів, підтоплення, карсту. Тому актуальним є постійний моніторинг таких небажаних інженерно-геологічних процесів та своєчасне забезпечення інженерного захисту від них. Широко розвинений на території України карст (37% площі), який пов'язаний із розчинними породами та діяльністю підземних вод та призводить до утворення порожнеч, провалів у землі. Схильні до процесу карстоутворення шари, що перешаровуються, кварц-карбонатних порід архейського віку, доломіти, доломітизовані вапняки, вапняки, карбонатизовані кварцити. При бурінні глибоких свердловин та в глибоких кар'єрах виявили

порожнечі, порожнини у породах на глибині до кількох сотень метрів. Карст переважно розвивається на контакті різних порід.

У районах поширення карсту часто карстові ями, порожнечі скидають сміття, зливають відходи каналізації, змивають мінеральні добрива. Це призводить до забруднення ґрунту, річок, а також до розширення провалів та інших деформацій земної поверхні. Внаслідок чого руйнуються будівлі та споруди.

Кліматичні умови. Вознесенський район Миколаївської області розташований у степовій зоні України, яка характеризується помірно-континентальним кліматом. Основні особливості кліматичних умов наступні (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Кліматичні умови регіону розташування піщаного кар'єру

№ з/п	Найменування показників	Значення
1	Середньорічна температура повітря	+9,0°C
2	Абсолютний максимум	+39,6°C
3	Абсолютний мінімум	-33,0°C
4	Середньорічна кількість опадів	450-500 мм
5	Середня товщина снігового покриву	11 см
6	Глибина промерзання ґрунту	18-40 см
7	Напрямок переважаючих вітрів: взимку та восени	Північно-східний
8	Напрямок переважаючих вітрів: влітку та осінню	Західний Північно-західний
9	Швидкість переважаючих вітрів	3,5-4,9 м/с
110	Відносна вологість повітря	71-75%

Літо зазвичай жарке, з середньомісячними температурами +24°C до +28°C. У пікові періоди температура може підвищуватися до +35°C і більше. Зима м'яка, з середньомісячними температурами -2°C до -5°C. Однак іноді можуть спостерігатися морози до -15°C. Перехідні сезони, весна і осінь, характеризуються помірними температурами та швидкими змінами погоди.

Середньорічна кількість опадів становить близько 450–500 мм. Основна кількість опадів випадає влітку у вигляді дощів, причому характерні короткочасні зливи. Взимку опади частіше випадають у вигляді снігу, але через м'якість зими сніговий покрив нестійкий.

Переважають вітри західного та північно-західного напрямків. Вітри бувають сильними, особливо в осінньо-зимовий період. Іноді можливі пилові бурі через сухість ґрунтів та степовий характер регіону.

Через невелику кількість опадів та високі літні температури, регіон іноді страждає від посух. Це впливає на сільське господарство, яке є основною галуззю діяльності у районі.

Гідрологічні умови. Основні водні артерії району — це річки Південний Буг та Мертвовод. Південний Буг є важливою річкою для регіону, а Мертвовод – його притока. Ці річки використовуються для зрошення, що є важливим фактором для сільського господарства в умовах недостатньої кількості опадів. Водний баланс формується переважно за рахунок атмосферних опадів, які влітку можуть бути нерівномірними. Середній річний рівень опадів складає близько 400-500 мм, що вважається недостатнім для інтенсивного землеробства без додаткового зрошення.

Регіон має багаті запаси підземних вод, що використовуються для водопостачання населених пунктів і зрошення сільськогосподарських угідь. Однак рівень підземних вод може змінюватися в залежності від кількості опадів та інтенсивності їх використання.

Залягання ґрунтових вод у Вознесенському районі Миколаївської області залежить від рельєфу, кліматичних умов і гідрогеологічних особливостей території. У цій області ґрунтові води можуть залягати на різній глибині, але загалом для південних регіонів України характерне досить глибоке залягання вод (часто понад 10 метрів). Однак у низинних ділянках або поблизу річок і водойм глибина залягання ґрунтових вод може бути меншою.

Ґрунти. Ґрунтовий покрив Вознесенського району є переважно чорноземним, що робить цю територію дуже цінною для аграрної діяльності.

Чорноземи тут середньо- та малогумусні, з високою родючістю. Однак також присутні ділянки каштанових ґрунтів, які менш родючі та вимагають зрошення і добрив для підвищення продуктивності.

Загалом, ці ґрунти добре підходять для вирощування зернових культур, соняшника, а також виноградників, проте їх продуктивність сильно залежить від наявності зрошувальних систем, враховуючи обмежену кількість природних опадів.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ

3.1 Ландшафтний підхід при рекультивації порушених земель та її екологічне значення

З метою раціонального використання земельних ресурсів та відновлення природної ландшафтної структури регіону доцільним є проведення рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру в Вознесенському районі Миколаївської області.

Рекультивація земель – це комплекс робіт, заходів (інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, сільськогосподарських, лісгосподарських та ін.), що виконуються за певний проміжок часу та спрямовані не тільки на реконструкцію окремих частин техногенних біогеоценозів або покращення стану окремих компонентів ландшафту, а на розбудову та вдосконалення всього техногенного комплексу загалом.

Як основний принцип рекультивації порушених земель слід застосовувати ландшафтний (геосистемний) підхід, тобто. розглядати об'єкт рекультивації як техногенну складову природної геосистеми, що утворилася внаслідок природокористування, антропогенного впливу та прояву стихійних процесів. При цьому слід розуміти, що наслідком рекультивації є утворення нової геосистеми (техно-природної), стійкість якої залежить від взаємодії техногенних та природних компонентів.

Наступна важлива обставина для розробки проектів рекультивації – категорія земель або їх цільове призначення: сільськогосподарські, землі поселень, промисловості (енергетики, транспорту, зв'язку тощо, іншого спеціального призначення), природоохоронних територій, лісового фонду, водного фонду тощо. Порушені землі у складі будь-якої категорії необхідно відновлювати з урахуванням їхнього майбутнього використання. Виходячи з

цього, можна сформулювати ландшафтний підхід до рекультивації порушених земель:

- на основі ландшафтного та техногенного аналізу ситуації визначають ранг положення порушеної геосистеми (фація, урочище, місцевість тощо), ступінь зміни геосистеми (умовно незмінена, слабо змінена, середньо змінена, сильно змінена) та класифікують об'єкт рекультивації;

- за матеріалами інженерних та інженерно-екологічних досліджень оцінюють характер і масштаби порушення земель, досліджують та вивчають порушені властивості геосистеми;

- на основі принципів природооблаштування розробляють проекти рекультивації під конкретну категорію земель (напрямок використання).

Склад інженерних та інженерно-екологічних вишукувань для рекультивації порушених земель визначається відповідними нормативними документами та доповнюється спеціальними дослідженнями, що впливають із призначення використання земель та виду порушених властивостей геосистеми. Залежно від рівня впливу на геосистему можуть бути порушені, зруйновані або змінені такі її властивості, як цілісність, різноманітність, функціонування, стійкість, динамічність, продукування біомаси, здатність ґрунтоутворення. Вивчення ступеня порушеності цих властивостей дає можливість оптимізувати склад рекультиваційних заходів, а застосування інженерних та інженерно-екологічних систем забезпечить стійкість новоствореної техноприродної геосистеми.

Таким чином, визначивши стан та ранг геосистеми, її зв'язки в ієрархічній структурі, ступінь зміни, види порушених та зруйнованих властивостей, приступають до розробки на основі принципів природооблаштування концепції чи схеми рекультивації порушених земель. Такі передпроектні роботи особливо необхідні великих об'єктів рекультивації, коли наслідки порушення загрожують втрати стійкості як геосистеми нижчого рангу, а й викликають негативні відгуки у системах вищого порядку. Результат передпроектних робіт – обґрунтування основних інженерних рішень для створення сталої

техноприродної геосистеми, здатної забезпечити відновлення та самоочищення порушених компонентів природи.

Подальша розробка проектів спрямована на уточнення цілей та постановки конкретних завдань, для цього виконують:

- аналіз еволюції порушених земель з метою вивчення природної трансформації компонентів у змінених геосистемах та розробки способів управління геологічними та біологічними процесами у рекультиваційний період;

- аналіз природних, технологічних та соціально-економічних умов для обґрунтування спрямування використання порушених земель;

- розробку способів рекультивації за окремими видами порушених земель, створення спеціальних інженерних та інженерно-екологічних систем з оптимізації функціонування техноприродних геосистем (комплексів).

Сформульовані методологічні положення рекультивації порушених земель ґрунтуються на нерозривності процесів, що відбуваються в геосистемах, та на вивченні міжкомпонентних переміщень речовин з метою розробки методів прогнозування та систем управління потоками речовини як усередині геосистеми, так і в її ієрархічних структурах (фації, урочище, місцевості, ландшафті) . Основою підтримки стійкого функціонування техноприродної геосистеми, створеної внаслідок рекультивації порушених земель, є забезпечення рекультиваційного режиму.

Рекультивація та технології її виконання повинні відповідати певній сукупності вимог, одночасна реалізація яких має на меті підвищити ефективність відновлення компонентів природи. Такий набір вимог називають рекул'тативним режимом (за аналогією з меліоративним режимом).

Рекультиваційний режим визначається станом порушених земель та включає такі показники:

- ерозійну стійкість поверхні землі;
- форми рельєфу та його параметри (крутість схилів, лінійні розміри елементів рельєфу, його експозицію);

- норми зняття ґрунтового шару та терміни його зберігання;
- геологічний та хімічний склад гірських субстратів та потенційно родючих порід;
- товщину ґрунтового шару, що наноситься при землеванні;
- потужність рекультиваційного шару;
- межі регулювання вологості ґрунту (субстратів) та глибини ґрунтових вод;
- спрямованість та інтенсивність водообміну між ґрунтовими та підземними водами;
- терміни затоплення та підтоплення земель;
- швидкість та напрямки руху поверхневих та підземних вод;
- значення загальної мінералізації поверхневих та ґрунтових вод;
- вміст токсичних елементів у ґрунтах, гірських субстратах, поверхневих, ґрунтових та стічних водах;
- агрохімічні показники родючості ґрунту; біологічний склад ґрунтів та поверхневих вод;
- інтенсивність формування наземної та водної біоти;
- естетичні вимоги до перетвореного ландшафту.

Кожен із наведених показників має нормовані чи орієнтовні значення, які у конкретних проектах мають бути обґрунтовані досвідом, дослідженнями, дослідженнями та прогностичними розрахунками.

Для дотримання зазначених показників рекультиваційного режиму існують різні технології, інженерні системи, способи вибіркового на окремі складові цих показників.

Рекультивація має велике екологічне значення, оскільки допомагає відновлювати порушені ландшафти, покращувати стан навколишнього середовища та забезпечувати стійке використання земельних ресурсів. Основні екологічні аспекти рекультивації наступні.

1. Відновлення екосистем. Після завершення видобутку піску кар'єри зазвичай залишаються у вигляді деградованих територій. Рекультивація

дозволяє відновити природні екосистеми, засаджуючи дерева, кущі та трав'янисті рослини, які створюють умови для повернення біорізноманіття.

2. Запобігання ерозії ґрунтів. Піщані кар'єри можуть сприяти ерозії через відсутність рослинного покриву. Рекультиваційні заходи включають насадження рослин, що закріплюють ґрунт і запобігають змиванню та вивітрюванню.

3. Покращення якості повітря. Видобуток піску часто супроводжується пилом та забрудненням повітря. Відновлення зелених насаджень сприяє очищенню повітря, зменшенню кількості пилу і поліпшенню загальної екологічної ситуації в районі.

4. Відновлення водних ресурсів. Піщані кар'єри можуть змінювати природний гідрологічний режим територій, порушуючи водні баланси та стік. Рекультивація включає заходи з відновлення природних водних шляхів і створення водойм, що сприяє збереженню водних ресурсів.

5. Створення рекреаційних зон. Відпрацьовані кар'єри часто перетворюють на штучні озера, парки, зелені зони, які використовуються для відпочинку, спорту або туризму. Це підвищує якість життя місцевих жителів та створює нові економічні можливості.

6. Створення сприятливих умов життєдіяльності місцевого населення.

7. Зниження впливу на зміни клімату. Відновлення зелених зон допомагає в поглинанні вуглекислого газу, що сприяє зменшенню викидів парникових газів та уповільненню змін клімату.

Соціально-екологічний результат рекультивації полягає у створенні сприятливих умов для життєдіяльності людини та функціонування екологічних систем у районі розміщення порушених земель та передбачає такі види:

- природоохоронний результат – усунення екологічних збитків, які заподіяні порушеними землями, у період здійснення рекультиваційних робіт незалежно від напрямку рекультивації;

- природовідновлювальний результат – створення умов у районі розміщення порушених земель після їх рекультивації, які найбільше відповідають соціально-екологічним вимогам (санітарно-гігієнічним, естетичним, рекреаційним та ін.).

Таким чином рекультивація земель забезпечує зниження впливу порушених земель на компоненти навколишнього середовища: атмосферу, поверхневі та ґрунтові води, ґрунти та ґрунти, рослинний та тваринний світ, надає сприятливий вплив на здоров'я людини та спрямована на усунення екологічних збитків. Рекультивація піщаних кар'єрів є важливим елементом екологічної політики, що сприяє відновленню природного середовища та підвищенню стійкості екосистем.

3.2 Цілі та етапи рекультивації

Цілі рекультивації порушених земель наступні:

1. Виробнича – можливість використовувати відновлену ділянку виробництва чи сільського господарства, т. е. отримання різної продукції.
2. Соціально-економічна – сприятливі умови для життєдіяльності людини та екосистем.
3. Природозахисна – відшкодування збитків навколишньому середовищу, що, своєю чергою, сприяє створенню сприятливих умов життя і екосистем.

Етапи рекультивації – комплекси робіт з рекультивації порушених земель, що послідовно виконуються. Основні етапи рекультивації наступні (рис. 3.1):

1. Підготовчий етап:

- оцінка стану території після видобутку;
- планування рекультивації з урахуванням місцевих екологічних та економічних умов;
- визначення оптимальних методів рекультивації: біологічні, технічні, змішані тощо.

2. Технічний етап:

- **планування поверхні:** вирівнювання та формування рельєфу для забезпечення стікання води, запобігання ерозії;
- **укріплення схилів:** захист від зсувів шляхом будівництва терас, підпорних стін або іншим чином;
- **засипка кар'єру:** якщо є можливість, використовуються відходи виробництва або інші матеріали для заповнення пустот;
- **поліпшення ґрунту:** додавання родючого шару для відновлення природного середовища.

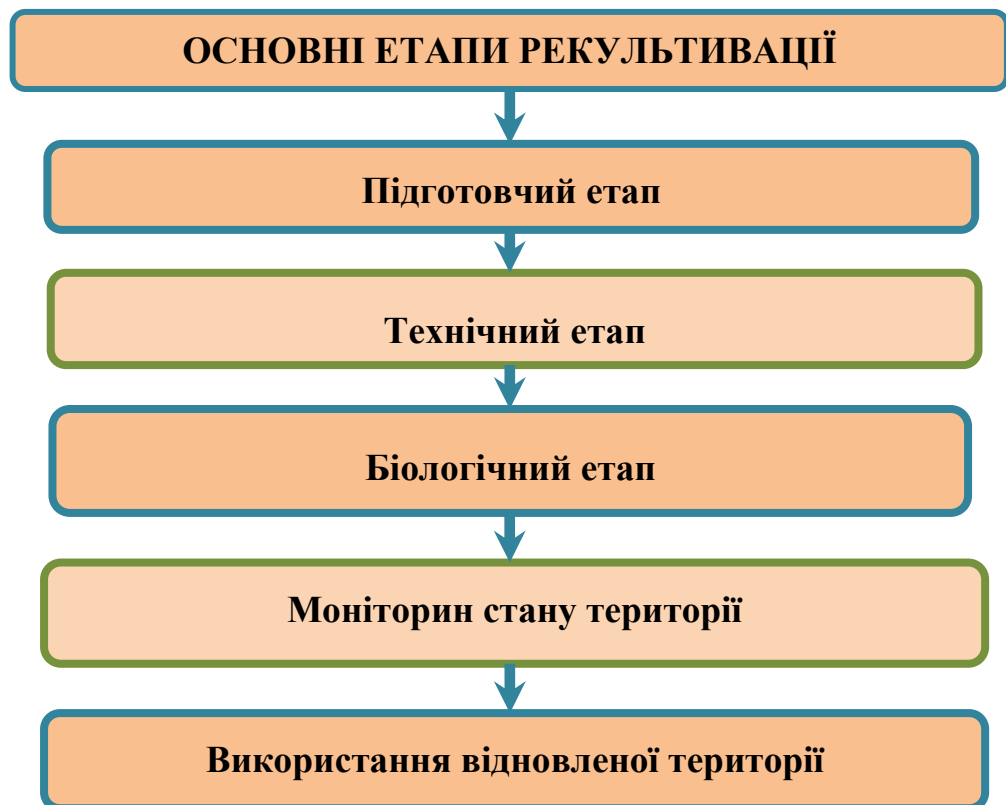


Рис. 3.1. Етапи рекультивації

3. Біологічний етап:

- **засадження рослинності:** підбір місцевих видів рослин для покращення екологічної стійкості та захисту ґрунту від ерозії;
- **відновлення фауни:** створення умов для повернення тварин і птахів у відновлену екосистему;.

- **догляд за насадженнями:** агротехнічні заходи для підвищення виживаності рослин.

4. Контроль та моніторинг:

- періодичний нагляд за станом території, зокрема за процесом відновлення рослинного покриву та екосистеми;
- внесення коригувань у випадку виявлення проблем, таких як ерозія або деградація ґрунтів.

5. Використання відновленої території. Після завершення рекультивації територія може бути використана для сільськогосподарських потреб, відпочинку або для створення лісових та природоохоронних територій.

Тривалість виконання цих етапів визначають як рекультиваційний період. Він може тривати залежно від стану порушених земель та їх цільового використання від одного до кількох років. Цей період можна визначити термінами відновлення компонентів природи. На сильно порушених землях необхідне тривале управління фізико-хімічними та біологічними процесами.

3.3 Технічний етап рекультивації

Проект рекультивації кар'єру розробляється з урахуванням природних фізико-географічних, інженерно-геологічних та гідрологічних умов, рельєфу та клімату місцевості, гірничотехнічних умов, економіко-географічних, господарських і соціально-економічних факторів.

Рекультивація земель є складовою технологічних процесів, що з порушенням земель. Заходи, що проводяться на порушених землях під час їх рекультивації, не повинні перешкоджати функціонуванню об'єктів господарської діяльності на прилеглих територіях.

До початку рекультивації порушених земель має бути проведений демонтаж (ліквідація) промислових майданчиків, транспортних (внутрішньокар'єрних доріг, з'їздів), інженерних комунікацій та інших об'єктів, необхідність яких відсутня з урахуванням обраного напрямку рекультивації, а також забезпечено видалення відходів з території, що рекультивується.

Роботи з рекультивації піщаного кар'єру здійснюються послідовно у два етапи: технічний етап та біологічний етап. Технічний етап рекультивації включає в себе заходи щодо підготовки порушених земель для подальшого використання їх у народному господарстві: для створення лісових насаджень (рис. 3.2). Біологічний етап рекультивації включає заходи щодо відновлення родючості порушених земель та фітомеліораційні заходи для подальшого лісогосподарського використання.

При лісогосподарському напрямку головною метою технічної рекультивації є приведення земель, що порушуються при розробці родовища, до стану придатного до створення лісових насаджень. На порушених землях повинен бути створений шар ґрунту, що забезпечує зростання деревно-чагарникової рослинності. Рівень ґрунтових вод має забезпечувати оптимальні умови для зростання лісогосподарських культур.

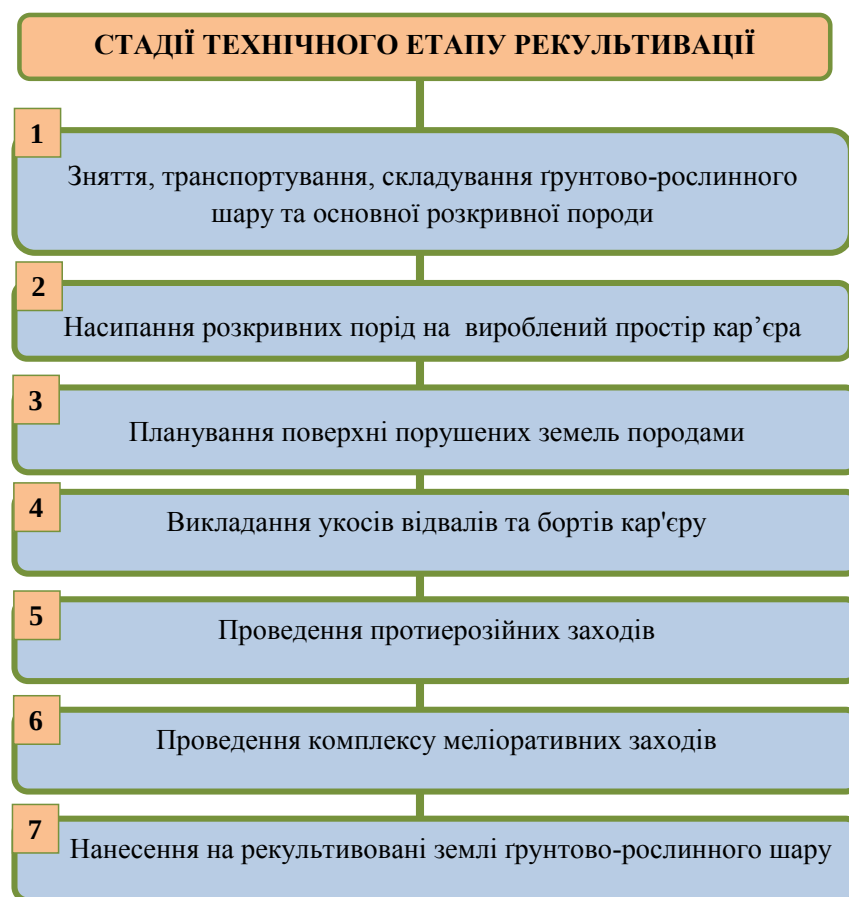
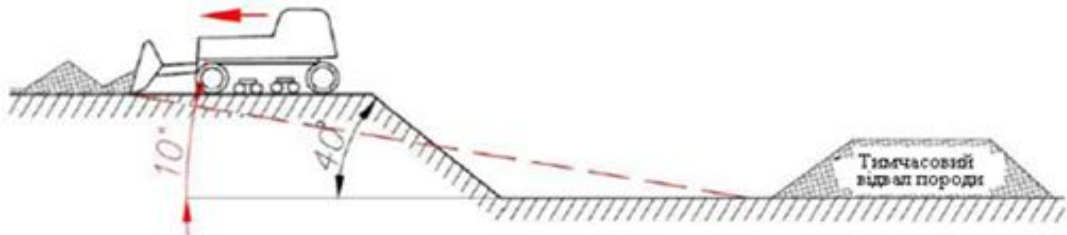


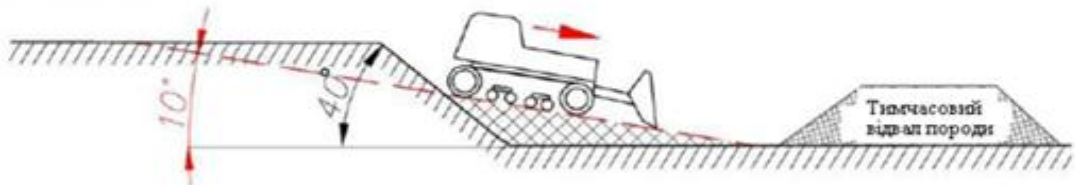
Рис. 3.2. Стадії технічного етапу рекультивації піщаного кар'єру

Згідно розробленого проекту під час проведення технічного етапу рекультивації порушених земель у лісогосподарському напрямку для створення лісових насаджень передбачено вирівнювання дна кар'єру, викладання укосів, планування прогинів, створення помірно-розчленованого рельєфу, що забезпечують безперешкодний рух техніки (рис. 3.3).

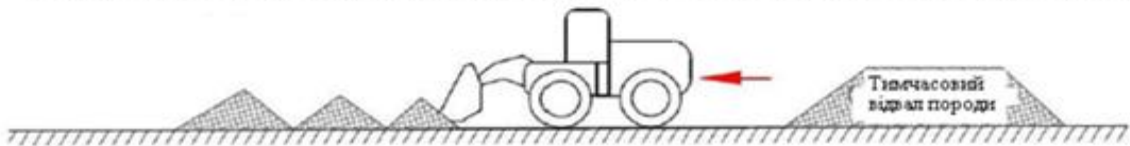
1. Зняття розкривних порід з площі виположування



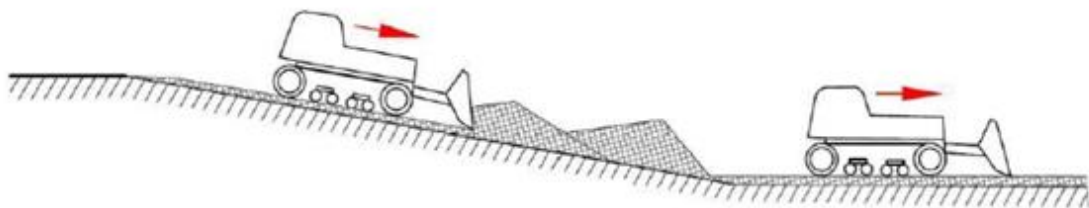
2. Виположування бульдозером бортів кар'єру



3. Переміщення розкривних порід з тимчасового відвалу на дно та укоси кар'єру



4. Планування поверхні бульдозером



5. Ущільнення та прикатування ґрунту поверхні укосів та дна кар'єру дорожнім катком

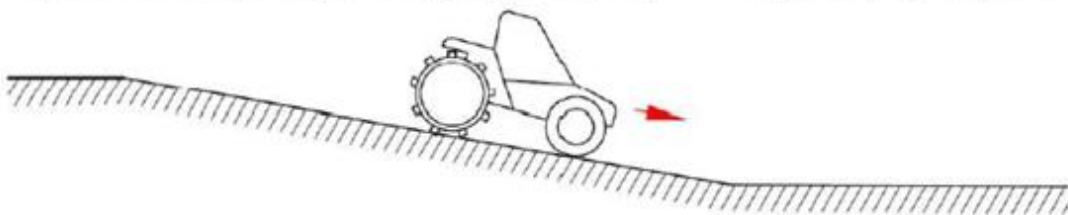


Рис. 3.3. Схема технічного етапу рекультивації відпрацьованого кар'єру

Створюваний рельєф не має замкнутих заглиблень, ухилів, що перешкоджають роботі машин та техніки. Територія захищена від надходження поверхневих вод з прилеглих територій.

Планування здійснюється у два етапи: спочатку – попереднє (грубе), через рік – остаточне.

Технічний етап рекультивації порушених земель включає роботи, необхідні для формування рельєфу місцевості та потенційно родючого шару ґрунту, і передбачає такі основні стадії:

- формування та планування поверхні та форм рельєфу (викладання укосів відвалів та виположування бортів кар'єру, засипання та планування поверхонь прогинів, вертикальне планування, профілювання, ліквідацію западин, понижень тощо);

- формування потенційно родючого шару та окультурення земель (видалення пнів, каменів, обробка купинок, дернини та ін.) для наступного етапу біологічної рекультивації.

Для проведення технічної рекультивації використовуються малопридатні ґрунти та потенційно родючі ґрунти порід основної розкриви – дуже дрібні, дрібно- і тонкозернисті піски, супіски, суглинки, а також корисна копалина, засмічена корінням дерев до глибини 0,8 м.

У процесі технічної рекультивації необхідно виконати наступний комплекс робіт:

- викладання бортів кар'єру;
- організацію рельєфу дна рекультивованого кар'єру;
- планувальні роботи з поверненням ґрунтово-рослинного шару на рекультивованій землі.

Для рекультивації порушених земель застосовуються:

- 35676 м³ – ґрунтово-рослинного шару, збереженого під час виробництва розкривних та гірничо-капітальних робіт;

- 133794 м³ – порід основної розкриви та зачистки покрівлі корисної копалини. представлених дуже дрібними, дрібно-і тонкозернистими пісками,

супісками, суглинками, а також корисними копалинами, засміченими корінням дерев до глибини 0,8 м, заскладованими при виробництві розкривних та гірничо-капітальних робіт;

- 54477 м³ – ґрунтів, що зрізуються при організації рельєфу дна, представлених мореним грубим супісками, некондиційними дуже дрібними і тонкозернистими пісками.

Загальна кількість порід для підсипки при організації рельєфу дна кар'єру та викладанні укосів становить 209190 м³ без урахування ґрунтово-рослинного шару. У тому числі на підсипку при викладанні укосів – 153 970 м³, на підсипку при організації рельєфу дна кар'єру – 55220 м³. Об'єму порід основного розкриву, зачистки і порід, зрізаних при організації рельєфу дна достатньо для виконання робіт з технічної рекультивації та створення ґрунтового шару.

Викладання укосів. З метою запобігання обвалу та створення укосів, стійких до дії водної та вітрової ерозії, борти відпрацьованого кар'єру викладаються з ухилом 18° (1:5) і менше на площах, що готуються для подальшого використання під посадку лісових культур.

У місцях під'їзду транспорту організуються під'їзні шляхи шириною не менше 5 м із зміцненням з'їзду.

Роботи з викладання відкосів виконуються бульдозером Б10М.

Загальна площа укосів, що викладаються, становить 52785 м², у тому числі – площа підсипки – 52785 м².

При викладанні укосів проводиться підсипання ґрунту обсягом 153970 м³. При розрахунку обсягів ґрунту при викладанні укосів виділено 14 ділянок для підсипання.

Підрахунок обсягів проводився методом поперечних перерізів за формулою:

$$Q = \frac{1}{2} (S_1 + S_2) \cdot L,$$

де S_1 і S_2 – поперечні перерізи ґрунту, що підсипається (зрізається);

L – середня довжина ділянки.

Поперечні перерізи підсипаного та зрізуваного ґрунту S_1 і S_2 отримані як різниця перерізів відпрацьованого борту кар'єру з кутом нахилу $35^\circ(1:1,5)$ і викладеного борту з кутом нахилу $18^\circ(1:3)$.

При зазначених параметрах різниця перерізів:

$$S = \frac{1}{2} (H^2/\text{tg } 18^\circ - H^2/\text{tg } 35^\circ) = 0,825 H^2,$$

де H – глибина розробки.

Розрахунок обсягів ґрунту, що зрізається і підсипається при викладанні відкосів, наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Розрахунок обсягу ґрунту, що зрізається і підсипається при викладанні укосів

№ ділянки	Напівсума перерізів, м ²	Середня довжина ділянки, м	Площа ділянки, м ²	Об'єм ґрунту, м ³	
				насип	виймка
1	81,81	192	6345	17424	-
2	68,4	74	2268	5607	-
3	81,09	167	5796	15084	-
4	101,61	155	5724	17478	-
5	81,09	49	1611	4374	-
6	66,96	89	2673	6624	-
7	64,17	123	3609	8793	-
8	69,12	169	5076	12996	-
9	76,41	102	3213	8631	-
10	72,72	83	2547	6687	-
11	58,14	208	5787	13428	-
12	64,89	69	2061	4995	-
13	74,97	77	2439	6372	-
14	82,62	110	3636	10080	-
Усього насип			52785	138573	-

Організація рельєфу дна рекультивованого кар'єру. Організація рельєфу дна рекультивованого кар'єру при рекультивації під посадку лісових культур виконується з метою усунення замкнутих заглиблень, великих ухилів для створення коре ненаселеного шару, а також для організації стоку дощових та снігових вод з рекультивованих площ.

Організація рельєфу дна кар'єра передбачає підсіпку знижених ділянок розкривними породами в процесі їх зняття. Фактична потужність створюваного корененаселеного шару становить 1 - 4,5 м.

Роботи з організації рельєфу дна кар'єру виконуються бульдозером Б10М. При організації рельєфу дна виділено 3 ділянки з підсіпанням ґрунту, 5 ділянок із зрізанням ґрунту та 4 ділянки з нульовим балансом земляних мас.

Обсяги ґрунту розраховуються як добуток площі ділянки на середню потужність ґрунту, що зрізається. Площі розраховуються як суми простих геометричних фігур, що вимірювалися планіметром і перевірялися за координатами.

Середні потужності отримані як різниця між відмітками підшови кар'єру після відпрацювання та відмітками дна кар'єру після рекультивації. Розрахунок обсягів ґрунту для організації рельєфу дна кар'єру наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахунок обсягів ґрунту для організації рельєфу дна кар'єру

№ ділянки	Площа ділянки, м ²	Середньоарифметична робоча відмітка, м	Об'єм ґрунту, що підсіпається, м ³	Об'єм зрізаного ґрунту, м ³
Насип				
15	10080	+1,65	17002	
16	9891	+1,55	15668	
17	13644	+1,30	18133	
Усього насип	33615		50802	
Нульовий баланс				
18	11106	0		
19	6309	0		
20	6255	0		
Усього насип	39807	0		
Зрізання				
21	11601	-1,10		13045,6
22	18513	-1,30		24600,8
23	9810	-0,80		8022,4
24	8271	-0,80		6762
25	3987	-0,80		3256,8
Усього зрізання	52182			55687,6
Разом	125604			

Організація рельєфу дна виконана таким чином, що стік поверхневих вод із більшої площі рекультивованого кар'єрного поля здійснюватиметься у північно-східному та східному напрямку - у напрямку загального зниження рельєфу прилеглої території.

Дощові та снігові води шляхом інфільтрації в піщані породи, що використовуються при організації рельєфу дна, дренуватимуться в напрямку природного розвантаження ґрунтових вод.

Планувальні роботи, нанесення родючого ґрунту. Після завершення робіт з викладання укосів та організації рельєфу дна кар'єру виконуються планувальні роботи на всій площі, що рекультивується 162252 м².

З метою створення оптимальних умов подальшого використання земель, що рекультивуються, для створення лісових насаджень, планування поверхні порушених земель передбачено здійснювати у два етапи: спочатку попереднє (грубе), через рік остаточне планування.

Планувальні роботи виконуються бульдозером. Попереднє планування виконується відповідно до плану організації рельєфу. Потім на сплановані площі наноситься родючий ґрунт потужністю не менше 0,2 м (укоси бортів відпрацьованого кар'єру, дно кар'єру, берегові укоси).

Завершальним етапом технічної рекультивації є остаточне планування земельної ділянки.

3.4 Біологічний етап рекультивації

Біологічна рекультивація є другим етапом (після технічного етапу) освоєння земель порушених у процесі господарської діяльності. Мета біологічної рекультивації – за допомогою агротехнічних заходів створити на рекультивованих землях умови сприятливі до створення лісових насаджень.

Посадка лісових культур на землях, що рекультивуються, проводиться при лісогосподарському та рекреаційному напрямах рекультивації, а також у природоохоронних та санітарно-гігієнічних цілях. Ліси на порушених землях

слід розглядати як один з основних компонентів техногенних ландшафтів, що рекультивуються, що забезпечують відновлення флори і фауни, які характерні для даної місцевості.

Лісогосподарський напрямок рекультивації передбачає створення експлуатаційних насаджень, а за потреби – лісів захисного, водорегулюючого та рекреаційного призначення. Лісові насадження експлуатаційного типу повинні мати переважне поширення у лісовій або лісостеповій зонах з метою відновлення та збільшення лісового фонду та вирощування товарної деревини. Для створення лісонасаджень експлуатаційного призначення рекомендується використовувати насамперед великомайданні відвали. При цьому рельєф поверхні відвалів, що рекультивуються, повинен бути вирівняний. Допускається створювати хвилясту поверхню, помірно розчленовану або похилий з кутами схилів, що забезпечують безпечну роботу ґрунтообробних, лісопосадочних машин і машин та догляду за посадками.

Ліси захисного, водорегулюючого та рекреаційного призначення, а також протиерозійні насадження за необхідності створюються у різних природно-кліматичних зонах. Під час підготовки відвалів для заліснення їм слід надати форму, що вписується в навколишню місцевість. Найбільший обсяг земляних робіт з вирівнювання поверхні характерний для внутрішніх відвалів, утворених за безтранспортної технології розробки. При цьому застосовується суцільне, хвилясте, часткове або комбіноване розрівнювання. При створенні масивних лісових насаджень найкращі умови для механізації лісокультурних робіт та попередження водної ерозії досягаються у разі формування рівнинно-хвилястого рельєфу з ухилами, що не перевищують 3° . При створенні невеликих за площею лісових насаджень спеціального призначення, а саме рекреаційного та ґрунтозахисного, допустимо також формування помірно хвилястого рельєфу з ухилами від 3° до 8° .

На внутрішніх відвалах з високим статичним рівнем ґрунтових вод виробляють часткове планування шляхом зрізання вершин гребенів відвалів. При комбінованому способі планування відвалів частково зрізаються вершини

гребенів та створюються горизонтальні майданчики, на яких можна висадити не менше трьох рядів лісових культур. За межами відвалів майданчики з'єднуються між собою. Мінімальна ширина майданчика 8 м. Комбінований спосіб розрівнювання дозволяє композиційно вирішувати питання ландшафтного оформлення місцевості. Поверхня відвалів, терасоподібні уступи та майданчики, що утворюються при часткових та комбінованих схемах планування за площею та формою, повинні забезпечувати нормальний прохід і роботу лісогосподарських машин та знарядь.

На відвалах, складених ґрунтосумішами з переважанням мало- і непридатних гірських порід, слід застосовувати лісонасадження, що виконують меліоративні функції, у поєднанні з необхідними заходами хімічної меліорації. У разі наявності на поверхні відвалів непридатних гірських порід повинен створюватися рекультиваційний шар, що має сприятливі лісорослинні властивості. Потужність та структура цього шару визначаються залежно від складу та властивостей гірських порід на ділянках, типу водного режиму, який встановиться після закінчення гірничо-планувальних та меліоративних робіт, та типу запланованих лісових насаджень. При відсипанні багатоярусних відвалів поверхневий шар їх укосів і бERM слід формувати з дрібнозернистого нетоксичного матеріалу, придатного для росту трав'янистої, деревної або чагарникової рослинності.

Укоси відвалів і бортів кар'єрних виїмок, які готуються для лісогосподарського використання, повинні забезпечувати їх стійкість до зсувних явищ. Залежно від умов гірничих робіт і цілей заліснення після основної усадки порід у відвалах повинно проводитися суцільне викладання відкосів відвалів та бортів виїмок, їх терасування або поєднання цих заходів, що забезпечують стійкість укосів та безпеку робіт. На породах легкого механічного складу допустима крутість укосів після викладання не повинна перевищувати 14°, а на ґрунтах важкого механічного складу – 22°.

Підбір деревних та чагарникових порід та технологія створення лісонасаджень проектується стосовно переважних типів однорідних ділянок,

виділених відповідно до класифікації гірських порід, характеру гідрогеологічного режиму, екологічних факторів. При цьому необхідно враховувати придатність гірських порід для біологічної рекультивації, природно-кліматичні умови району, тип лісових насаджень, біологічні особливості та фітомеліоративні властивості деревних та чагарникових порід. Співвідношення між головними, супутніми деревними породами та чагарниками в лісонасадженнях повинно забезпечувати їхню найбільшу біологічну сумісність і стійкість. Розміщення посадкових місць також встановлюється в кожному випадку з урахуванням типу лісопосадок, біологічних властивостей деревних і чагарникових культур, придатності до рекультивації гірських порід, форм і особливостей рельєфу ділянок, що рекультивуються, природно-кліматичних особливостей району, застосовуваних механізмів для посадки і догляду за насадженнями.

Біологічний етап рекультивації порушених земель включає комплекс агротехнічних та фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення процесів ґрунтоутворення, покращення агрофізичних, агрохімічних, біохімічних та інших властивостей ґрунту.

У разі створення на першому етапі заліснення відвалів лісомеліоративних насаджень у подальшому їх слід замінювати ціннішими породами для господарського використання. Одночасно з цим при необхідності проводиться ремонт рекультивованих площ, не погіршуючи сприятливих екологічних умов, що вже склалися, місце проживання лісової фауни. При проектуванні лісової рекультивації необхідно передбачати протипожежні заходи, особливо у лісонасадженнях, розташованих поблизу населених пунктів чи сільськогосподарських угідь, що може бути, зокрема, забезпечене створенням насаджень змішаного типу. У великих масивах хвойних та листяних порід проводяться протипожежні заходи, загальноприйняті у лісовому господарстві. Окремі ділянки відпрацьованих кар'єрних виїмок, а також замкнуті зниження, що залишаються в відвальному масиві, використовуються під протипожежні водойми з обладнаними водозабірними зонами і під'їздами.

Таким чином, рекультивацію кар'єрів залісненням проводять наступним чином: спочатку вирівнюють дно кар'єру і викладають укоси до $m = 1,5$ і більше, а при глибині кар'єру більше 5 - 6 м на укосах влаштовують берми шириною не менше 3 м через кожні 5 м за висотою. Після завершення цих робіт виконують розпушування ущільнених гірських порід на дні кар'єру, а потім висівають бобові культури, що сприяють утворенню гумусу та накопиченню азоту. Потім закладають ліс, уникаючи монокультури. Лише хвойні породи дерев не сприяють повному розвитку потенціалу території. Їх доповнюють листяними породами дерев.

При посадці змішаних порід дерев повніше формується ландшафт і забезпечується оздоровлення біотипу. Лісопосадки по периметру необхідно обсадити чагарником і низькорослими деревами, утворюючи узлісся шириною від 3 до 5 м.

На етапі біологічної рекультивації для формування кореневого шару проводять агротехнічні та меліоративні заходи, у тому числі із застосуванням сидеральних культур, що сприяють накопиченню гумусу.

На даному етапі забезпечуються біологічне доочищення ґрунтів, формування родючого шару та оструктурування ґрунту, накопичення гумусу та поживних речовин.

Для біологічної рекультивації використовуються придатні ґрунти із вмістом гумусу більше 1%, активною реакцією водної витяжки від слабокислої до лужної ($pH = 5,5 - 8,2$), незасолені.

Потужність нанесеного родючого шару відповідає потужності раніше знятого та становить 0,2 м.

Біологічна рекультивація порушених земель передбачає вирощування культур рослин, не вимогливих до ґрунтових умов, що утворюють велику вегетативну та підземну масу, що покращують структуру ґрунту, збагачують ґрунт органічними речовинами та підвищують біологічну активність поверхневого шару.

Біологічна рекультивація проводиться методами ґрунтозахисного землеробства для підвищення родючості ґрунту та його стійкості проти ерозії.

На рекультивованих землях необхідно передбачати проведення протиерозійних заходів:

- висів багаторічних трав;
- ґрунтозахисну обробку;
- снігозатримання та регулювання сніготанення;
- створення водозатримувальних та водовідвідних каналів та валів;
- посадки протиерозійних насаджень.

Внесення мінеральних добрив та вапна на кар'єрах, що рекультивуються для створення лісових насаджень, не матиме ні біологічного, ні екологічного ефекту, оскільки після випадання атмосферних опадів поживні речовини будуть винесені до нижчих шарів складових порід, куди не буде доступу слабо розвиненої кореневої системи саджанців.

Для даного проекту обрано лісогосподарський напрямок рекультивації згідно ДСТУ 7905:2015 «Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. Класифікація» та деяких методичних рекомендацій [19; 20]. При лісогосподарському напрямку рекультивації на рекультивованій території забезпечується:

- мінімальна господарська діяльність;
- надійний захист від розвитку ерозійних процесів;
- мінімальна інфільтрація атмосферних опадів в ґрунтову товщу за рахунок перехоплення води кореневою системою.

В даному проекті рекультивації передбачено створення лісопосадки протиерозійного, ґрунтозахисного призначення.

Період лісогосподарської рекультивації приймають рівним періоду розвитку лісових культур до змикання крон дерев. Фаза змикання характеризується початком змикання крон (з 5-6 року) та їх повним змиканням.

Для відновлення родючості порушених земель та поліпшення зростання лісових культур, рекультивовані землі в перший рік засівають однорічним люпином, зелену масу, якого прикочують і заорюють на початку утворення блискучих бобів (для піщаних ґрунтів) як органічне добриво.

Люпин є сидератом для піщаних ґрунтів, він сприяє формуванню їхньої структури та забезпечує родючість. Люпин ефективно працює як сидерат на піщаних ґрунтах завдяки таким властивостям:

- азотофіксуючі властивості. Люпин відноситься до бобових культур, які фіксують атмосферний азот завдяки симбіозу з бульбовими бактеріями на повітрі. Це збільшує вміст азоту в ґрунті, що особливо важливо для бідних піщаних ґрунтів;

- органічна маса. Люпин виробляє необхідну кількість біомаси. Після закладення ґрунту він розкладається, збагачуючи ґрунт органічною речовиною, покращуючи її структуру та продовжуючи утримувати її;

- глибока коренева система. Коріння люпину глибоко проникають у ґрунт, покращуючи його аерацію та сприяючи дренажу. Це особливо корисно для піщаних ґрунтів, на яких зазвичай виникають проблеми із утриманням води;

- запобігання вимиванню поживних речовин: Піщані ґрунти схильні до швидкого вимивання поживних речовин. Люпин допомагає утримувати їх, запобігаючи ерозії та виносу поживних речовин.

Найбільш ефективним вважається поєднувати люпин однорічний з вівсом посівним, який теж є зеленим добривом. Овес посівний є альтернативним сидератом для піщаних ґрунтів завдяки своїм властивостям:

- поліпшення структури ґрунту. Овес допомагає структурувати піщані ґрунти, які зазвичай характеризуються низьким вмістом органічних речовин та поганим дотриманням режиму вмісту. Коренева система вівса глибоко проникає в ґрунт, розпушуючи його та покращуючи аерованість;

- накопичення органічних речовин. Овес посівний збільшує вміст органічних речовин у ґрунті. Після закладення зеленої маси вівса в ґрунт,

органічні залишки розкладаються, збагачуючи ґрунт гумусом, що забезпечує утримання вологи та збереження живильного середовища для майбутніх культур;

- ерозійна стійкість. Овес утворює густий покрив, що дозволяє вивітрювати піщані ґрунти, а також зводить до мінімуму їхню ерозію під впливом дощу або вітру;

- зволоження та збереження вологи. Піщані ґрунти часто піддаються впливу вологи. Овес, будучи хорошим укриттям рослин, допомагає дотримуватися дотримання верхніх шарів ґрунту, що дотримується умов для зростання культур;

- пригнічення бур'янів. Овес успішно пригнічує зростання бур'янів, створюючи щільну зелену масу, що призводить до їхньої поширеності та конкуренції за ресурси;

- зниження ризику вимивання поживних речовин завдяки кореневій системі вівса (рис. 3.4).

Використання вівса як сидерату на піщаних ґрунтах не тільки покращує їхню родючість, а й створює більш стійку екосистему для майбутніх сільськогосподарських циклів.

Однак овес віддає в ґрунт надто мало азоту, тобто він є лише джерелом органічної маси, тому овес краще змішувати з якоюсь бобовою культурою. Бобові ж, дають недостатньо зеленої маси, тому поєднання вівса з бобовою культурою – просто ідеальний варіант. Витрата посадкового матеріалу приблизно така: вівса знадобиться 1 кг, а люпину близько 2 кг на кожну сотку. [52].



Люпин однорічний (*Lupinus*)



Овес посівний (*Avena sativa*)

Рис. 3.4. Рослини-сидерати

Прийнято період біологічної рекультивації тривалістю 5 років. Сидерація (запашка зеленої маси) порушених земель на першому етапі відновлення їх родючості перед посадкою лісових культур є найважливішим агротехнічним прийомом, що сприяє збагаченню ґрунту поживними речовинами. Зелені добрива збагачують ґрунт поживними речовинами та покращують водний, повітряний та тепловий режим ґрунтів.

Серед чагарників, що покращують властивості ґрунтів, рекомендуються акація жовта, звичайна обліпіха, шипшина, глід, смородина золотиста, ліщина, вільха.

Враховуючи затверджений у 2023 р. Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України «Перелік інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів» [39]. Для даного проекту рекультивації піщаного кар'єру прийнято з деревних порід висадити дворічні саджанці сосни звичайної та клена татарського. З чагарникових культур для посадки прийнята акація жовта (карагана деревовидна). Карагана застосовується для меліорації, так як покращує властивості ґрунту і закріплює піски та схили ярів (рис. 3.5, табл.3.3).



Сосна звичайна



Клен татарський



Карагана деревовидна (жовта акація)

Рис. 3.5. Деревні рослини, що використовуються у проекті рекультивації піщаного кар'єру

Таблиця 3.3. Загальна характеристика деревних рослин, що використовуються для біологічної рекультивації піщаного кар'єра

Найменування	Краткий опис	Умови вирощування	Екологічні властивості
Сосна звичайна <i>Pinus sylvestris</i>	Зазвичай досягає 25-40 м, іноді до 50 м. Стовбур прямий, покритий червонувато-коричневою корою, яка з віком стає густішою і шорсткою. Стрижнева коренева система з глибоким проникненням у ґрунт. Живе від 150 до 300 років, в деяких випадках досягала віку 500 років.	Сосна може рости на бідних та піщаних ґрунтах, а також на схилах, що робить її витривалою до різноманітних умов зростання.	Світлолюбна. Грає головну роль у лісових екосистемах. Утворює місця існування тварин та птахів.
Клен татарський <i>Acer tataricum</i>	Невелике дерево або чагарник з кількома стеблами заввишки 2-12 м. Кора тонка, бліда сіро-коричнева, гладка з темними борозенками, з віком покривається тріщинами. Є гарним медоносом.	Ввіддає перевагу піщаному, суглинистому ґрунту, який забезпечує відмінний баланс дренажу та утримання поживних речовин. Це дозволяє воді ефективно виводитися, зберігаючи при цьому необхідні поживні речовини для рослини.	Тіневитривалий, морозостійкий. добре виносить сухість і засоленість ґрунту
Карагана деревовидна (акація жовта) <i>Caragána arboréscens</i>	Листопадний чагарник, що належить до сімейства Бобові, досягає у висоту 2,8 -3, 0 м. У формі дерева акація жовта зростає до 6,5 м..	Чагарник не вимогливий до ґрунтів, добре росте на субстратах будь-якої щільності і будь-якої кислотності, крім дуже закислення ґрунтів . Може рости на піщаних ґрунтах, збагачуючи їх азотом. Не любить низинних місць, де скупчуються ґрунтові води, або куди стікає дощова вода, не росте в заболочених місцях.	Світлолюбна, пристосована до великих температурних коливань. Стійка до посухи.

Посадка лісових культур провадиться за схемою: 1 ряд клену, 6 рядів сосни, 1 ряд клену і т.д. Таким чином, кількість саджанців сосни звичайної на 1 га становитиме 6860 штук, клену татарського – 570 штук. У перші три роки культури, що не прийнялися, необхідно доповнювати в межах 15% від вихідної кількості посадкового матеріалу.

В результаті технічного етапу рекультивації, на відпрацьованому кар'єрі створюються умови сприятливі для механізованої обробки земель, що рекультивуються, і посадки на цих землях лісових культур.

Перед посадкою лісових культур проводиться розпушування ґрунту (одновідвальне оранка по дну та укосам) з метою виключення його ущільнення в місцях проїзду машин та техніки. На укосах оранка проводиться упоперек схилу з відвалом ґрунту вниз схилом. Кількість насіння та саджанців необхідна для посадки на площі 16,2252 га наведено у табл.3.4.

Таблиця 3.4. Кількість насіння та саджанців необхідна для посадки на рекультивованій площі

№	Найменування	Необхідна кількість на 1 га		Необхідна кількість на 16,2252га	
		Саджанців, штук	Насіння, кг	Саджанців, штук	Насіння, кг
1	Люпин однорічний	-	150	-	2434
2	Овес посівний	-	75	-	1217
3	Сіянці акації жовтої	1330	-	18335	-
4	Дворічні саджанці сосни звичайної	6860	-	111305	-
5	Дворічні саджанці клену татарського	570	-	9248	-
6	Доповнення культур, що не прийнялися, саджанцями сосни (15%)	1030	-	16696	-

Висаджування лісових культур проводиться ранньою весною, за сніготаненням, добре розвиненими саджанцями дворічного віку. Ручна посадка допускається лише у місцях, де робота машин утруднена. Механізована посадка культур, порівняно з ручною, забезпечує більш якісну засадку кореневої системи та більш високу приживаність посадкового матеріалу. Посадка лісових культур провадиться лісопосадковою машиною.

3.5 Контроль стану екосистеми

Контроль стану екосистеми при біологічній рекультивації піщаного кар'єру є важливою складовою успішної рекультивації і відновлення природного балансу на ділянках, що були порушені видобутком піску. Процес біологічної рекультивації включає відновлення ґрунтового покриву, висадку рослин та створення умов для повернення до екосистеми різних видів флори і фауни.

Основні методи контролю стану екосистеми під час біологічної рекультивації:

1. Моніторинг ґрунту:
 - вивчення рівня родючості ґрунту (аналіз вмісту органічної речовини, азоту, фосфору, калію);
 - визначення структури і щільності ґрунту;
 - оцінка кислотності (pH) і солоності ґрунту.
2. Аналіз біорізноманіття:
 - облік видового складу рослинності та її щільності;
 - моніторинг тваринного світу (комахи, птахи, дрібні ссавці) як індикатора стану екосистеми;
 - оцінка наявності інвазивних видів, які можуть загрожувати відновленню місцевої екосистеми.
3. Моніторинг водних ресурсів. Контроль стану підземних вод та їх рівня.
4. Ерозійні процеси:
 - спостереження за динамікою ерозії на відновлених ділянках.
 - оцінка впливу вітрової або водної ерозії на стабільність рекультивованого ландшафту.
5. Аналіз мікробіологічної активності. Оцінка рівня біологічної активності ґрунту (мікробні спільноти, грибки), що відповідають за розкладання органічних речовин та відновлення структури ґрунту.

6. Вивчення кліматичних факторів. Спостереження за змінами кліматичних умов (температура, вологість, опади) і їх впливом на розвиток екосистеми.

Ефективний контроль стану екосистеми дає можливість оперативно вносити корективи в процес рекультивації, забезпечуючи стійке відновлення порушених ділянок.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Економічне значення рекультивації відпрацьованих піщаних кар'єрів та оцінка її економічної ефективності

Рекультивація відпрацьованих піщаних кар'єрів має суттєве економічне значення для місцевих громад, підприємств та довкілля. Вона дозволяє вирішувати одразу кілька ключових проблем:

1. Повернення земель у господарське використання. Рекультивовані території можуть бути знову використані для сільськогосподарських, лісових або інших економічно вигідних цілей. Це забезпечує додаткові ресурси та доходи для місцевих громад і підприємств. Наприклад:

- сільське господарство – використання земель для вирощування сільськогосподарських культур або створення пасовищ;
- лісове господарство – відновлення лісових масивів, що забезпечує довгострокові екологічні й економічні переваги.

2. Підвищення вартості земельних ресурсів. Рекультивовані землі стають більш привабливими для інвесторів та власників бізнесу. Вартість землі підвищується, що може залучати нові інвестиції в регіон.

3. Збереження природних ресурсів та розвиток екотуризму. Рекультивовані території часто стають рекреаційними зонами або об'єктами природоохоронного значення, що може сприяти розвитку туризму. Це забезпечує нові робочі місця та джерела доходу для місцевих жителів.

4. Зниження екологічних ризиків та соціальних витрат. Нереккультивовані кар'єри можуть бути джерелами забруднення та небезпек (ерозія ґрунтів, пилоутворення, забруднення води). Рекультивація знижує ці ризики, що сприяє збереженню здоров'я населення і зменшенню витрат на екологічну ліквідацію наслідків.

5. Збільшення біорізноманіття. Відновлення земель шляхом висадження рослинності та створення сприятливих умов для фауни може призвести до збагачення біорізноманіття. Це також створює можливості для досліджень і розвитку наукових програм, що можуть мати економічний ефект через грантове фінансування.

6. Нові можливості для бізнесу. Процес рекультивації може вимагати залучення спеціалізованих підприємств та технологій, що стимулює розвиток інфраструктури, створення робочих місць та збільшення надходжень до місцевих бюджетів.

Отже, рекультивація піщаних кар'єрів сприяє як відновленню екосистем, так і створенню економічних можливостей для регіонального розвитку.

Оцінка економічної ефективності рекультивації – це визначення існуючих та можливих наслідків відновлення родючого шару ґрунту, що проявляються у сфері матеріального виробництва та впливають на екологічні та соціальні показники.

Як критерій оцінки економічної ефективності технологічних схем та засобів механізації рекультиваційних робіт слід приймати мінімум функції, що включає капітальні, експлуатаційні витрати та економічні збитки.

При визначенні ефективності рекультивації насамперед розглядаються критерії обмежуючого характеру, відповідність яким спочатку визначає можливість застосування тієї чи іншої технології відновлення порушених земель. До них належать нормативні та ресурсні критерії. Відсутність чи недостатність хоча б одного з ресурсів, як і недотримання будь-якого з нормативних критеріїв, робить нездійсненним навіть потенційно ефективний проект.

Технологія рекультивації порушених земель залежить від характеристики порушених земель (параметри техногенного рельєфу, придатність для освоєння, ступінь обводнення і т.д.), можливих напрямів рекультивації, технології розкривних та відвальних робіт, придатності розкривних порід для біологічної рекультивації тощо.

Розрахунок ефективності рекультивації для гірничодобувного підприємства зводиться до розрахунку рекультивації порушених земель та оцінки порівняльної економічної ефективності технологічних схем процесу рекультивації. Оцінка пріоритетних напрямів технічної рекультивації повинна враховувати ефективність виробничої та природоохоронної діяльності гірничодобувного підприємства.

На етапі збору інформації про географічні, технологічні, екологічні, економічні та соціальні умови розташування техногенних порожнин надр, що підлягають рекультивації, вибирається можлива технологія рекультивації на основі екологічного та економічного підходу, що забезпечує високі виробничі показники та підтримка в зоні дії гірничо-добувного підприємства, і навіть максимально можливе відтворення природних ресурсів. При цьому питання збереження поверхневого шару та ландшафту місцевості повинні вирішуватись попередньо вже на стадії вибору технології відпрацювання родовища. Можливість використання техногенних пустот та відновлення поверхні надр та ландшафту залежить від технології проведення рекультивації.

Для об'єктивного обліку витрат на рекультиваційні роботи необхідно розраховувати їх на етапах робіт: передпроектний, підготовчий, технічний, біологічний, підтримуючий.

До капітальних вкладень на рекультивацію відносять витрати на розробку проектів рекультивації, виготовлення, придбання та монтаж обладнання, а також пуск у експлуатацію спеціально створених установок. Капітальні витрати на придбання обладнання визначають, виходячи з вартості одиниці машини або механізму для рекультивації, числа машин, необхідного для зняття родючого шару, планування поверхні, викладання та трасування укосів, навантаження потенційно родючих ґрунтів, їх транспортування.

Експлуатаційні витрати на рекультиваційні роботи залежать від вартості машино-зміни прийнятого для даних робіт обладнання та річних обсягів робіт із виконання всього комплексу рекультивації. Загальні річні експлуатаційні витрати на рекультивацію складаються з таких витрат:

- на розробку ґрунтового шару;
- на навантаження ґрунтового шару у транспортні засоби;
- на транспортування;
- на планування поверхні, що рекультивується відвалу;
- на планування покладеного на поверхні відвалу ґрунтового шару;
- на викладання та терасування укосів відвалів;
- на планування покладеного ґрунтового шару на укосах та терасах відвалу;
- на хімічну меліорацію;
- на будівництво під'їзних доріг до рекультивованих ділянок.

Необхідність вирівнювання відвальної поверхні, селективної виїмки ґрунтового шару, виконання хімічної меліорації та інших робіт, пов'язаних з рекультивацією порушеної поверхні, вимагає додаткових витрат на розробку родовища корисних копалин. Ці витрати мінімальні, якщо перелічені процеси будуть складовою технології розкривних і відвальних робіт і виконуватимуться основним технологічним обладнанням кар'єру. При визначенні витрат на рекультивацію в цьому випадку необхідно враховувати тільки додаткові капітальні вкладення та експлуатаційні витрати (подорожчання вартості розкривних та відвальних робіт або укладання відходів збагачення, спричинені необхідністю виконання технічних умов рекультивації).

4.2 Визначення капітальних вкладень на рекультивацію піщаного кар'єру

Проектом рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру прийнято лісогосподарський напрямок рекультивації порушених земель. Загальна площа ділянки дорівнює 19,82. га Лісові посадки створюються на площі площі 17,138 га. Рекультивація земельних ділянок буде здійснюватись послідовно у два етапи: перший етап – технічний, другий – біологічний.

Капітальні витрати на технічний та біологічний етапи рекультивації розраховані та наведені в табл. 4.1, табл. 4.2.

Таблиця 4.1. Капітальні витрати на технічний етап рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру

№	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Кількість (площа)	Вартість одиниці робіт, грн	Загальна вартість, грн
1	Очищення ділянки від сміття	м ²	178380	17,15	3059217
2	Виположування бульдозером бортів кар'єру	м ²	178380	20,05	3576519
3	Переміщення розкритих порід бульдозером при організації рельєфу дна (зрізання)	м ²	178380	21,90	3906522
4	Переміщення розкритих порід бульдозером при організації рельєфу дна (підсипання)	м ²	178380	21,90	3906522
5	Планування поверхні бульдозером	м ²	178380	20,05	3576519
6	Ущільнення та прикатування ґрунту дорожнім катком	м ²	178380	18,65	3326787
7	Додаткові витрати	-	-	-	2135209
Всього					23487295

**Таблиця 4.1. Капітальні витрати на біологічний етап рекультивації
відпрацьованого піщаного кар'єру**

№	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Кількість	Вартість одиниці робіт, грн	Загальна вартість, грн
1	Оранка ґрунтів із боронуванням та передпосівним прикочуванням	м ²	162252	31,40	5094713
2	Культивация ґрунтів з одночасним боронуванням	м ²	162252	31,40	5094713
3	Механізований посів люпину однорічного	м ²	162252	7,90	1281791
4	Механізований посів вівсу посівного	м ²	162252	7,90	1281791
5	Скошування сидератів з подрібненням та заоранням	м ²	162252	25,89	4200704
6	Механізована посадка сіянців жовтої акації	м ²	162252	6,1	989737
7	Висаджування деревних рослин	шт	137365	10,3	1414860
8	Вартість люпину однорічного	кг	2434	30,00	73020
8	Вартість вівсу посівного	кг	1217	12,00	14604
9	Вартість сіянців жовтої акації	шт	18335	55,00	1008425
10	Вартість саджанців сосни звичайної + 15 % саджанців	шт	128001	75,00	9600075
11	Вартість клену татарського	шт	9248	65,00	601120
12	Додаткові витрати	-	-	-	2816816
Всього		-	-	-	33472368

За результатами розрахунків загальні капітальні витрати на рекультивацію відпрацьованого піщаного кар'єру становлять 56959663 грн:

технічний етап – 23487295 грн, біологічний етап – 33472368 грн. У розрахунку на одиницю площі – 3193164,21 грн/га.

Треба зазначити, що виконання рекультивації після закінчення експлуатації кар'єра пов'язано зі значно більшими витратами, ніж у процесі видобутку корисних копалин та відразу після закінчення відпрацювання кар'єру. Проте проведення рекультиваційних робіт на території відпрацьованого кар'єру є важливим природоохоронним заходом. При цьому покращується ландшафтна структура території та створюється додаткова лісова зона, що позитивно впливає на стан атмосферного повітря, мікрокліматичні умови та сприяє зниженню викидів вуглекислого газу та вирішенню проблем зміни клімату.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні положення охорони праці

В Україні питанням безпеки праці приділяється значна увага. Право працівника на безпечну працю - одне з найважливіших гарантій у сфері праці, встановлених Конституцією України.

На сьогоднішній день в країні створено розвинену законодавчу базу в галузі охорони праці, яка враховує існуючий позитивний міжнародний досвід та багаторічну практику регулювання цих питань на національному рівні. Основним нормативним документом у галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", який було прийнято у 1992 році. На підставі цього закону створено цілісну та взаємопов'язану систему управління охороною праці, яка визначає роль і завдання кожного з учасників процесу забезпечення безпечних умов праці на всіх рівнях: від національного рівня до конкретних організацій, посадових осіб та працівників. Вона дозволяє комплексно вирішувати питання забезпечення безпеки на робочих місцях, створюючи необхідні умови для реалізації права на роботу в безпечних умовах праці, а також на захист працівником своїх прав та отримання відповідних компенсацій у разі настання нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання.

Система обов'язкового страхування від нещасних випадків на виробництві, що формується за рахунок внесків роботодавців, забезпечує соціальний захист працівників, які отримали виробничу травму або професійне захворювання.

На законодавчому рівні врегульовано питання навчання працівників та керівників з питань охорони праці, проведення медичних оглядів працюючих, надання засобів індивідуального та колективного захисту, розслідування нещасних випадків на виробництві.

Заходи забезпечення безпечної праці є невід'ємною частиною загальної системи управління організацією. У роботі враховуються особливості конкретного підприємства, ті ризики, із якими пов'язані здійснювані у ньому виробничі процеси. Врахувати ці особливості та забезпечити комплексну роботу з управління ризиками в галузі охорони праці покликана система управління охороною праці. Закон України "Про охорону праці" зобов'язує роботодавця розробляти, впроваджувати та підтримувати функціонування системи управління охороною праці.

Весь комплекс заходів у галузі охорони праці, від ухвалення законодавства та розробки систем управління охороною праці до державного нагляду та громадського контролю, спрямований на вирішення одного головного завдання – скорочення виробничого травматизму та забезпечення безпечних умов праці.

5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників

Рекультивация піщаних кар'єрів – це важливий етап в екологічному відновленні територій після видобутку піску. Однак, цей процес може супроводжуватись різними шкідливими та небезпечними виробничими чинниками:

1. Запилення. Під час рекультивації може відбуватись підняття пилу, що негативно впливає на якість повітря та здоров'я людей і тварин.

2. Вибухові роботи. Якщо використовуються вибухові речовини для руйнування скель, це може призвести до небезпеки для працівників і навколишнього середовища.

3. Використання хімікатів. Для покращення родючості ґрунту можуть застосовуватись різні хімікати, що можуть бути токсичними для рослин, тварин і людей.

4. Забруднення води. Рекультиваційні роботи можуть призвести до забруднення підземних та поверхневих вод, особливо якщо піщані кар'єри розташовані поруч з водними ресурсами.

5. Травмування працівників. В процесі рекультивації можуть статися нещасні випадки через використання важкої техніки, недостатнє навчання працівників або недотримання техніки безпеки.

6. Шумове забруднення. Використання важкої техніки може створювати значний шум, що негативно вплине на навколишнє середовище та здоров'я людей.

7. Токсичні відходи. Якщо під час видобутку були накопичені небезпечні відходи, їх неправильна утилізація може призвести до забруднення території.

Основні небезпечні виробничі чинники під час роботи устаткування та машин наведено в табл.51. Об'єктом уваги тут виступає техніка, яка застосовується на відкритих гірничих та рекультиваційних роботах.

Таблиця 5.1. Основні небезпечні виробничі чинники при роботі машин та іншої техніки

Види робіт	Характер порушень	Основні небезпечні виробничі чинники
Виїмкові роботи	Знаходження поблизу екскаватора під час його роботи.	Рухомі та обертові механізми, випадання гірської маси з ковша.
Транспортні роботи	Знаходження поблизу екскаватора в момент його навантаження, розвантаження, а також під час його руху.	Випадання гірської маси або ґрунту з ковша екскаватора та кузова автосамоскида
Відвалування	Знаходження поблизу бульдозера під час його роботи.	Рухомі та обертові механізми
Електропостачання	Знаходження поблизу конструкцій, що знаходяться під високою напругою, поблизу струмоведучих частин.	Ураження електричним струмом, вплив електромагнітного поля

5.3 Визначення рівнів шуму при роботі техніки під час проведення рекультиваційних робіт

Акустичний розрахунок рівнів шуму техніки, що використовується при проведенні рекультиваційних робіт, виконується в наступній послідовності:

- виявлення джерел шуму та визначення їх шумових характеристик;
- вибір розрахункових точок;
- визначення шляхів поширення шуму від джерела до розрахункової точки;
- визначення очікуваних рівнів шуму у розрахунковій точці.

Під час проведення рекультиваційних робіт використовується техніка, зазначена у табл. 5.2.

Таблиця 5.2. Перелік техніки і обладнання

Найменування техніки	Кількість, од.
Самоскид 6520, 16 м ³	22
Контейнеровоз на базі самоскиду	22
Бульдозер	1
Екскаватор	1

Середня тривалість знаходження автоспецтехніки на робочому об'єкті становить близько 8 годин.

Шумові характеристики дизельних двигунів використовуваної спецтехніки та автотранспорту прийняті стосовно рівня звукового тиску автомобілів з дизельними двигунами. Для механізмів, що мають однакові еквівалентні та максимальні рівні звуку, підсумовування рівнів проводиться за формулою (5.1).

$$L_{\text{сум}} = L_{\text{ро}} + 10 \lg n, \quad (5.1)$$

де $L_{\text{ро}}$ – рівень звуку джерела, дБА;

n – кількість джерел однакової звукової потужності.

Результати розрахунків представлені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Значення октавних рівнів звуку для механізмів

Механізми	Рівень звукової потужності (дБА, дБА/м, дБА/м ²) в октавних смугах со середньо геометричними частотами, Гц									Максимальний рівень звуку $L_{\text{Амакс}}$ (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Самоскид	89	89	86	86	95	92	84	78	71	95,55
Бульдозер	0	94,9	97,8	100,6	102,8	103,7	102,8	100,6	97,8	108,95
Екскаватор	0	89,4	92,3	95,1	97,3	98,2	97,3	95,1	92,3	103,45

Визначення очікуваних рівнів шуму в розрахункових точках. Об'єкт рекультивації – земельна ділянка, порушена кар'єрною виїмкою, в якій здійснюється видобуток гравію, піску, глини відноситься до об'єктів IV класу із санітарно-захисною зоною рівною 100 м. Населених пунктів поблизу об'єктів рекультивації немає.

Для визначення меж зони акустичного дискомфорту нижче виконано розрахунок октавних рівнів звукового тиску для розрахункових точок, розташованих на межі санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Розрахунок рівня звуку в розрахунковій точці проводиться за формулою 5.2

$$L_A = L_A - 20 \lg r / r_0 - L_{\text{пов}} - \mu_{\text{зел}}, \quad (5.2)$$

де L_A – рівень звук звуку, дБА;

r – відстань від джерела шуму до розрахункової точки;

r_0 – відстань щодо базових шумових характеристик механізмів, рівну 7,5 м;

$L_{\text{пов}}$ – зниження рівня звуку за рахунок лісонасаджень, дБА;

$\mu_{\text{зел}}$ – зниження шуму лісонасадженнями.

Послідовність розрахунку наступна:

- визначається рівень звуку у розрахунковій точці від групи механізмів (сумарного джерела шуму);

- визначається додаткове зниження рівня шуму за рахунок поверхні землі, покритої деревною рослинністю з щільним листям.

Наведені в табл. 5.4 дані показують, що еквівалентний та максимальний рівень звуку в розрахункових точках на межі СЗЗ (100 м) не перевищують нормативних значень.

Таблиця 5.4. Рівень звукового тиску у розрахункових точках

Точка	Тип	Рівень звукового тиску, дБ									
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LA, дБА
1	СЗЗ	35,3	38,1	38,8	39,7	42,7	41,4	37,7	28,4	0,1	45,2
2	СЗЗ	33,3	36,8	37,9	40	42,7	41,6	38,1	29,1	0	45,4
3	СЗЗ	30,6	34,3	35,5	36,4	38,5	37,2	33,1	21,3	0	40,9
4	СЗЗ	33,4	37,4	38,8	39,8	42,2	41,3	38	28,9	1,6	45,1
5	СЗЗ	29,5	33,7	35	35,9	37,9	36,6	32,5	20,4	0	40,3
6	СЗЗ	30,2	35	36,6	37,7	39,8	38,9	35,5	24,7	0	42,6
7	СЗЗ	35	40,7	42,6	45	47,3	47,1	44,9	38,9	21,5	51,2
8	СЗЗ	34,7	40,5	42,4	44,8	47,2	47	44,7	38,6	21,1	51,1
9	СЗЗ	39,6	44	45,5	46,7	49,4	49,1	46,7	40,7	26,3	53,2
10	СЗЗ	39,3	41,6	42,1	43	46,5	45,3	42	34,3	13,9	49,2

Джерелами шуму на ділянці проведення робіт з рекультивації буде шумне обладнання (автоспецтехніка), що працює на відкритих майданчиках. Вплив у період проведення робіт можна віднести до короткочасного та допустимого.

Щодо мінімізації фізичних факторів впливу на довкілля проектними рішеннями передбачається за фактором шуму та вібрації – застосування обладнання з низькими шумовими характеристиками.

5.4 Вимоги техніки безпеки

Загальними заходами з охорони праці під час рекультивації піщаних кар'єрів є:

- інструктаж працівників. Перед початком робіт усі співробітники мають бути проінструктовані за безпечними методами їх ведення;

- використання засобів індивідуального захисту. Перед початком роботи потрібно надіти засоби індивідуального захисту, ознайомитися з маршрутом руху агрегату, перевірити наявність та справність інструменту, інвентарю та пристроїв;

- відпочинок та прийом їжі. Їх слід влаштовувати у вагончиках або спеціально обладнаних місцях з навісом і блискавкозахистом. Не рекомендується відпочивати під транспортними засобами та машинами, у високій траві, чагарнику та інших місцях, де можливий рух машин;

- припинення робіт під час грози. На час грози всі види польових робіт потрібно припинити та сховатись у спеціально обладнаному місці для відпочинку;

- підготовка ділянки. Перед проведенням механізованих робіт з відпрацювання ґрунту, внесення добрив та посіву ділянку потрібно підготувати: прибрати велике каміння, засипати ями, розставити попереджувальні знаки у небезпечних місцях.

Також ділянки рекультивації мають бути огорожені сигнальними огорожами та знаками безпеки.

Вантажні та транспортні роботи на кар'єрі в процесі гірничотехнічної рекультивації порушених земель повинні проводитися у суворій відповідності до законодавчих вимог.

Під час виконання робіт необхідно витримувати прийняті значення елементів системи розробки та екскаваторних вибоїв, а маркшейдерській службі контролювати відповідність їх прийнятим рішенням.

Забороняється робота на несправних машинах та механізмах.

Забороняється проводити ручне змашування машин та механізмів на ходу та використання відкритого вогню та паяльних ламп для розігріву олій та води.

Забороняється рух бульдозера у призмi обвалення уступу.

Не дозволяється залишати бульдозер (трактор) з працюючим двигуном та піднятим лемешом. При роботі бульдозера заборонено ставати на підвісну раму та лемеш.

Не допускається робота бульдозера впоперек крутих схилів при кутах, що не передбачені інструкцією заводу-виробника.

Заборонено роботу на бульдозері без блокування, що виключає можливість запуску двигуна при включеній коробці передач, та за відсутності пристрою запуску двигуна з кабіни.

Ремонт, змащування та регулювання бульдозера повинні здійснюватися на горизонтальному майданчику; при цьому двигун бульдозера повинен бути вимкнений, а лемеш опущений на землю або спеціально призначену опору.

Заборонено перебувати під піднятим лемешом бульдозера. Для огляду лемеша знизу слід опустити на надійні підкладки, а двигун бульдозера вимкнути.

У разі аварійної зупинки бульдозера на похилій площині повинні бути вжиті заходи, що унеможливають його мимовільний рух під ухил.

Весь персонал, який працює на кар'єрі, має бути атестований за правилами протипожежної безпеки.

Все гірське обладнання на кар'єрі має бути оснащене вогнегасниками.

Зберігання бензину та інших легкозаймистих речовин на машинах забороняється.

Зберігання ПММ та ганчір'я на машинах повинно здійснюватися у спеціальних металевих закритих ящиках.

У місцях зберігання ПММ та інших горючих матеріалів мають бути встановлені попереджувальні знаки про заборону застосування відкритого вогню та куріння.

Під час роботи екскаватора з ємністю ковша менше 5,0 м³ його кабіна повинна бути осторонь, протилежної вибою.

Роботи повинні вестись відповідно до паспортів, затверджених головним інженером підприємства, що визначають допустимі розміри робочих майданчиків, берм, кутів укосу уступу, висоту уступу, відстань від гірничого обладнання до бровок уступу.

Паспорти вибоїв мають бути на машинах (екскаваторі, бульдозері, навантажувачі).

До роботи повинен допускатись персонал, атестований за правилами експлуатації екскаваторів.

На підприємстві повинні дотримуватись графіки планово-попереджувальних ремонтів гірничого обладнання. Перевірка справності гірничого обладнання має здійснюватися щодня машиністами, щотижня – механіком, щомісяця – головним механіком.

Пeregін обладнання має здійснюватися за проектом (паспортом) виконання робіт.

Поздовжній профіль внутрішньокар'єрних автошляхів та заїздів на уступи для застосовуваного типу автосамоскидів встановлено з умов забезпечення безпеки руху з ухилом до 80 %.

У межах уступів ці дороги розміщуються поза призмою обвалування і з боку нижчого укосу повинні мати огорожу у вигляді ґрунтового валу заввишки не менше 1,0 м.

У літню пору року для запобігання пилоутворенню автодороги мають поливатися водою. У зимову пору року автодороги повинні систематично очищатися від снігу та льоду та посипатися піском.

На підприємстві має бути організований нагляд та контроль за забезпеченням безпеки руху.

До управління кар'єрними автосамоскидами повинні допускатися водії, які пройшли теоретичну та практичну підготовку і здали технічний мінімум за правилами експлуатації та техніки безпеки, а також пройшли не менше ніж 2-тижневе стажування.

Повинен здійснюватись систематичний контроль за технічним станом транспорту перед виїздом на лінію та при поверненні до місця стоянки. Допуск водіїв до виїзду на лінію здійснюється після проведення медичного огляду передрейсу.

Швидкість та порядок руху автомашин повинні бути встановлені адміністрацією підприємства та відображені в інструкції з техніки безпеки під час роботи в кар'єрі та на відвалі.

Рух на дорогах у кар'єрі має здійснюватися без обгону та регулюватися встановленими стандартними знаками, передбаченими «Правилами дорожнього руху».

При роботі автомобіля у кар'єрі заборонено:

- рух автомобіля з піднятим кузовом;
- рух заднім ходом до місця навантаження на відстань понад 30 м;
- перевозити сторонніх осіб у кабіні. Дозволяється проїзд у кабіні особам технічного нагляду та окремим робітникам за наявності у них письмового дозволу адміністрації та місця у кабіні;
- залишати автомобіль на схилах та підйомах. У разі зупинки автомобіля на підйомі або ухилі внаслідок технічної несправності, водій зобов'язаний вжити заходів, що унеможливають мимовільний рух автомобіля: вимкнути двигун, загальмувати машину, підкласти під колеса упори тощо;
- виконувати запуск двигуна, використовуючи рух автомобіля під ухил.

При русі автомобіля заднім ходом повинен подаватися безперервний звуковий сигнал, а під час руху заднім ходом автомобіля вантажопідйомністю 10 тонн і більше звуковий сигнал повинен включатися автоматично.

Весь парк технологічного транспорту має бути оснащений вогнегасниками.

Весь персонал, який працює на кар'єрі, має бути атестований за правилами протипожежної безпеки.

Разовий заїзд у кар'єр автомобілів, тягачів, вантажних та підйомних машин та інших видів транспорту, що належать іншим підприємствам та організаціям, допускається лише з дозволу адміністрації підприємства після обов'язкового інструктажу водія чи машиніста із записом у спеціальному журналі.

При в'їзді на територію підприємства має бути встановлений попереджувальний аншлаг.

На кар'єрах пожежі можуть виникнути на наступних об'єктах:

- у вагоні-побутівці, призначеному для обігріву та укриття від дощів робітників на кар'єрі;
- пожежі на технологічному устаткуванні.

Вагон-побутова за пожежною небезпекою відноситься до приміщень категорії «Д». У цьому приміщенні можуть виникнути пожежі категорії «А». Відповідно до Правил пожежної безпеки приміщення категорії «Д» вогнегасниками не оснащуються, оскільки площа його не перевищує 100 м². У той же час, вогнегасники передбачено розмістити на пожежному щиті, який передбачено розташувати на відстані до 50 м від зазначеного приміщення. Тип пожежного щита ЩП-А.

Оснащеність пожежного щита вогнегасниками становила 1 пінний вогнегасник.

Пожежі категорії "В" можуть виникнути на технологічному обладнанні.

Для гасіння пожеж на технологічному устаткуванні передбачено оснащення парку обладнання вогнегасниками.

Передбачено оснащення всього технологічного автотранспорту, що використовується вогнегасниками.

ВИСНОВКИ

1. На території Миколаївської області наявні 14 родовищ піску, який використовується для виробництва бетону та будівельних розчинів, і 18 родовищ піску, який використовується для виробництва силікатних блоків. Піщані кар'єри розташовані в усіх районах області, але найбільше всього їх у Вознесенському районі – 17 родовищ. В Миколаївській області існує проблема з незаконним видобутком піску. За даними Миколаївської облдержадміністрації, в області є 13 піщаних кар'єрів, які працюють незаконно.

2. В кваліфікаційній роботі розроблено проект рекультивації відпрацьованого піщаного кар'єру, який розташований в Вознесенському районі Миколаївської області з метою раціонального використання земельних ресурсів та відновлення природної ландшафтної структури регіону. Фактична загальна площа всієї ділянки дорівнює 17,84 га. Середня глибина виробленого кар'єру становить – 10,9 м. Роботи з рекультивації піщаного кар'єру здійснюються послідовно у два етапи: технічний етап та біологічний етап для подальшого лісогосподарського використання.

3. Рекультивація має велике екологічне значення, оскільки допомагає відновлювати порушені ландшафти, покращувати стан навколишнього середовища та забезпечувати стійке використання земельних ресурсів. Основні екологічні аспекти рекультивації наступні: відновлення екосистем, запобігання ерозії ґрунтів, покращення якості повітря на прилеглих територіях, створення сприятливих умов життєдіяльності місцевого населення, зниження впливу на зміни клімату.

4. Згідно розробленого проекту під час проведення технічного етапу рекультивації порушених земель передбачено вирівнювання дна кар'єру, викладання укосів, планування прогинів, створення помірно-розчленованого рельєфу, що забезпечують безперешкодний рух техніки. Для проведення технічної рекультивації використовуються малопридатні ґрунти та потенційно родючі ґрунти порід основної розкриви – дуже дрібні, дрібно- і тонкозернисті піски, супіски, суглинки, а також корисна копалина, засмічена корінням дерев до глибини 0,8 м.

5. Біологічний етап рекультивації порушених земель включає комплекс агротехнічних та фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення процесів ґрунтоутворення, покращення агрофізичних, агрохімічних, біохімічних та інших властивостей ґрунту. Як сидерати використовуються люпин однорічний і овес посівний. Таке поєднання є найбільш ефективним для покращення властивостей піщаних ґрунтів і суглинків. Зелені добрива збагачують ґрунт поживними речовинами та покращують водний, повітряний та тепловий режим ґрунтів.

6. Для даного проекту рекультивації піщаного кар'єру прийнято з деревних порід висадити дворічні саджанці сосни звичайної та клена татарського. З чагарникових культур для посадки прийнята акація жовта, яка застосовується для меліорації, так як покращує властивості ґрунту і закріплює піски та схили ярів. Посадка лісових культур провадиться за схемою: 1 ряд клену, 6 рядів сосни, 1 ряд клену. Таким чином, кількість саджанців сосни звичайної на 1 га становитиме 6860 штук, клену татарського – 570 штук.

7. Контроль стану екосистеми при біологічній рекультивації піщаного кар'єру є важливою складовою успішної рекультивації і відновлення природного балансу на ділянках, що були порушені видобутком піску. Основні методи контролю стану екосистеми включають: моніторинг ґрунту (аналіз вмісту органічної речовини, азоту, фосфору, калію, рН, структура); аналіз біорізноманіття; контроль стану підземних вод та їх рівня; контроль ерозійних процесів.

8. Виконання рекультивації після закінчення експлуатації кар'єра пов'язано зі значними витратами. За результатами розрахунків загальні капітальні витрати на рекультивацію відпрацьованого піщаного кар'єру становлять більше ніж 56,96 млн. гривень. Проте проведення рекультиваційних робіт на території відпрацьованого кар'єру є важливим природоохоронним заходом. При цьому покращується ландшафтна структура території району та створюється додаткова лісова зона, що позитивно впливає на стан атмосферного повітря, мікрокліматичні умови та сприяє зниженню викидів вуглекислого газу і вирішенню проблем зміни клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агролісомеліорація : практикум / С.В. Роговський, І.Д. Василенко, В.М. Черняк, В.М. Хрик; за заг. ред. В.Ю. Юхновського. К. : Фітосоціоцентр, 2011. 292 с.
2. Аналіз ринку річкового піску в Україні. 2021 рік. URL:<https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-rechnogo-peska-v-ukraine-za-2018-1-pol-2021-gg-2021-god>.
3. Бойко Т.О., Бойко П.М., Плугатар Ю.В. Екологічне лісознавство. Навчальний посібник. Видання 2-ге, доповнене і перероблене. 2019. 268 с.
4. Бондар О.І., Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова) Навчальний посібник. 2021. 372 с.
5. Бондар О.І., Унгурян П.Я., Сухіна О.М., Улицький О.А. Екологізація гірничодобувного виробництва: рентні відносини Монографія. 2021. 300 с.
6. Бровко Ф.М., Бровко Д.Ф. Оптимізація водно-фізичних властивостей піщаних ландшафтів для потреб озеленення та лісорозведення. *Науковий вісник НАУ*. Київ, 2002. Вип. 50. С.255–260.
7. Бровко Ф.М. Лісова рекультивація відвальних ландшафтів Придніпровської височини України. К. : Арістей, 2009. 264 с.
8. Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmdd/vaganov_inzhenerna_geologiya/index.html.
9. Варламова І.С. Еколого-економічна безпека України: сучасні реалії та розвиток Монографія. 2020. 316 с.
10. Видобуток природного піску. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-2132-1.html>.
11. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008 [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 74 с.

- 12.Відкриті гірничі роботи: Ч. I. Процеси відкритих гірничих робіт: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво»/ О.О.Фролов, Т.В.Косенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 151 с.
- 13.Войтків П.С. Технології захисту та відновлення ґрунтів: методичний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 104 с.
- 14.Волох П. В., Узбек І.Х. Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони степу України. 2010. С. 39–47.
- 15.Геологія з основами мінералогії / за ред. П. В. Заріцького, Д. Г. Тихоненка; ред.-укл. М. О. Горін. Х. : Майдан, 2009. 584 с.
- 16.Дзядикевич Ю. В., Гевко Р.Б., Розум Р.І. та ін. Економіка довкілля і природних ресурсів: монографія. Тернопіль: Астон, 2016. 392с.
- 17.Дерева, чагарники, ліани в ландшафтній архітектурі / В.П. Кучерявий, Р.Б. Дудин, Н.П. Ковальчук, О.С. Пилат. Львів : Кварт, 2004. 138 с.
18. Дорогунцов С.Л., Хвесик М.А., Горбач Л.М., Пастушенко П.П. Екосередовище і сучасність. Т.1: Природне середовище у сучасному вимірі: Монографія. Київ: Кондор, 2006. 424 с.
19. ДСТУ 7905:2015. Захист довкілля. Придатність порушених земель до рекультивації. Класифікація [Чинний з 01.07.2016].Київ: УкрНДНЦ, 2016. 12 с.
- 20.Дударєва Г.Ф., Дудерєв Д.В.Меліорація та рекультивація земель: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2018. 80 с.
- 21.Екологія з основами біобезпеки. частина 1. інгредієнтне забруднення: навчальний посібник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В. та ін. 2019. 196 с.
22. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними : навчальний посібник / І.Д. Примак та ін. Біла Церква : БАУ, 2001. 392 с.
- 23.Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 року №962-ГУ.

24. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. №1264. Відомості Верховної Ради України , 1991, № 41, ст.546.
25. Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992. Відомості Верховної Ради (ВВР), 1992, № 49, ст.668.
26. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 22.02.2002, № 2918-Ш.
27. Заїченко В. І. Безпека праці в будівництві. Конспект лекцій. Харків: ХНУМГ, 2014. 98 с.
28. Інженерний захист та освоєння територій. Довідник Київ: “Основа“, 2000. 344 с.
29. Коваленко М.Г. Функції міських зелених насаджень та їх нормування. *Містобудування та територіальне планування*. КНУБА. 2015. Вип. 55. С 194–201.
30. Лісові культури /Гордієнко М.І., Гузь М.М., Дебринюк Ю.М., Маурер В.М. Львів: Камула, 2005. 608 с.
31. Лісові меліорації: підручник / О.І Пилипенко, В.Ю. Юхновський, С.М. Дударець, В.М. Малюга. Київ : Аграрна освіта, 2010. 282 с.
32. Мальований А. Як знищують довкілля заради піску? Інтерфакс Україна, 2021. URL: <https://interfax.com.ua/news/blog/763765.html>.
33. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ : ЦП "Компринт". 328 с.
34. Моніторинг та охорона земель. Практикум : навчальний посібник / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна. Вид. 2-ге, перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.
35. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації : навчальний посібник. Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. 224 с.
36. Надра Миколаївщини. URL: <https://mykolaiv.name/uk/eternal-2139-nadra-mykolayivshhyny>.

37. Організація наглядової діяльності в галузі охорони праці: навч. посіб. / Филипчук А. С., Ткачук К. Н., Зеркалов Д. В., Полукаров О. І., Полукаров Ю. О., Кружилко О. Є. Київ: Основа, 2014. 261с.
38. Панас Р. Н. Рекультивація земель : навч. посіб. Львів, 2003.
39. Перелік інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 03.04.2023 № 184. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text>.
40. Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Ведмідь М.М. Системи захисту ґрунтів від ерозії : підручник. Київ: Златояр, 2004. 436 с.
41. Попов А.С. Управління земельними ресурсами : навч. посіб. Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2022. 214 с.
42. Правила розроблення робочих проектів землеустрою. Постанова Кабінету Міністрів України № 86 від 02.02.2022. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP220086?an=1>.
43. Рокочинський А.М., Живиця В.А., Волкова Л.А. та ін. Інженерний захист територій. Навчальний посібник. 2020. 412 с
44. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2023 році. Миколаїв: Управління екології та природних ресурсів Миколаївської державної військової адміністрації, 2024. 212 с.
45. Рекультивація земель : конспект лекцій / уклад. Н.Г. Онищенко. Харків : ХНУБА, 2014. 78 с.
46. Рекультивація і охорона земель. Практикум : навч. посіб. / Н.В. Ворошилова, Л.В. Доценко, В.В. Кацевич. Херсон : Олді+, 2022. 164 с.
47. Рекультивація та фітомеліорація. Навчально-методичний посібник / В.П. Кучерявий, Я.В. Генік, А.П. Дида, М.М. Колодко. Львів, 2006.
48. Рекультивація техногенно порушених територій: досвід сільськогосподарського використання / В.О. Забалуєв, І.П. Чабан, Г.Ф. Момот, В.В. Кулініч. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Книга 3.

- Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів – Харків : ТОВ «Смугаста типографія». 2014. С. 27–29.
49. Річковий і кар’єрний пісок: відмінності. URL: <https://minirent.ua/ua/rechnoj-i-kar-ernyj-pesok-otlichiya>
50. Розробка піску в Миколаївській області. URL: <https://mykolaiv.name/uk/eternal-2651-rozrobka-pisku-v-mykolayivskij-oblasti>
51. Світу загрожує дефіцит піску: в ООН назвали причину "піщаної кризи". Екополітика. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/svitu-zagrozhue-deficit-pisku-v-onn-nazvali-prichinu-pishhanoi-krizi/>.
52. Сидерати для піщаного ґрунту – які найкращі, коли їх сіяти, коли заорювати? URL: <https://floristics.info/ua/statti/gorod/10871-syderaty-dlia-pishchanoho-gruntu-iaki-naikrashchi-koly-ikh-siiaty-koly-zaoriuvaty.html>.
53. Сухарев С. М., Чуднак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-ге видання. Львів: “Новий світ-2000”, 2005. 256 с.
54. Територіально-просторове планування: базові засади теорії, методології, практики : монографія / за заг. ред. А. М. Третяка. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук». 2021. 142 с.
55. Третяк А.М. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціалізації, практики: монографія / за заг. ред. А.М. Третяка. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
56. Умовні графічні позначення в документації з інженерно-геологічних вишукувань. ДСТУ Б.А.2.4-13-97 .
57. У світі небаченими темпами росте попит на пісок. Що відбувається? Економічна правда, 25.05.2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/05/25/700486/>.
58. Фіторекультивація і стартовий ґрунтогенез на літоземах / [В. О. Забалуєв, Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін та ін.]. *Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство»*. 2004. № 6. С. 19–30.

59. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця: Видавець ТОВ «Друк», 2022. 770 с.
60. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фіторемедіації та фіторекультивуації у сучасних системах землеробства. Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.
61. Цицюра Я.Г. Рекультивація і фіторемедіація деградованих земель. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності 201 «Агрономія» другого (магістерського) рівня вищої освіти. Вінниця: ВНАУ, 2023. 360 с.
62. Чабан І. П., Забалуєв В.О. Основні напрямки рекультивації земель і раціонального їх використання в чорноземній зоні України. *Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство»*. 2008. С. 9–12.
63. Чорнобров О.Ю., Соломаха В.А. *Robinia Pseudoacacia L.* – Важливий інтродукований деревний вид у захисних насадженнях лісоаграрних ландшафтів України. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 2. С. 69-76.
64. Які сидерати краще посадити на піщаному ґрунті. URL: <https://novosti24.kyiv.ua/lifestyle/yaki-siderati-krashhe-posaditi-na-pishhanomu-grunti/>
65. European Association of Remote Sensing Companies (2020) Product Sheet : Lithology and Surficial Geology Mapping. EARSC and OGEO Portal : Bringing EO user communities together. <https://earsc-portal.eu/display/EO4RawMaterials/Product+Sheet%3A+Lithology+and+Surficial+Geology+Mapping>.
66. European Commission (2021). Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2013/34/EU, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Regulation (EU) No 537/2014, as regards corporate sustainability reporting, entered into force 21 April 2021.

67. Franks, D.M., Ngonze, C., Pakoun, L. and Hailu, D. (2020). Voices of artisanal and small-scale mining, visions of the future: Report from the International Conference on Artisanal and Small-scale Mining and Quarrying. *The Extractive Industries and Society*, 7(2), 505–511.
68. Global Infrastructure Basel (2014). 4th Global Infrastructure Basel Summit Report. Basel, Switzerland, 21-22 May 2014. https://gibfoundation.org/wp-content/uploads/2020/01/Summit-Report_ext_Fin_sml.pdf.
69. Initiative for Responsible Mining Assurance (2021). Standard - The Initiative for Responsible Mining Assurance. [https:// responsiblemining.net/what-we-do/standard/](https://responsiblemining.net/what-we-do/standard/). Accessed 12 December 2021.
70. Sand and Sustainability: 10 strategic recommendations to avert a crisis. United Nations Environment Programme, 2022. 90 p.