МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

МАКАРУК ВЛАДИСЛАВ ДМИТРОВИЧ

УДК 622.271:552

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Комплексна оцінка впливу на довкілля діяльності з видобування корисних копалин відкритим способом (на прикладі Станишівського-1 родовища) Житомирського району

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____**В.Д. Макарук**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:
Піціль А. О.
к.с-г.н., доцент.

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Макарук В. Д. Комплексна оцінка впливу на довкілля діяльності з видобування корисних копалин відкритим способом (на прикладі Станишівського-1 родовища) Житомирського району. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У роботі проведено комплексну оцінку впливу відкритого видобування піску та суглинку на довкілля на прикладі Станишівського-1 родовища Житомирського району. Встановлено основні види та масштаби техногенного навантаження на природні ресурси, зокрема земельні та ґрунтові ресурси, атмосферне повітря, водне середовище та біорізноманіття. Розраховано обсяги викидів пилу та газоподібних забруднювачів, утворення відходів різних класів небезпеки, визначено акустичний та вібраційний вплив. На основі аналізу отриманих результатів розроблено заходи зменшення негативного впливу, а також програму рекультивації порушених земель. Проведене дослідження має практичне значення для розробки матеріалів оцінки впливу на довкілля (ОВД), екологічного моніторингу та впровадження принципів раціонального природокористування у регіоні Полісся.

Ключові слова: відкрита розробка, Станишівське-1 родовище, пісок, суглинок, вплив на довкілля, відходи, викиди, рекультивація.

SUMMARY

Makaruk V. D. “Environmental Impact Assessment of Open-Pit Sand and Loam Mining: Stanyshivske-1 Deposit, Zhytomyr Region”– Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 101 – ecology – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The thesis presents a comprehensive environmental impact assessment of open-pit extraction of sand and loam, based on the case study of the Stanyshivske-1 deposit in Zhytomyr district. The main types and scales of technogenic pressure on natural resources were identified, including land and soil degradation, air pollution, changes in the water environment, and effects on biodiversity. Calculations of dust and gaseous emissions, formation of different classes of hazardous waste, as well as acoustic and vibration impacts were performed. Based on the analysis of the obtained results, measures for reducing adverse impacts and a land reclamation program were proposed. The study has practical significance for the preparation of Environmental Impact Assessment (EIA) documentation, the development of monitoring programs, and the implementation of sustainable natural resource management practices in the Polissia region of Ukraine.

Keywords: open-pit mining, Stanyshivske-1 deposit, sand, loam, environmental impact, waste, emissions, reclamation.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 6
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ВИДОБУВАННЯ ПІСКУ НА ДОВКІЛЛЯ ПОЛІССЯ 8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ТА ГЕГРАФІЧНЕ РОЗТАШУВАННЯ 12
2.1. Характеристика Станишівського-1 родовища пісків і суглинків опис місця провадження планованої діяльності 12
2.2. Система розробки і технологія гірничих робіт 14
2.3. Опис основних характеристик планованої діяльності 17
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20
3.1. Характеристика та оцінка очікуваних відходів, викидів і скидів у процесі провадження планованої діяльності 20
3.2. Розрахунок викидів в атмосферне повітря при автотранспортних роботах 23
3.3. Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря 25
3.4. Вплив на землю, ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття 27
3.5. Екологічна оцінка техногенного навантаження від планованої діяльності 29
ВИСНОВКИ…….. **31**
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 33

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Актуальність теми зумовлена зростанням потреби у піску та суглинку для будівельної галузі України та значним техногенним впливом їх відкритого видобування на довкілля. Для Полісся, зокрема Житомирщини, проблема є особливо гострою через високу природну чутливість територій, наявність лісових і сільськогосподарських угідь та густу гідрографічну мережу. Комплексна оцінка впливу розробки Станишівського-1 родовища дозволяє виявити ризики для земель, ґрунтів, водних ресурсів та біорізноманіття і запропонувати ефективні заходи їх мінімізації та рекультивації. Це відповідає державним пріоритетам у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку.

Об'єкт досліджень – проммайданчик і кар'єр в адміністративних межах Станишівського-1 родовища (≈33,3 га), прилеглі території в межах санітарно-захисної зони (СЗЗ, 100 м) та зони можливого впливу (до 1–3 км залежно від фактора).

Предмет досліджень – є екологічні умови та наслідки впливу відкритого видобування піску та суглинку на компоненти довкілля у межах Станишівського-1 родовища Житомирського району. Основну увагу зосереджено на складових довкілля.

Мета досліджень – науково обґрунтувати та кількісно оцінити вплив відкритої розробки Станишівського-1 родовища пісків і суглинків на компоненти довкілля (повітря, воду, ґрунти, біорізноманіття, ландшафт, акустичне середовище), визначити екологічні ризики.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовувалася сукупність загальнонаукових та спеціальних методів, що забезпечили комплексність та достовірність результатів.

Основні завдання:

– Сформувати базовий (фоновий) стан довкілля до/на початок робіт.

– Визначити джерела й величини впливу за видами (викиди/скиди, пил, шум, вібрація, відходи, зміни гідрогеологічного режиму, порушення земель).

–Кількісно оцінити впливи й ризики за критеріями значущості.

Практичне значення. Отримані результати мають важливе прикладне значення для забезпечення екологічно збалансованої діяльності при відкритому видобуванні піску та суглинку на території Полісся, зокрема на прикладі Станишівського-1 родовища Житомирського району. Розроблена методика комплексної оцінки впливу на довкілля дозволяє на практиці визначати та прогнозувати масштаби змін у стані атмосферного повітря, ґрунтів, водних ресурсів і біорізноманіття в умовах функціонування кар'єру.

Апробація результатів дослідження:

1. Макарук Д. В., Грищук І. А., Зайцев Д. С. Екологічні аспекти промислової розробки Станишівського-1 родовища пісків і суглинків (Житомирська область) // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. – Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2025. – С.10 –12. [48].

2. Зайцев Д. С., Макарук Д. В., Грищук І. А. Екологічні аспекти видобутку каолінів на прикладі Великогамінецького родовища // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. – Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2025. – С. 9–10. [49].

3. Макарук В. Д. Еколого-геологічна характеристика Покостівського родовища гранодіориту (ділянка «Заможне») // Ліс, наука, молодь: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 26 листопада 2025 р. – Житомир: Поліський національний університет, 2025. – С. –95. [50].

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 35 сторінки друкованого тексту, 12 рисунків та 50 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ВИДОБВАННЯ ПІСКУ НА ДОВКІЛЛЯ ПОЛІССЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Полісся України є природним регіоном із високою екологічною вразливістю. Його характерними рисами є заболочені низини, густе мереживо дрібних річок і заплав, а також близьке залягання ґрунтових вод. Такі умови зумовлюють особливу чутливість територій до будь-яких гірничих робіт, що супроводжуються порушенням рельєфу, зміною гідрологічного режиму, підвищенням рівня запиленості та трансформацією біотопів. У науковій літературі та матеріалах екологічних оцінок зазначається, що численні піщані кар'єри призводять до відходу ґрунтових вод, відчуження земельних ресурсів і газопилового забруднення, а також створюють ризики деградації агроландшафтів і природних екосистем регіону[1, 2, 5, 48].

Житомирська область є одним із центрів видобування нерудних корисних копалин, зокрема пісків та суглинків. За даними геологічних і господарських оглядів, в області діють десятки гірничо-видобувних підприємств, що формують значний техногенний тиск на довкілля. Наявність численних кар'єрів підтверджує високий ресурсний потенціал регіону, проте одночасно ставить перед громадою та органами контролю питання збалансованого природокористування та відновлення порушених земель [8].

Згідно з роботами [1–6], основним негативним наслідком розробки піщано-супіщаних родовищ є деградація ґрунтово-рослинного шару, вилучення сільськогосподарських земель, формування відвалів та зміни рельєфу. Окремі дослідники [7–10] підкреслюють значний вплив на гідрологічний режим – зміни рівня ґрунтових вод, перерозподіл стоку, забруднення поверхневих вод завислими речовинами.

Дослідження та практичний досвід вказують на кілька ключових блоків впливів. По-перше, видобування піску у руслах і заплавах річок призводить до поглиблення русел, активізації берегової ерозії, підвищення каламутності та зниження вмісту кисню у воді. Для поліських малих річок з їхньою низькою

течією такі зміни можуть мати критичний характер, оскільки погіршуються умови існування іхтіофауни й гідробіонтів. По-друге, відкрита розробка супроводжується формуванням техногенного мікрорельєфу та ущільненням ґрунтового покриву, що знижує його родючість і водопроникність. По-третє, транспортування породи й внутрішньокар'єрні процеси створюють інтенсивне пилiння, особливо у сухі періоди року, що негативно впливає як на працівників, так і на прилеглі біотопи [7–10].

Особливої уваги заслуговує питання біорізноманіття. На Поліссі піщані кар'єри часто розташовуються поблизу болотних і заплавних угідь, що є місцями концентрації флори та фауни, у тому числі рідкісних видів. Видобування призводить до фрагментації природних оселищ, тимчасового витіснення тварин із території та зниження видового різноманіття. Навіть за умови локалізації робіт у межах проммайданчиків вплив на природні комплекси є помітним [12–15].

У Житомирській області останніми роками зафіксовані випадки незаконного видобутку піску, що призвели до суттєвих екологічних та економічних збитків. Зокрема, у 2025 р. в області було виявлено незаконний видобуток майже 69 тис. м³ піску, збитки від якого оцінено у понад 68 млн грн. Такі приклади демонструють як масштаби нелегальної діяльності, так і реальні ризики для природного середовища [7].

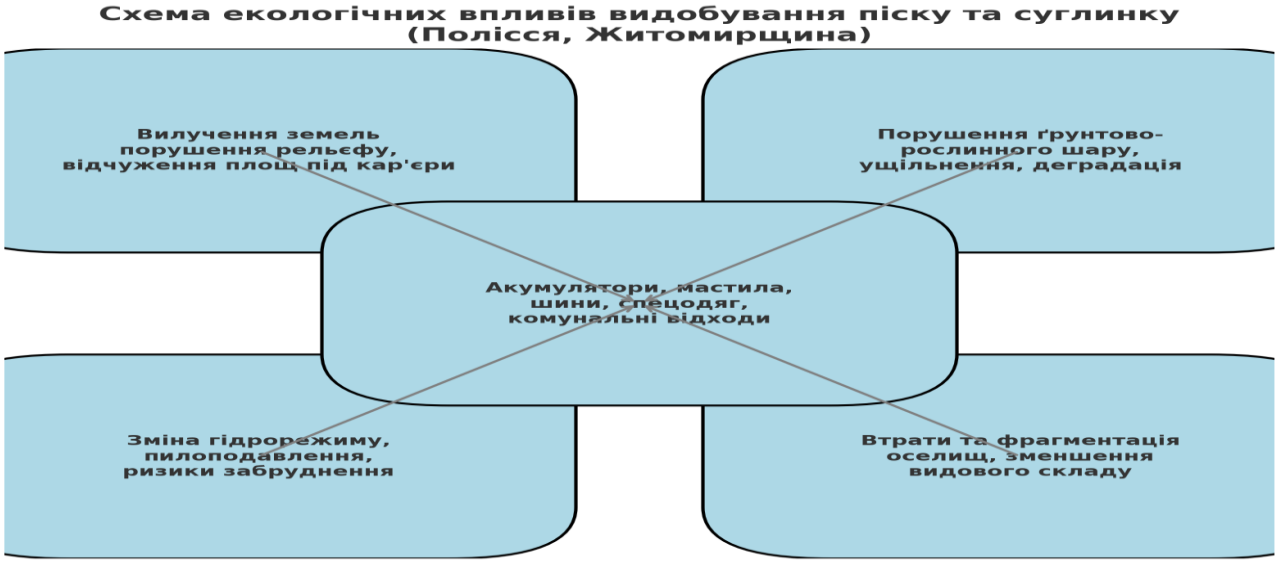

Рис. 1. Вплив видобутку піску на довкілля (на прикладі Полісся)

Схема (малюнок 1) екологічних впливів від розробки родовища пісків і суглинків відображає основні напрями впливу на довкілля. Центральним елементом виступають відходи, які утворюються в процесі видобувних робіт і мають безпосередній чи опосередкований вплив на компоненти довкілля. До них належать земельні ресурси (вилучення земельних ділянок, формування відвалів, порушення рельєфу), ґрунти (зняття родючого шару, утворення техногенних мікроформ рельєфу), водні ресурси (витрати води на господарчі й технологічні потреби, можливе забруднення стоками), біорізноманіття (втрата або трансформація місць існування видів). Значну частку становлять небезпечні відходи – акумулятори, мастила, шини та фільтри, які потребують спеціального поводження. Взаємозв'язок між усіма цими компонентами зумовлює комплексний характер впливу видобувної діяльності, що потребує впровадження заходів екологічного контролю та рекультивації.

У працях [11–15] аналізується забруднення атмосферного повітря пилом і вихлопними газами від техніки, що є особливо відчутним у межах Полісся з його високою лісистістю та рекреаційним потенціалом. Автори [16–20] акцентують на впливі шумового та вібраційного навантаження, яке може мати непрямий ефект на фауну.

Багато досліджень стосуються питань рекультивації та відновлення порушених земель. Так, у [21–25] розглядаються різні методи рекультивації – технічна, біологічна, лісова та сільськогосподарська, із наведенням успішних прикладів на території Житомирщини та сусідніх областей. У роботах [26–30] розкрито питання моніторингу довкілля під час функціонування кар'єрів, зокрема застосування ГІС-технологій та дистанційного зондування Землі.

Актуальними залишаються й питання поводження з відходами гірничодобувної діяльності. Дослідники [31–34] детально аналізують небезпечні відходи (відпрацьовані мастила, акумулятори, шини, абсорбенти) та необхідність передачі їх ліцензованим підприємствам. У працях [35–38] розглянуто міжнародний досвід екологізації видобувних процесів, впровадження найкращих доступних технологій та практик (НДТМ).

Окрему увагу слід приділити регіональним аспектам. У публікаціях [39–40] наголошується на особливій вразливості екосистем Полісся, де через високий рівень заболоченості, густу гідромережу та підвищену лісистість навіть локальні зміни можуть спричинити довготривалі екологічні наслідки.

Таким чином, аналіз літератури свідчить, що питання екологічних наслідків відкритого видобування піску та суглинку має міждисциплінарний характер і потребує комплексних досліджень із урахуванням природних умов Полісся та сучасних екологічних вимог.

У науковій і нормативній практиці наголошується на необхідності дотримання процедур оцінки впливу на довкілля (ОВД) для усіх проєктів видобування піску. Досвід останніх років свідчить про те, що в Україні є випадки як погодження проектів за умови врахування заходів пом’якшення (пилоподавлення, селективне зняття ґрунтово-рослинного шару, створення буферних зон), так і відмови у зв’язку з високими ризиками для довкілля, зокрема у випадку видобутку в межах водойм та рекреаційних територій. Це підтверджує поступове посилення екологічного контролю та зростання ролі громадськості у прийнятті рішень.

Отже, аналіз літературних та практичних джерел дає змогу зробити висновок, що для Полісся, зокрема Житомирщини, характерні одночасно високий ресурсний потенціал видобування піску та підвищені екологічні ризики. Без належного планування, рекультивації та контролю видобування може призвести до довгострокової деградації ґрунтів, водних ресурсів і біорізноманіття. Водночас застосування найкращих доступних технологій, проведення якісної рекультивації та залучення громадськості здатні знизити рівень впливів і сприяти сталому розвитку регіону [1, 5, 8, 14, 49, 50].

РОЗДІЛ 2.
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТУ ПРИ ПЛАНОВОЙ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1. Характеристика Станишівського-1 родовища пісків і суглинків опис місця провадження планованої діяльності

Станишівське-1 родовище пісків і суглинків розташоване за 1,5 км на північ від села Млинище Житомирського району Житомирської області (рис. 1.1). Північніше, на відстані 80–100 м, проходить залізнична колія Житомир–Фастів, а паралельно їй, у 0,7 км – автомагістраль Житомир–Попільня. Найближчі населені пункти – села Туровець, Лещин, Лука, Піски та Тарасівка. Площа родовища в межах підрахунку запасів становить 30 га. [49, 50].

Родовища розташоване в межах Житомирської моренно-зандрової рівнини, що являє собою слабо хвилясту поверхню з абсолютними відмітками 160–240 м. Рельєф ускладнений долинами річок із терасами, заболоченими низинами та невеликими горбами. У безпосередній близькості до родовища проходять водотоки: на південь (1,5–2,5 км) – річка Гуйва, права притока р. Тетерів, русло якої знаходиться за 2,5–3 км на північ.

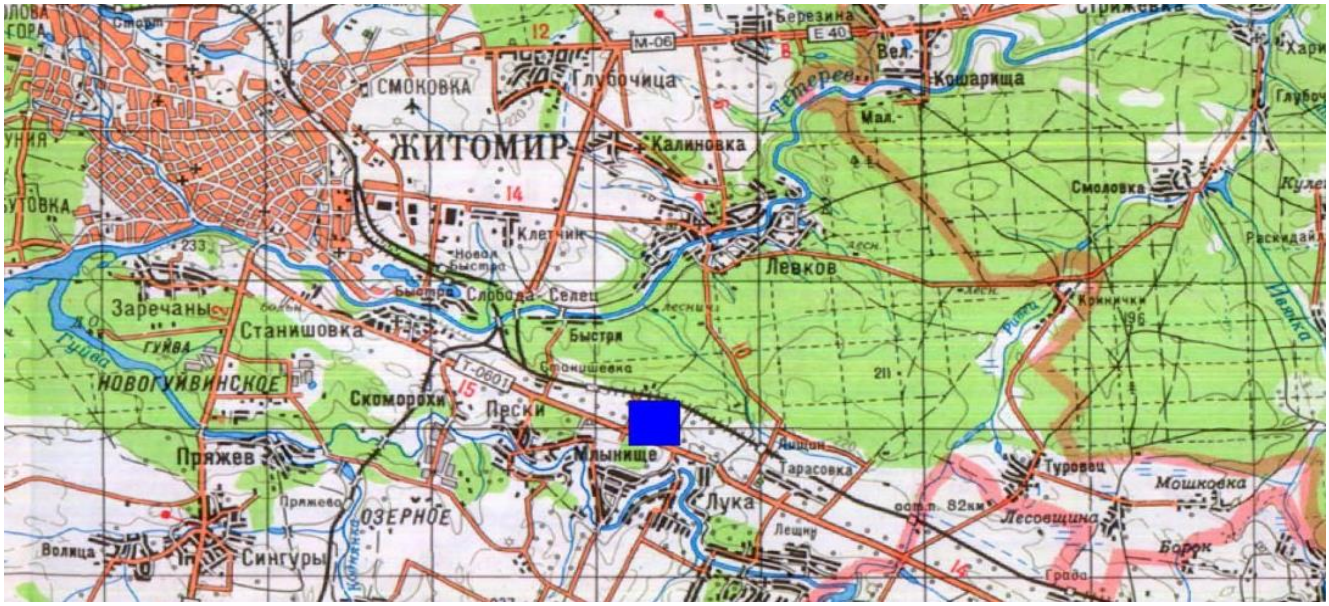

Рис. 2. Оглядова карта району робіт

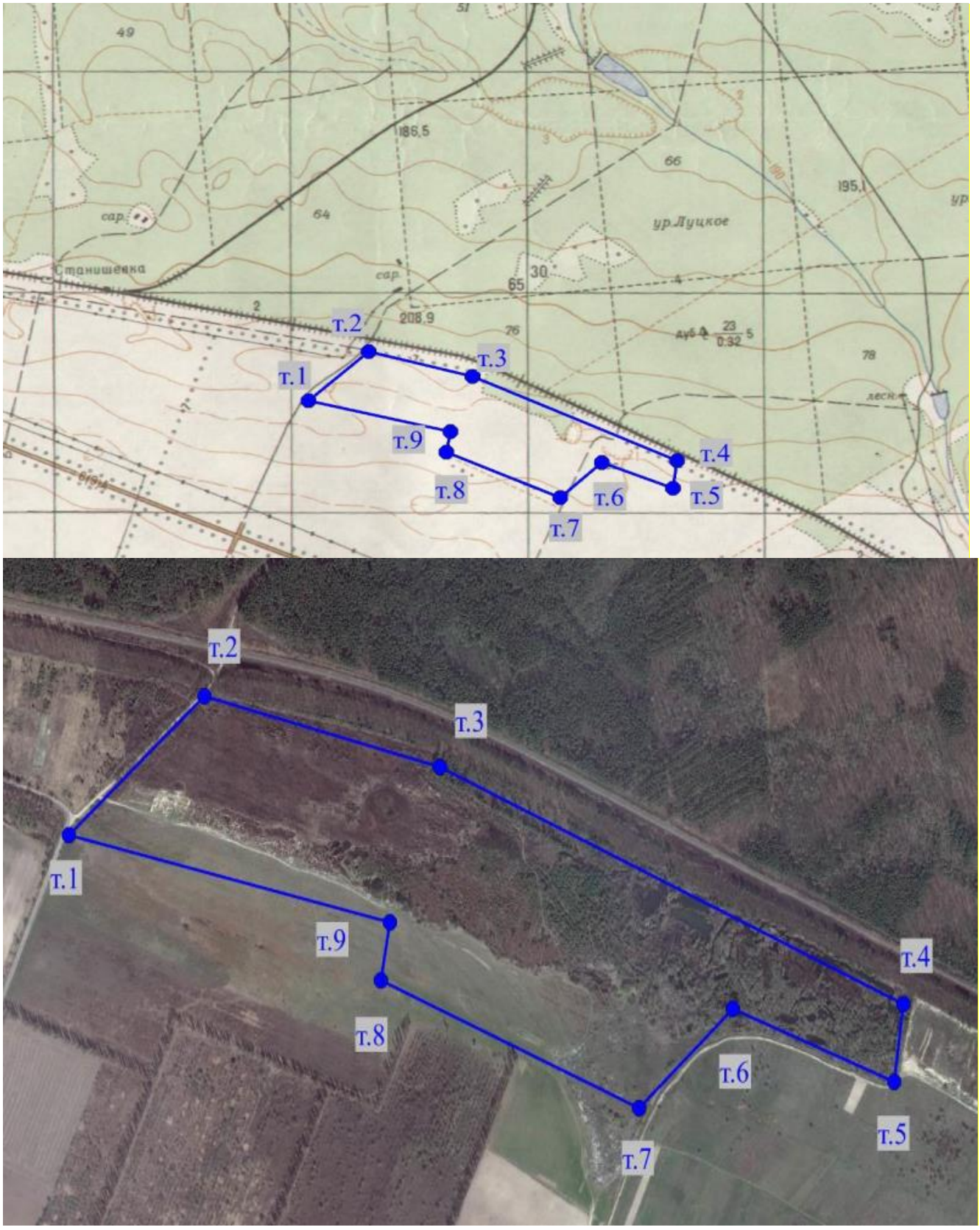

Рис. 3. Ситуаційний план (космознімок) Станишівського-1 родовища пісків і суглинків

У східній частині родовища розташований існуючий кустарний кар’єр площею 9 га, де піски та суглинки вже відпрацьовані. Абсолютні відмітки дна кар’єру коливаються у межах 208,4–210,0 м. [49, 50].

Природний пісок родовища придатний для застосування у дорожньому будівництві, для виготовлення силікатних каменів, цегли та інших дрібноштучних пресованих виробів. Також він може використовуватися як компонент у складі в’яжучих матеріалів для виробництва щільного силікатного бетону, за умови відповідності продукції державним стандартам та технічним умовам.

За результатами геологічної розвідки за категорією С1 визначено балансові запаси: піску – 410,2 тис. м³ на площі 299,5 тис. м², суглинку – 471,7 тис. м³.

За проєктної потужності видобутку (16,84 тис. м³ піску та 23,16 тис. м³ суглинку щороку) родовище забезпечить роботу кар’єру протягом приблизно 19 років.

Геологічні особливості та рельєф місцевості зумовлюють розробку родовища відкритим способом із застосуванням одноківшевого екскаватора у комплексі з бульдозером.

Згідно з джерелом [22], кар’єр відноситься до IV класу підприємств будівельної промисловості, для якого передбачено санітарно-захисну зону (СЗЗ) шириною 100 м. План меж розробки родовища забезпечує дотримання цих вимог. Додатково охоронна зона від залізничної лінії Житомир–Фастів також становить 100 м, що обмежує північний контур родовища [49, 50].

2.2. Система розробки і технологія гірничих робіт

З урахуванням гірничо-геологічних умов Станишівського-1 родовища, фізико-механічних властивостей корисних копалин і розкривних порід, а також досвіду експлуатації подібних родовищ, для його освоєння прийнята транспортна система розробки. Передбачено тимчасове складування ґрунтово-рослинного шару та шару зачистки у буртах попереду фронту видобувних робіт або в межах відведених земель. Такий підхід дозволяє зберегти цінні ґрунтові ресурси з подальшим використанням їх у рекультиваційних заходах.

Технологічна схема розробки включає видобування пісків одним уступом з одного горизонту вище рівня стояння. Основним обладнанням визначено екскаватор CATERPILLAR 322 із ковшем об’ємом 1,25 м³ типу «зворотна лопата», що забезпечує висоту копання до 4,2 м. Зняття розкривних порід – ґрунтово-рослинного шару та шару зачистки – здійснюватиметься бульдозером ДЗ-117А на базі трактора Т-130 з подальшим переміщенням породи у тимчасові бурти для збереження до моменту рекультивації.

Родовище вже розкрите діючим кар’єром на всю потужність корисної копалини. Фронт гірничих робіт становить близько 270 м, що дозволяє розпочати видобуток без додаткових підготовчих заходів. Потужність ґрунтово-рослинного шару в середньому складає 0,2 м, пісків – 3,0 м. За об’ємною масою породи розподіляються таким чином: ґрунтово-рослинний шар – 1,4 т/м³, піски – 1,6 т/м³, суглинки – 1,7 т/м³. За категорією екскавації ґрунтово-рослинний шар відноситься до I категорії, а піски і суглинки – до II. [49, 50].

Середньорічні обсяги розкривних робіт становлять 3,136 тис. м³ по ґрунтово-рослинному шару та 6,131 тис. м³ по шару зачистки. Зняття порід здійснюватиметься двома уступами з переміщенням у бурти вздовж північного контуру родовища на середню відстань близько 20 м. Продуктивність бульдозера ДЗ-117А при роботі з пухкими породами становить 492,9 м³ за зміну, що забезпечує виконання річного плану при використанні 19 машино-змін.

Водоприплив у кар’єр очікується лише за рахунок атмосферних опадів. Вони акумулюватимуться у тимчасових водозбірниках у пониженнях кар’єру, після чого частково дренуватимуться у підстилаючі породи або випаровуватимуться. Частина накопиченої води може бути використана для технологічних потреб. Водовідливні системи на підприємстві не передбачаються.

Продуктивність кар’єру визначена на рівні 40,0 тис. м³ на рік. З цієї кількості середньорічний видобуток пісків становитиме 16,836 тис. м³, а суглинків – 23,164 тис. м³. Робота підприємства планується у сезонному режимі протягом 160 робочих днів на рік. Графік включає п’ятиденний робочий тиждень та одну восьмигодинну зміну.

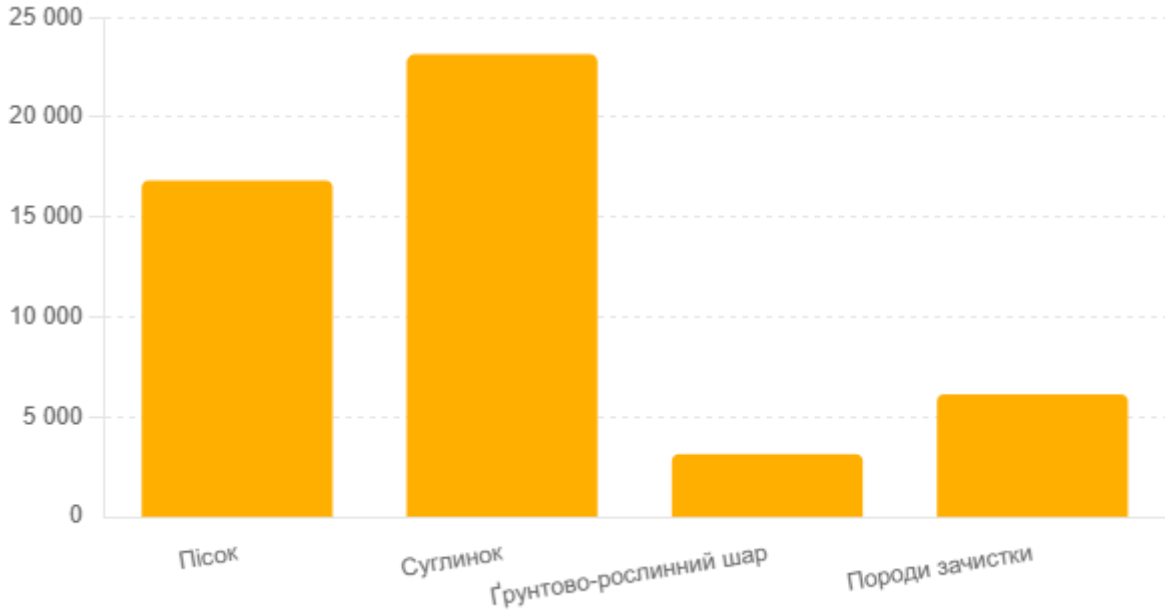

Рис 4. Співвідношення річної продуктивності за категоріями порід у Станишівському-1 кар’єрі.

На рисунку 4 подано графічне відображення річної продуктивності кар’єру за основними категоріями порід. Найвищі обсяги видобутку припадають на суглинки – близько 23,2 тис. м³, що становить понад половину загального видобутку. Другою за значенням групою є піски, річна продуктивність яких складає 16,8 тис. м³.

Показники розкривних порід значно нижчі. Так, обсяг ґрунтово-рослинного шару становить лише 3,1 тис. м³, а порід зачистки – 6,1 тис. м³. Ці матеріали не є основним об’єктом видобування, однак мають важливе значення у подальшій рекультивації порушених земель.

Таким чином, діаграма наочно демонструє домінування у структурі видобутку суглинків та пісків та відносно невеликі обсяги зняття розкривних порід, що відповідає гірничо-геологічним умовам родовища та обраній технології розробки.

Таким чином, прийнята система розробки забезпечує оптимальне використання техніки та ресурсів, дозволяє ефективно організувати видобувний процес і водночас передбачає заходи для збереження ґрунтово-рослинного шару з метою подальшої рекультивації.

2.3. Опис основних характеристик планованої діяльності

Станишівське-1 родовище представлено пісками та суглинками, які досліджені за результатами 18 секційних проб, відібраних у 9 контрольних точках спостереження (липень 2022 р.). Піски мають бурувато-сірий та сірий відтінок, характеризуються дрібно- і тонкозернистою структурою та слабкою глинистістю. Потужність шару у межах підрахунку запасів змінюється від 1,0 до 1,9 м, у середньому становлячи 1,4 м.

Мінералогічний склад визначає високий вміст кварцу (87,9–90,93 %). Частка польового шпату коливається в межах 3,04–3,84 %, зростків польового шпату – 3,38–6,40 %. Інші мінерали наявні у незначних кількостях. За морфологією зерен піску переважають обкатані (76,7–80,5 %), тоді як гострокутних – 18,5–22,3 %.

Хімічний склад відносить породу до кварцових пісків із високим вмістом SiO_2 (94,43–95,58 %). Вміст Fe_2O_3 складає 0,33–0,41 %, Al_2O_3 – 1,36–2,48 %, TiO_2 – 0,05–0,07 %.

Ділянка підрахунку запасів охоплює 30 га. Стовпчаста діаграма відображає структуру земельного відводу для розробки Станишівського-1 родовища. Найбільшу площу займає кар’єр – 30 га, тоді як відвал ґрунтово-рослинного шару (1,8 га), під’їзні дороги (1,0 га) та проммайданчик (0,5 га) становлять незначну частку від загальної потреби у 33,3 га.

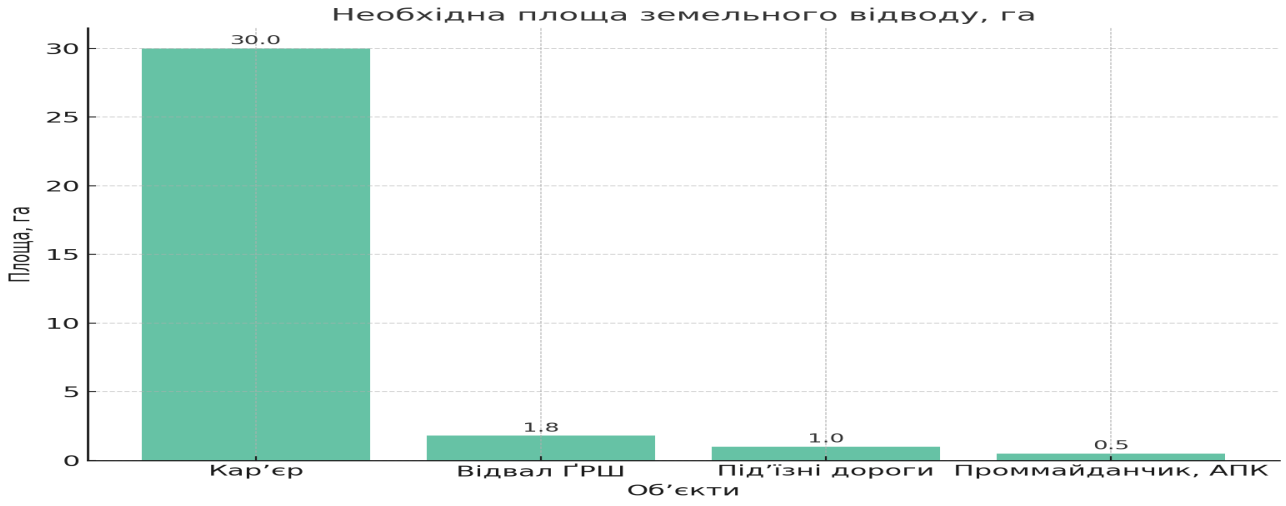

Рис. 4. Необхідна площа земельного відводу за об’єктами

Стовпчаста діаграма відображає структуру земельного відводу для розробки Станишівського-1 родовища. Найбільшу площу займає кар’єр – 30 га, тоді як відвал ґрунтово-рослинного шару (1,8 га), під’їзні дороги (1,0 га) та проммайданчик (0,5 га) становлять незначну частку від загальної потреби у 33,3 га.

У процесі реалізації планованої діяльності вода застосовуватиметься для питних, господарських, технічних, технологічних потреб, а також для пожежогасіння. Для питного забезпечення працівників використовуватиметься привізна бутильована вода (ємністю 19 л). Господарсько-технічні потреби покриватимуться за рахунок резервуарів-накопичувачів. Для протипожежних цілей передбачено використання переносних мотопомп та резервуару об’ємом 50 м³, розташованого на проммайданчику кар’єру.

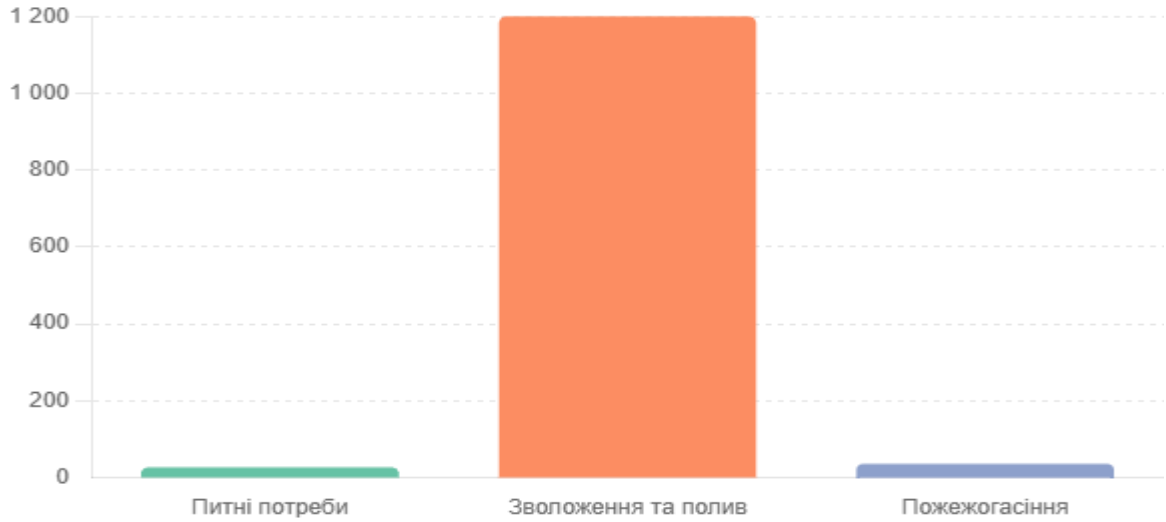

Рис. 5. Розрахункові витрати води за основними категоріями

Стовпчаста діаграма (рис. 5) відображає річні витрати води на потреби підприємства. Найбільший обсяг становить зволоження проммайданчика, вибоїв, доріг та полив зелених насаджень – близько 1200 м³/рік, що складає понад 95 % загальної потреби. На пожежогасіння передбачено 36 м³/рік, тоді як питні потреби працівників потребують лише 26,9 м³/рік. Діаграма наочно демонструє, що технологічне зволоження є основним споживачем водних ресурсів, тоді як інші статті витрат мають другорядний характер.

Підприємство забезпечуватиметься електроенергією від заводської підстанції 35/10 кВт загальною потужністю 800 кВт. Планується застосування світлодіодних ламп і прожекторів, розташованих на спеціальних опорах. Освітлення поділятиметься на загальне та локальне (біля робочих місць). Напруга складатиме 220 В, середня освітленість – 0,5 лк, у зонах виконання робіт – до 2 лк. Орієнтовні витрати електроенергії на освітлення та побутові потреби – 5,0 тис. кВт·год/рік.

Запланована чисельність персоналу – 12 осіб, зокрема: машиніст бульдозера, водій автосамоскида, машиніст екскаватора, прибиральниця, три охоронці, начальник кар’єру, геолог, гірничий майстер, маркшейдер, бухгалтер-економіст. Режим роботи – сезонний, 160 днів на рік, в одну зміну (8 годин).

Розробка транспортної мережі здійснюватиметься з урахуванням топографічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних умов території та існуючої автодорожньої мережі. Під’їзд до родовища можливий по польових дорогах, зокрема від північної околиці села Млинище. Внутрішні кар’єрні дороги призначатимуться для руху спеціалізованого автотранспорту, що забезпечує виконання технологічних процесів гірничих робіт.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика та оцінка очікуваних відходів, викидів і скидів у процесі провадження планованої діяльності

У процесі розробки родовища пісків та суглинків формуються насипи пухких розкривних порід, які тимчасово складуються у відвалах, а згодом використовуються для рекультивації відпрацьованих земель кар'єру. Таким чином, частина порід не відноситься до відходів у класичному розумінні, а виступає вторинним ресурсом.

Разом з тим під час безпосередньої експлуатації кар'єру виникають виробничі та побутові відходи, пов'язані з роботою гірничої техніки та забезпеченням діяльності підприємства. Основні категорії утворюваних відходів:

Рис. 6. Річні обсяги утворення відходів під час експлуатації кар'єрної техніки.

На рисунку 6 подано співвідношення утворюваних відходів різних видів. Найбільшу частку становлять відпрацьовані акумуляторні батареї – близько 90,85 т/рік, що на кілька порядків перевищує інші категорії. Обсяги утворення мастил і масел складають 0,41 т/рік, шин – 0,11 т/рік. Відходи фільтрів (масляних, паливних, повітряних) формуються у незначних кількостях – до 0,01 т/рік.

Таким чином, діаграма наочно демонструє, що основним екологічним навантаженням під час експлуатації техніки є відпрацьовані акумулятори, тоді як інші види відходів мають локальний характер і підлягають спеціалізованій утилізації.

Під час експлуатації Станишівського-1 кар'єру очікується утворення відходів різних класів небезпеки – від II (акумулятори) до IV (комунальні відходи). Основний екологічний ризик становлять відпрацьовані акумуляторні батареї та мастильні матеріали, які потребують належного збору, зберігання у герметичних контейнерах та передачі на ліцензовані підприємства для утилізації.

У процесі експлуатації кар'єру передбачається використання різних видів спеціального одягу для забезпечення безпеки працівників. Згідно з нормативними строками служби спецодягу та фактичною чисельністю персоналу, розраховано річний обсяг його списання як відходів.

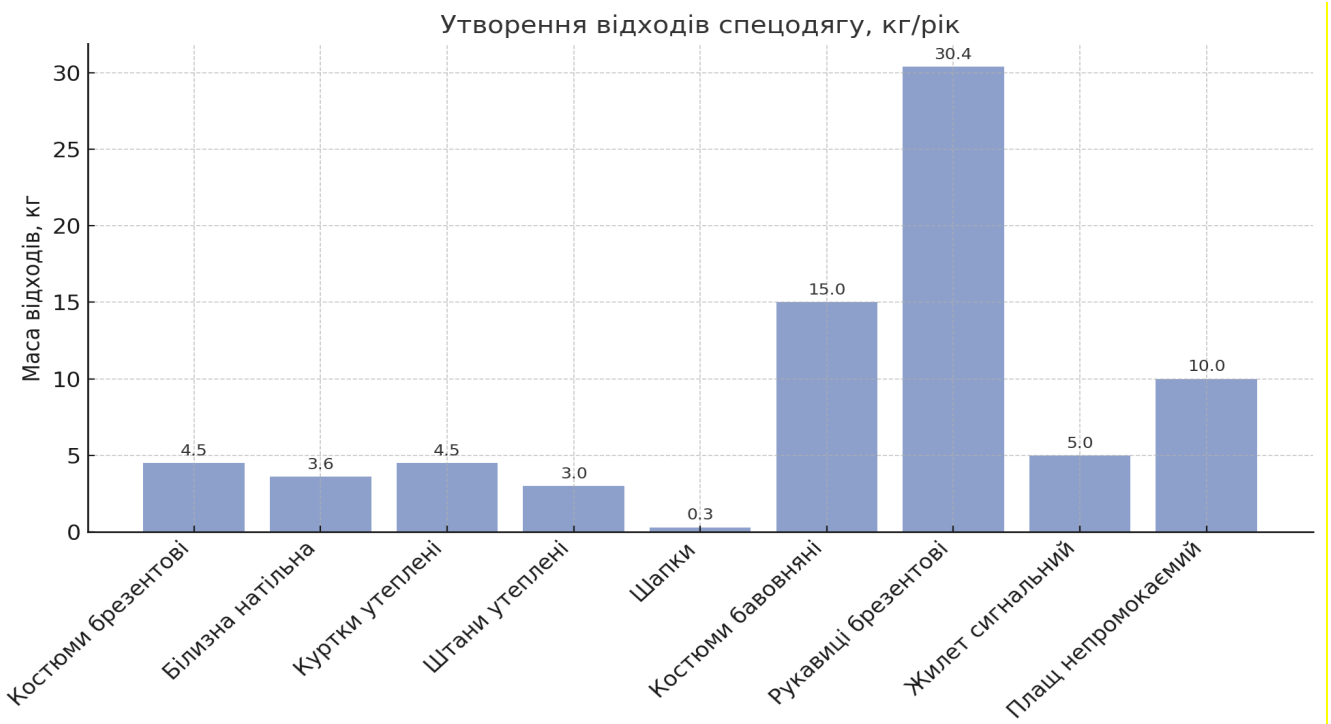

Рис. 7. Утворення відходів відпрацьованого спецодягу

На рисунку 7 подано графічне відображення утворення відходів спецодягу. Найбільшу частку становлять рукавиці брезентові – 30,4 кг, що пов'язано з їх коротким терміном служби (7 днів) та високою частотою заміни. Значними є також обсяги списання бавовняних костюмів – 15,0 кг та плащів

непромокаємих – 10,0 кг. Інші види спецодягу формують відходи в межах від 0,3 до 5,0 кг. Загальний обсяг утворення спецодягу, що підлягає утилізації, становить 76,3 кг (0,076 т) на рік.

Поряд із відходами спецодягу під час експлуатації кар'єру утворюються також відходи зношеного спецвзуття, що пов'язано з нормативними термінами його служби та необхідністю заміни.

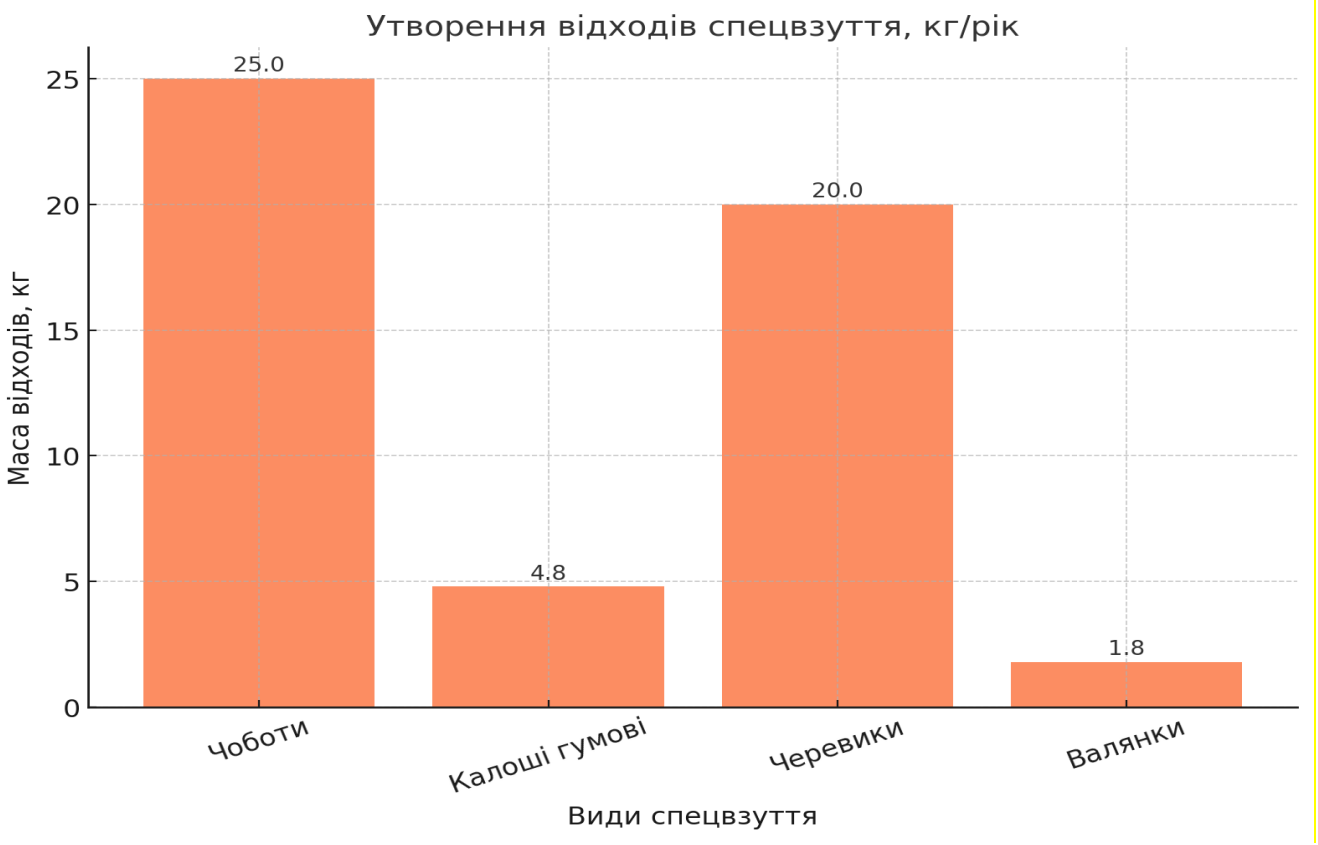

Рис. 8. Відходи спецвзуття зношеного

Як видно з діаграми, найбільшу частку у структурі відходів становлять чоботи – 25,0 кг та черевики – 20,0 кг, що разом складає понад 87 % загального обсягу (45,0 кг із 51,6 кг). Значно менші обсяги утворюють калоші гумові – 4,8 кг, тоді як валянки формують лише 1,8 кг, що пов'язано з їх тривалим строком служби (48 місяців).

Таким чином, найбільш вагомий екологічний аспект у поводженні з відходами спецвзуття пов'язаний із масовим списанням чобіт та черевиків, які потребують централізованого збору та подальшої утилізації, тоді як інші категорії мають локальне значення.

Рис. 9. Загальна характеристика видів та кількості відходів

Як видно з діаграми, абсолютну більшість відходів становлять відпрацьовані акумуляторні батареї – 90,85 т/рік, що складає понад 94 % від загальної кількості. Значно менші обсяги утворюють абсорбенти (промаслений пісок) – 4,5 т/рік та побутові відходи – 0,576 т/рік. Інші категорії (обтиральні матеріали, мастила, шини, фільтри, спецодяг і взуття) формують незначні обсяги – від 0,008 до 0,41 т/рік.

Таким чином, найбільший екологічний ризик пов’язаний з поводженням із небезпечними відходами II–III класу – акумуляторами, абсорбентами та мастильними матеріалами, тоді як інші види мають локальний характер і можуть бути утилізовані через діючі системи поводження з відходами.

3.2. Розрахунок викидів в атмосферне повітря при автотранспортних роботах

При розробці Станишівського-1 родовища пісків і суглинків значна частка впливу на довкілля формується за рахунок роботи кар’єрного транспорту, зокрема автосамоскида КрАЗ-65055 вантажопідйомністю 16 тонн. Перевезення гірничої маси створює неорганізоване джерело викидів пилу, а також призводить до

спалювання дизельного палива та бензину двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Режим роботи автотранспорту складає – 1010 год/рік, у тому числі: на перевезенні пухких розкривних порід – 190 год; на перевезенні піску – 345 год; на перевезенні суглинку 475 год.

Сумарні неорганізовані викиди пилу при перевезенні порід визначено у розмірі 0,152 т/рік.

Для роботи кар'єрної техніки прийнято споживання палива у таких обсягах: дизельне паливо – 35,727 т/рік, максимальне миттєве використання – 15,9 г/с; бензин – 8,584 т/рік, максимальне миттєве використання – 2,9 г/с.

Саме ці параметри стали базою для подальших розрахунків забруднюючих речовин та парникових газів.

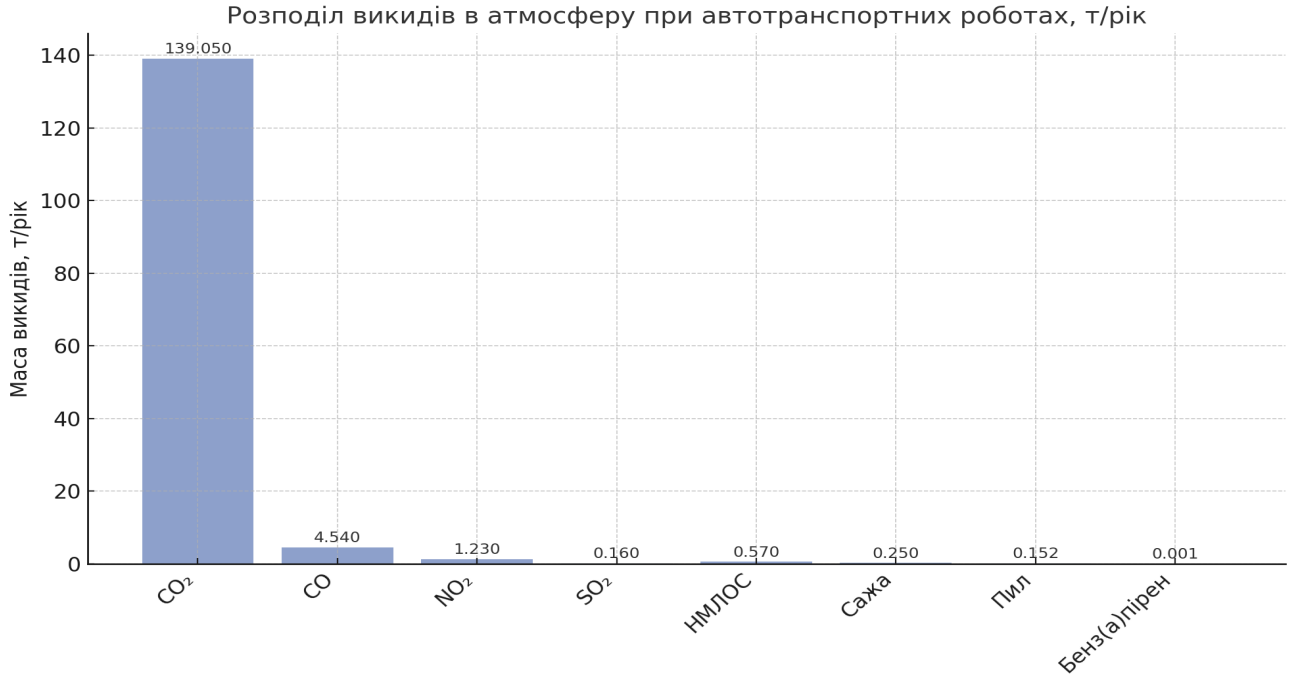

Рис. 10. Розподіл викидів в атмосферу при автотранспортних роботах

Діаграма (рис.10) чітко показує, що домінуючим компонентом є вуглекислий газ (CO_2) – 139,05 т/рік, який становить понад 95 % усіх викидів і формує основний парниковий ефект. Серед класичних токсичних речовин найбільше утворюється оксиду вуглецю (4,54 т/рік) та діоксиду азоту (1,23 т/рік). Інші полютанти (SO_2 – 0,16 т/рік, НМЛОС – 0,57 т/рік, сажа – 0,25 т/рік, пил –

0,152 т/рік та бенз(а)пірен – 0,001 т/рік) мають суттєво менший обсяг, проте їхній вплив є значущим у локальному масштабі, особливо для робітників кар'єру.

Загальна кількість викидів автотранспорту, що експлуатуватиметься при розробці Станишівського-1 родовища, становить близько 146 т/рік, з яких 95 % припадає на вуглекислий газ. Найбільш небезпечними у локальному аспекті є оксид вуглецю, діоксид азоту, сажа та пил. Виконання комплексу запропонованих заходів дозволить суттєво знизити екологічні ризики, пов'язані з автотранспортними роботами.

3.3. Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря

У процесі здійснення планованої діяльності на Станишівському-1 родовищі утворюється низка організованих та неорганізованих джерел забруднення атмосферного повітря.

Узагальнений перелік джерел викиду та відповідних забруднюючих речовин наведено (рис 11) на діаграмі

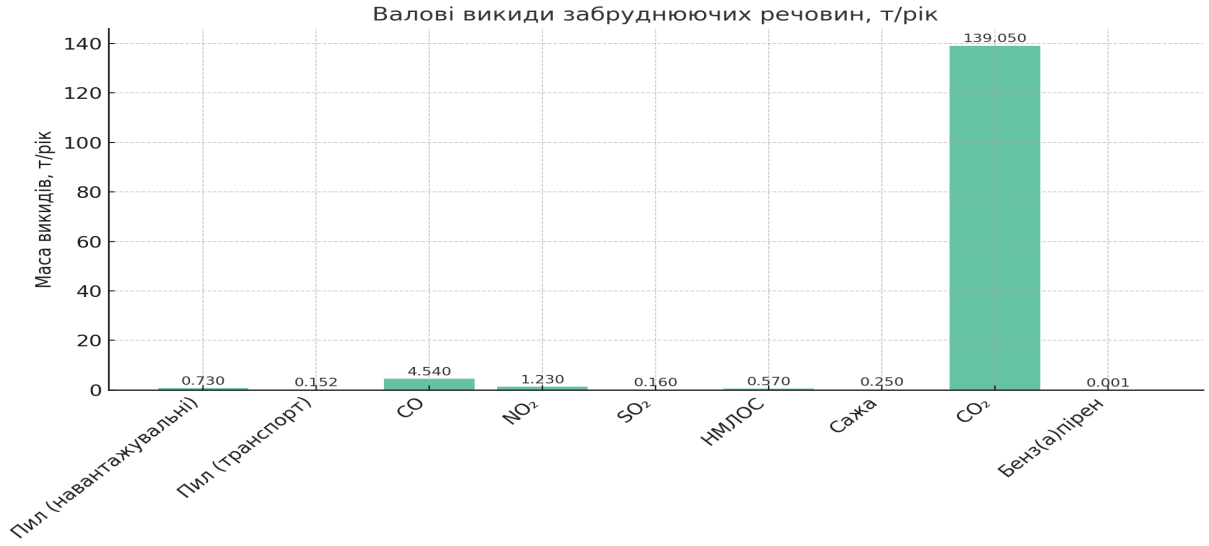

Рис.11. Валові викиди забруднюючих речовин

Діаграма свідчить, що домінуючим компонентом є вуглекислий газ (139,05 т/рік), який становить понад 95 % від загальної маси викидів. Серед інших речовин найбільш суттєвими є оксид вуглецю (4,54 т/рік) та діоксид азоту (1,23 т/рік). Викиди пилу складають сумарно близько 0,88 т/рік, тоді як сірчистий

ангідрид (0,16 т/рік), неметанові леткі органічні сполуки (0,57 т/рік), сажа (0,25 т/рік) та бенз(а)пірен (0,001 т/рік) утворюються у значно менших обсягах. Це свідчить про переважання парникового впливу CO_2 та токсикологічну небезпеку CO, NO_2 і дрібнодисперсних частинок.

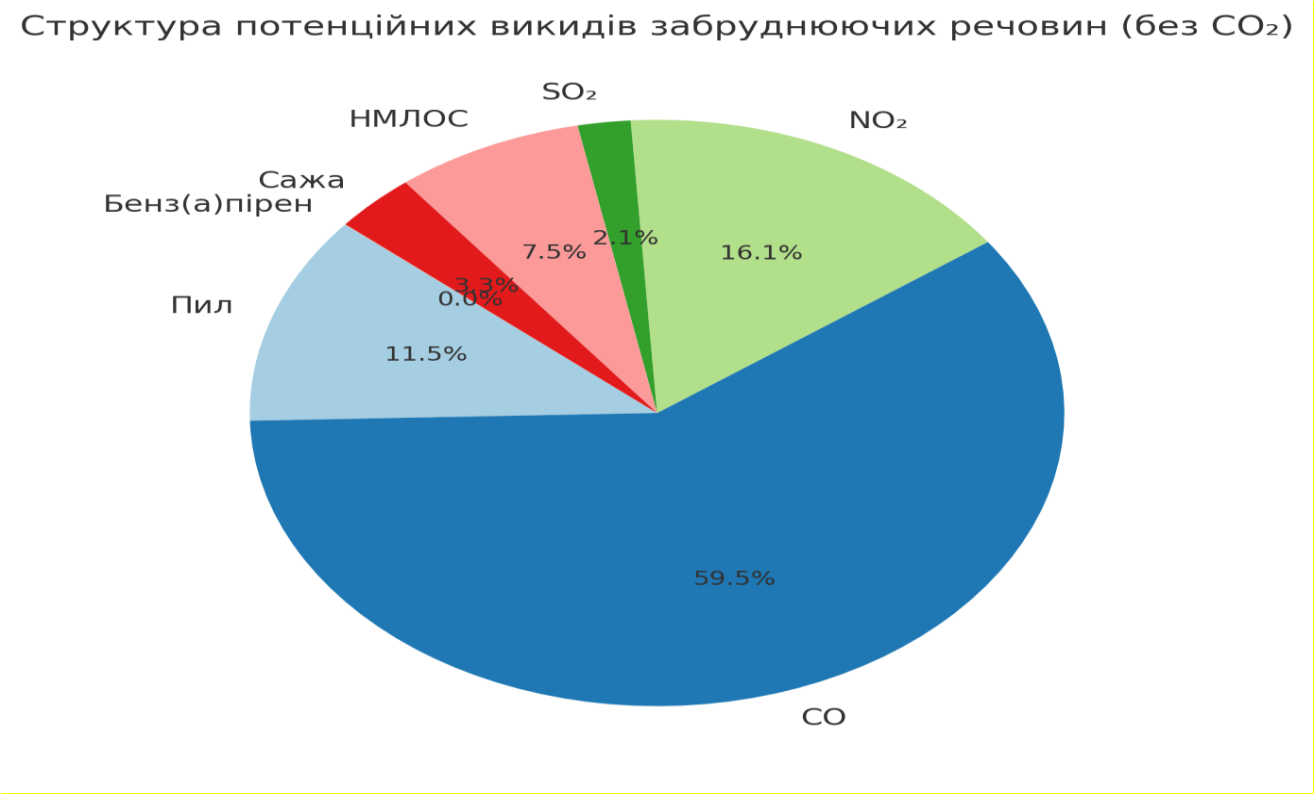

Рис. 12. Потенційні обсяги викидів забруднюючих речовин

Діаграма (рис. 12) показує, що основний внесок у структуру викидів становить оксид вуглецю (CO) близько 60 % від загальної кількості. Друге місце займає пил неорганічний (≈12 %) та діоксид азоту (NO_2) (≈16 %), які разом формують майже третину викидів. Інші речовини мають менші частки: неметанові леткі органічні сполуки – 7 %, сажа – 3 %, діоксид сірки (SO_2) – близько 2 %, тоді як бенз(а)пірен становить лише символічну частку (<0,1 %). Це свідчить про переважання токсичного впливу CO та NO_2, тоді як інші забруднювачі формують локальне навантаження на атмосферу.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що максимальні приземні концентрації усіх забруднюючих речовин на межі санітарно-захисної зони не перевищують 1 ГДК з урахуванням фонових значень. Це свідчить про відсутність ризику наднормативного забруднення атмосферного повітря при здійсненні планованої діяльності. Найбільший внесок у формування викидів

становлять оксид вуглецю, діоксид азоту та пилові частки, проте їх концентрації залишаються в межах допустимих норм. Забезпечення нормативної СЗЗ у 100 м гарантує санітарно-гігієнічну безпеку прилеглих територій. Таким чином, розробка Станишівського-1 родовища може здійснюватися без суттєвого негативного впливу на якість атмосферного повітря.

3.4. Вплив на землю, ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття

Для реалізації планованої діяльності, пов’язаної з розробкою Станишівського-1 родовища пісків і суглинків, передбачається використання земельної ділянки загальною площею 33,3 га. До її складу входять площа кар’єру (30,0 га), відвал ґрунтово-рослинного шару (1,8 га), під’їзні дороги та прилеглі території (1,0 га), а також промисловий майданчик із адміністративно-побутовим комплексом (0,5 га). Згідно з даними Публічної кадастрової карти, західна частина родовища перебуває у приватній власності та має цільове призначення «для ведення особистого селянського господарства», центральна і південна частини віднесені до земель запасу, а для східної частини відсутня інформація щодо форми власності. Після отримання відповідних дозвільних документів і спеціального дозволу на користування надрами буде проведена зміна цільового призначення земельної ділянки.

Вплив планованої діяльності на земельні ресурси полягає у тимчасовій втраті частини земельного фонду, вилученого під розміщення кар’єру, промислового майданчика та під’їзних доріг. Проте після завершення видобувних робіт передбачено проведення рекультивації земель із відновленням їхньої придатності для подальшого використання. Таким чином, вплив на земельні ресурси матиме тимчасовий, локальний та частково довгостроковий характер, обумовлений трансформацією рельєфу.

На ґрунти вплив здійснюватиметься насамперед у процесі проведення розкривних робіт. Передбачається селективне зняття ґрунтово-рослинного шару та його складування у відвалах тимчасового зберігання. У подальшому ці ресурси будуть використані для благоустрою промислового майданчика і рекультивації

відпрацьованих площ. Негативні наслідки впливу на ґрунти полягають у порушенні природного рельєфу та формуванні техногенного мікрорельєфу внаслідок руху будівельної техніки, ущільнення поверхневих горизонтів, зниженні природної родючості, а також у створенні незворотних форм рельєфу на ділянках відпрацювання кар'єру. Водночас реалізація рекультиваційних заходів дозволить частково компенсувати втрати й відновити захисні та біопродуктивні властивості ґрунтово-рослинного шару.

Використання водних ресурсів під час реалізації планованої діяльності обмежується задоволенням питних, господарських, технічних і технологічних потреб, а також забезпеченням пожежної безпеки. Для питних потреб працівників (12 осіб) передбачається постачання бутильованої води у тарі ємкістю 19 л. За умов сезонного режиму роботи кар'єру (160 днів на рік) річна потреба у питній воді становитиме 22,88 м³. Для господарсько-технічних та технологічних потреб планується використовувати воду із резервуарів-накопичувачів, що застосовуватиметься для зволоження доріг, поливу відвалів та зменшення запиленості кар'єрного простору. Окремо передбачено створення протипожежного резервуару об'ємом 50 м³, обладнаного переносними мотопомпами. Використання поверхневих і підземних водних об'єктів у проекті не передбачене, що суттєво знижує рівень впливу на водні ресурси регіону. Таким чином, вплив на водне середовище має опосередкований характер і локалізується в межах виробничого майданчика.

Щодо біорізноманіття, то вплив планованої діяльності оцінюється як мінімальний і локальний. Пряме вилучення представників флори і фауни не передбачається, а потенційний вплив проявляється лише у формі опосередкованих ефектів, зокрема підвищення шумового навантаження, запиленості та тимчасового зменшення площі природних біотопів у межах виробничої зони. Не прогнозується порушення міграційних шляхів тварин, зміни умов їхнього розмноження чи масового зникнення видів. Масштаби впливу обмежуються територією проммайданчика і не поширюються на прилеглі природні екосистеми. Після завершення експлуатації родовища і проведення

рекультиваційних заходів можливе відновлення рослинного покриву та умов середовища існування тварин, що забезпечить компенсацію більшості потенційних негативних наслідків.

Узагальнюючи вищенаведене, можна зазначити, що вплив на природні ресурси у процесі провадження планованої діяльності носить інтенсивний і локалізований характер у короткостроковій перспективі, проте він є компенсованим завдяки передбаченим відновлювальним заходам. У довгостроковій перспективі залишкові зміни стосуватимуться переважно рельєфу місцевості, тоді як ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття матимуть можливість часткового відновлення. Таким чином, реалізація проекту не призведе до масштабної деградації природного середовища і може розглядатися як така, що має контрольований екологічний вплив.

3.5. Екологічна оцінка техногенного навантаження від планованої діяльності

Аналіз акустичного впливу показав, що розрахунковий рівень шуму на межі найближчої житлової забудови становить лише 2,5 дБ, що є значно нижчим за встановлені санітарно-гігієнічні норми. Отже, проведення робіт у кар’єрі за умови дотримання технологічних регламентів не створюватиме негативного акустичного впливу на населення та прилеглі території. Водночас можливий непрямий вплив на фауну, зумовлений підвищенням рівня шумового навантаження у виробничій зоні, не матиме критичного характеру.

Інші види фізичних впливів, такі як вібраційне, світлове та теплове забруднення, у ході планованої діяльності не передбачаються. Радіаційно-гігієнічна оцінка видобувних порід засвідчила, що максимальна сумарна питома активність природних радіонуклідів у пробах становить менше 370 Бк/кг, що відповідає вимогам чинних нормативів. За результатами гамма-зйомки видобувного уступу встановлено, що гамма-активність корисної копалини знаходиться на рівні 11–15 мкР/год при природному фоні 10 мкР/год. Таким чином, видобуті породи належать до I класу радіоактивності та можуть використовуватися у будівництві без обмежень відповідно до ДБН В.1.4-1.01-97.

Джерела ультразвукового, електромагнітного чи іонізуючого випромінювання, а також статичної електрики на підприємстві відсутні.

Усі відходи передбачено збирати, сортувати та тимчасово зберігати у спеціально відведених місцях чи контейнерах відповідно до класу небезпеки, з подальшою передачею на утилізацію або видалення спеціалізованим організаціям на підставі укладених договорів. Такий підхід гарантує повне збирання та належне поводження з відходами, виключає їхнє неконтрольоване потрапляння у довкілля та відповідає вимогам екологічної безпеки. Загалом вплив планованої діяльності, зумовлений операціями у сфері поводження з відходами, оцінюється як допустимий і контрольований.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що родовище розташоване у межах Житомирської моренно-зандрової рівнини, характеризується сприятливими геоморфологічними умовами для відкритої розробки та має балансові запаси пісків у кількості 410,2 тис. м³ та суглинків – 471,7 тис. м³, що забезпечує його промислове використання протягом близько 19 років. Запропонована технологічна схема передбачає видобуток одним уступом із застосуванням екскаватора та бульдозера, складування розкривних порід у буртах з подальшим використанням їх у рекультиваційних заходах. Загальна річна продуктивність кар'єру визначена на рівні 40,0 тис. м³ корисних копалин. Розрахунки водоспоживання показали, що річна потреба у воді складає близько 1263 м³, з яких найбільший обсяг припадає на зволоження проммайданчика, доріг та зелених насаджень – 1200 м³ (95 % від загальної потреби).

2. У результаті розрахунків встановлено, що щорічно на Станишівському-1 родовищі утворюється близько 96,5 т відходів. Найбільшу частку становлять відпрацьовані акумуляторні батареї – 90,85 т/рік, які віднесені до II класу небезпеки та становлять основний екологічний ризик. Значними є також обсяги промасленого піску – 4,5 т/рік та побутових відходів – 0,576 т/рік. Решта видів відходів формуються у відносно малих кількостях, проте потребують належної організації збору й утилізації.

3. Основний внесок у структуру викидів становить оксид вуглецю (CO) близько 60 % від загальної кількості. Друге місце займає пил неорганічний (≈12 %) та діоксид азоту (NO_2) (≈16 %), які разом формують майже третину викидів. Інші речовини мають менші частки: неметанові леткі органічні сполуки – 7 %, сажа – 3 %, діоксид сірки (SO_2) – близько 2 %, тоді як бенз(а)пірен (<0,1 %). Це свідчить про переважання токсичного впливу CO та NO_2, тоді як інші забруднювачі формують локальне навантаження на атмосферу.

4. Вплив на природні ресурси у процесі провадження планованої діяльності носить інтенсивний і локалізований характер у короткостроковій перспективі, проте він є компенсованим завдяки передбаченим відновлювальним заходам. У

довгостроковій перспективі залишкові зміни стосуватимуться переважно рельєфу місцевості, тоді як ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття матимуть можливість часткового відновлення.

5. Узагальнюючи результати оцінки, можна зазначити, що акустичний вплив від роботи кар’єру становить лише 2,5 дБ і не перевищує допустимих нормативів, а вібраційне, світлове та теплове забруднення відсутнє. Радіаційно-гігієнічна оцінка підтверджує, що корисна копалина належить до I класу радіоактивності та може використовуватися без обмежень. Основними видами відходів є комунальні, акумулятори, шини, мастила, фільтри та спецодяг, які належать до II–IV класів небезпеки. Усі вони підлягають належному збиранню, тимчасовому зберіганню та передачі на утилізацію спеціалізованим організаціям. Загалом вплив від цих факторів оцінюється як допустимий і контрольований.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник-Шамрай Н. І., Шамрай С. В., та ін. Оцінка впливу гірничо-видобувної галузі на довкілля: система управління відходами // Житомирська політехніка. – 2020. – С. 28–35.

2. Виявлено незаконний видобуток піску в Житомирській області /Житомир.info. – 2025. – Режим доступу: https://www.zhitomir.info/news_167390.html

3. Прокуратура Житомирської області: збитки від незаконного видобутку піску сягнули 68 млн грн // Житомир.today. – 2025. – Режим доступу: https://zhitomir.today

4. Спеціальні дозволи на користування надрами: приклади піщаних родовищ Полісся // Державна служба геології та надр України. – 2021. – Режим доступу: https://geo.gov.ua

5. Current condition of damaged lands by surface mining in Ukraine and its influence on environment // ResearchGate. – 2019. – Режим доступу: https://

6. Міндовкілля відмовило у погодженні проєкту видобування піску на озері Основ'янське (Харківська обл.) // Екологія-Право-Людина (ЕПЛ). – 2024. – Режим доступу: https://epl.org.ua

7. Useful minerals of Zhytomyr region (Корисні копалини Житомирщини) // Insgeo. – 2023. – Режим доступу: https://insgeo.com.ua

8. Барановський В.А. Екологічні наслідки гірничих робіт. – К.: Наукова думка, 2016. – 312 с.

9. Білявський Г.О., Фурдичко О.І. Основи екології. – К.: Либідь, 2017. – 512 с.

10. Гавриленко І.П. Екологічна безпека гірничодобувних регіонів. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2015. – 280 с.

11. Денисенко О.П. Вплив відкритого видобутку корисних копалин на ґрунтові ресурси. // Вісник ЖНАЕУ. – 2019. – №1. – С. 45–52.

12. Жуков В.І. Рекультивація земель: теорія і практика. – Харків: Основа, 2018. – 368 с.

13. Мельничук Т.В. Моніторинг природних ресурсів у зонах техногенного навантаження. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2020. – 226 с.

14. Іванченко О.М. Гідрогеологічні аспекти розробки родовищ пісків. // Геологія і геохімія. – 2017. – №3. – С. 29–35.

15. Шевчук В.Я. Водні ресурси Полісся: стан і проблеми охорони. – К.: Агропромвидав, 2015. – 240 с.

16. Ковальчук Л.П. Зміни гідрологічного режиму при розробці кар’єрів. // Гідрологія. – 2018. – №2. – С. 65–72.

17. Дубровін О.С. Вплив гірничих розробок на підземні води. – К.: Ніка-Центр, 2016. – 198 с.

18. Глущенко А.Ф. Забруднення атмосферного повітря на промислових об’єктах. – Дніпро: НГУ, 2019. – 150 с.

19. Лисенко Н.В. Пилові викиди від видобутку пісків. // Екологічна безпека. – 2020. – №1. – С. 88–94.

20. Сахно О.В. Атмосферне повітря Полісся: стан та проблеми. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2021. – 164 с.

21. Климчук О.П. Викиди техніки при відкритих розробках. // Нафтогазова справа. – 2017. – №4. – С. 40–46.

22. Дячук В.О. Моделювання розсіювання пилу в кар’єрах. // Екологічний вісник. – 2022. – №2. – С. 55–61.

23. Копач П.І. Акустичні впливи гірничих підприємств. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2018. – 202 с.

24. Лещенко Г.М. Шумове навантаження в зоні гірничих робіт. // Екологічні науки. – 2019. – №5. – С. 71–78.

25. Ткаченко І.Л. Вібраційні впливи від гірничої техніки. – Донецьк: ДонНУ, 2016. – 175 с.

26. Шевченко М.С. Оцінка акустичного впливу промислових об’єктів. // Вісник екології. – 2020. – №3. – С. 39–44.

27. Орловська А.О. Фактори техногенного навантаження на біоту Полісся. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2021. – 148 с.

28. Мельник В.В. Технічна рекультивація земель. – К.: Центр учбової літератури, 2015. – 292 с.

29. Дубина Д.В. Біологічна рекультивація порушених земель. – Харків: ХНАУ, 2017. – 210 с.

30. Гуменюк Л.І. Лісова рекультивація: проблеми і перспективи. – Львів: ЗУКЦ, 2019. – 184 с.

31. Стадник С.М. Приклади рекультивації на Житомирщині. // Екологічний вісник. – 2020. – №4. – С. 51–58.

32. Федоренко І.А. Сільськогосподарська рекультивація техногенних земель. – К.: Аграрна наука, 2018. – 224 с.

33. Бондарчук О.О. Моніторинг довкілля в умовах кар’єрів. – К.: Видавництво КНЕУ, 2020. – 176 с.

34. Романюк О.І. Використання ГІС у моніторингу кар’єрів. // Геоінформатика. – 2018. – №2. – С. 23–30.

35. Андрієнко П.С. Дистанційне зондування у дослідженні екологічних змін. – К.: Наук. думка, 2019. – 190 с.

36. Черненко Л.А. Моніторинг атмосферних викидів при видобуванні. // Природокористування. – 2017. – №3. – С. 13–19.

37. Олійник М.В. Супутникові дані для оцінки порушених земель. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2021. – 134 с.

38. Ковтун А.В. Поводження з небезпечними відходами на гірничих підприємствах. – К.: Екологія, 2019. – 208 с.

39. Савченко І.Р. Утилізація відпрацьованих мастил. // Техноекологія. – 2018. – №2. – С. 44–49.

40. Петренко Н.О. Проблеми утилізації відпрацьованих шин. – Харків: ХНАУ, 2020. – 152 с.

41. Демчук Ю.В. Відходи акумуляторів: екологічні аспекти. – Львів: ЛНУ, 2019. – 175 с.

42. UN Environment Programme. Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance. – Geneva, 2019. – 120 p.

43. European Commission. Best Available Techniques (BAT) for the management of mining waste. – Brussels, 2018. – 96 p.

44. World Bank. Extractives and environment: global challenges. – Washington, 2020. – 88 p.

45. OECD. Environmental impacts of extractive industries. – Paris, 2019. – 140 p.

46. Яцюк О.І. Екологічні проблеми Полісся України. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2016. – 298 с.

47. Скрипник В.П. Біорізноманіття Полісся та його антропогенна трансформація. – К.: Фітосоціоцентр, 2018. – 254 с.

48. Макарук Д. В., Грищук І. А., Зайцев Д. С. Екологічні аспекти промислової розробки Станишівського-1 родовища пісків і суглинків (Житомирська область) // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. – Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2025. – С.10 –12.

49. Зайцев Д. С., Макарук Д. В., Грищук І. А. Екологічні аспекти видобутку каолінів на прикладі Великогамінецького родовища // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. – Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2025. – С. 9–10.

50. Макарук В. Д. Еколого-геологічна характеристика Покостівського родовища гранодіориту (ділянка «Заможне») // Ліс, наука, молодь: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 26 листопада 2025 р. – Житомир: Поліський національний університет, 2025. – С. –95.