МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

Кафедра геології та гідрології

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»
на тему:

**«Конструктивно-географічні аспекти трансформації природних умов на ділянці видобутку бурштину Зелена в Сарненському районі Рівненської області»**

Виконала:
студентка 4 курсу, групи ГФ-41,
спеціальності 106 «Географія»
**Бордюженко Світлана Олегівна**

Науковий керівник:
доцент, к.геогр.н. **Холоденко В.С.**

Рівне 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики
та водного господарства

Кафедра геології та гідрології

Освітня програма «Конструктивна географія, управління водними і мінеральними ресурсами»

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри геології
та гідрології
«28» _травня_2026_року
Протокол № _8__
Завідувач кафедри
_Мельничук В.Г.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

видане здобувачці вищої освіти Бордюженко Світлані Олегівні

1. Тема роботи: «Конструктивно-географічні аспекти трансформації природних умов на ділянці видобутку бурштину «Зелена» в Сарненському районі Рівненської області».

Керівник бакалаврської роботи: Холоденко Вікторія Святославівна доц., к.геогр.н.

затверджена наказом закладу вищої освіти від "07" травня 2026 року № С №-527 «Про затвердження тем і керівників бакалаврських робіт студентів денної форми навчання спеціальності 106 «Географія»».

2. Термін здачі здобувачем освіти закінченої роботи: 13.06.2026 р.

3. Вихідні дані: Звіт «Вивчення трансформації геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних, грунтових умов та біорізноманіття для оцінки впливу на довкілля та рекультивації промислових розробок родовищ бурштину на порушеній ділянці «Зелена» з розширенням». / Мельничук В.Г. - Звіт про створення науково-технічної продукції: Рівне, ТОВ «Західкапіталінвест», 2025. – 170 с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): РОЗДІЛ 1. ОПИС КОМПОНЕНТІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДІЛЯНКИ «ЗЕЛЕНА» ТА ЗОНИ ЇЇ ВПЛИВУ. 1.1. Географічне положення ділянки досліджень. 1.2. Фізико-географічна характеристика району досліджень. 1.3. Характеристика геологічної будови району. 1.4. Гідрогеологічна характеристика території досліджень. 1.5. Гідрологічна характеристика території досліджень.

РОЗДІЛ 2. ПОЛЬОВІ ГЕОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ДОВКІЛЛЯ РОДОВИЩА БУРШТИНУ «ЗЕЛЕНЕ» » ТА ЗОНИ ЙОГО ВПЛИВУ.

РОЗДІЛ 3. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА. 3.1. Дослідження трансформації геологічних умов. 3.1.1. Старательські способи видобутку бурштину. 3.1.2. Трансформація геологічного середовища від несанкціонованого гідровидобутку бурштину. 3.2. Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину. 3.3. Вивчення інженерно-геологічних процесів та явищ.

РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ КЛІМАТИЧНОГО, ГІДРОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩ. 4.1. Вивчення трансформації кліматичного середовища. 4.2. Вивчення трансформації гідрологічного середовища. 4.3. Вивчення трансформації гідрогеологічного середовища.

РОЗДІЛ 5. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ГРУНТІВ РОСЛИННОГО ШАРУ.

РОЗДІЛ 6. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ТВАРИННОГО СВІТУ.

РОЗДІЛ 7. КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНІ ЗАХОДИ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ НА ДІЛЯНЦІ «ЗЕЛЕНА». 7.1. Гірничотехнічний етап рекультивації ландшафтів. 7.2. Біологічний етап рекультивації порушених земель. 7.3. Екологічний моніторинг та післярекультиваційний контроль.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

ДОДАТКИ. Додаток А.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): Рис. 1.1. Схема розміщення та кутові точки ділянки бурштину «Зелена» на карті Google Maps; Таблиця 1.1. Географічні координати кутових

точок ділянки бурштину «Зелена» з територією розширення; Таблиця 1.2. Літолого-стратиграфічна характеристика палеогенової системи; Рис. 1.2. Геологічна карта дочетвертних утворень району робіт; Рис. 1.3. Умовні позначення до геологічної карти дочетвертинних утворень; Рис. 2.1. Позиція родовища бурштину «Зелене» в лісовому масиві Ясногірського лісництва поблизу с. Олексіївка; Рис. 2.2. Точки геологічних спостережень та їх номери на території родовища бурштину «Зелене» та 500-метровій зоні його впливу; Рис. 3.1. Блок-діаграма розробок олігоценових бурштинових покладів Полісся способом шурфування [3, 15]; Рис. 3.2. Принципова схема видобутку бурштину способом підземного гідровимивання [3, 15]; Рис. 3.3. Камери гідровимивання свердловинами в стінці кар'єру заповнені техногенними відкладами; Рис. 5.1. Дешифрування ділянки родовища «Зелене» і навколишніх територій на космічному фотознимку за рівнями трансформації грунтів і поверхні геологічного середовища; Рис. 5.2. Вапнування грунтів [18]; Рис. 6.1. Кабан дикий [21]; Рис. 6.2. Заєць-русак [22]; Рис. 6.3. Вуж звичайний; Додаток 1. Оглядова карта щодо розміщення ділянки бурштину «Зелена»; Додаток 2. Розрахунок загальних показників водокористування і водовідведення; Додаток 3. Етапи та заходи комплексної рекультивації порушених земель ділянки «Зелена».

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів, що їх стосується

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1, 2 | Доцент, к.геогр.н. Холоденко В.С. | 28.05.2026 | 07.06.2026 |
| 3, 4 | Ст. виклад. Столярець М.О. | 01.06.2026 | 10.06.2026 |
| 5, 6, 7 | Професор, д.геол.н. Мельничук В.Г. | 02.06.2026 | 12.06.2026 |

7. Дата видачі завдання _28.05.2026 р._

Керівник _____Холоденко В.С.

(підпис)

Завдання прийняла

до виконання _____Бордюженко С.О.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Опис компонентів природного середовища ділянки «Зелена» та зони її впливу | 07.06.2026 | виконано |
| 2 | Польові геологічні спостереження за трансформацією довкілля родовища бурштину «Зелене» та зони його впливу | 08.06.2026 | виконано |
| 3 | Вивчення трансформації геологічного середовища | 10.06.2026 | виконано |
| 4 | Вивчення трансформації кліматичного, гідрологічного та гідрогеологічного середовищ | 10.06.2026 | виконано |
| 5 | Спостереження за трансформацією ґрунтів рослинного шару | 11.06.2026 | виконано |
| 6 | Спостереження за трансформацією тваринного світу | 12.06.2026 | виконано |
| 7 | Конструктивно-географічні заходи з оптимізації та відновлення порушених територій на ділянці «Зелена» | 12.06.2026 | виконано |

Здобувачка освіти _____Бордюженко С.О.

(підпис)

Керівник бакалаврської

роботи _____Холоденко В.С.

(підпис)

# ЗМІСТ

ВСТУП 11

РОЗДІЛ 1. ОПИС КОМПОНЕНТІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДІЛЯНКИ «ЗЕЛЕНА» ТА ЗОНИ ЇЇ ВПЛИВУ 14

1.1. Географічне положення ділянки досліджень 14

1.2. Фізико-географічна характеристика району досліджень 17

1.3. Характеристика геологічної будови району 20

1.4. Гідрогеологічна характеристика території досліджень 26

1.5. Гідрологічна характеристика території досліджень 28

РОЗДІЛ 2. ПОЛЬОВІ ГЕОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ДОВКІЛЛЯ РОДОВИЩА БУРШТИНУ «ЗЕЛЕНЕ» 30

РОЗДІЛ 3. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА 35

3.1. Дослідження трансформації геологічних умов 35

3.2. Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину 42

3.3. Вивчення інженерно-геологічних процесів та явищ 44

РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ КЛІМАТИЧНОГО, ГІДРОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩ 49

4.1. Вивчення трансформації кліматичного середовища 49

4.2. Вивчення трансформації гідрологічного середовища 50

4.3. Вивчення трансформації гідрогеологічного середовища 52

РОЗДІЛ 5. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ГРУНТІВ РОСЛИННОГО ШАРУ 55

5.1. Природний стан ґрунтового покриву до порушення 55

5.2. Механічна деструкція та інверсія ґрунтового профілю 58

5.3. Трансформація геохімічних параметрів 59

РОЗДІЛ 6. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ТВАРИННОГО СВІТУ 62

РОЗДІЛ 7. КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНІ ЗАХОДИ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ НА ДІЛЯНЦІ «ЗЕЛЕНА» 67

7.1. Гірничотехнічний етап рекультивації ландшафтів 67

7.2. Біологічний етап рекультивації порушених земель 70
7.3. Екологічний моніторинг та післярекультиваційний контроль 71
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ 74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 77
ДОДАТКИ 80
Додаток 1. Оглядова карта щодо розміщення ділянки бурштину «Зелена» 80
Додаток 2. Розрахунок загальних показників водокористування і водовідведення 81
Додаток 3. Етапи та заходи комплексної рекультивації порушених земель ділянки «Зелена» 86

# АНОТАЦІЯ

**до кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:**

«Конструктивно-географічні аспекти трансформації природних умов на ділянці видобутку бурштину Зелена в Сарненському районі Рівненської області» здобувачки Бордюженко Світлани Олегівни групи ГФ-41 спеціальності 106 «Географія»

**Актуальність.** На територіях Південного Полісся, зокрема в межах ділянки «Зелена» Сарненського району Рівненської області, тривалий час здійснювався масштабний несанкціонований видобуток бурштину способом підземного гідромеханічного вимивання та шурфування. Це призвело до катастрофічної трансформації літогенної основи, порушення гідрологічного та гідрогеологічного режимів, докорінної деградації ґрунтового покриву та знищення лісових біоценозів. Комплексна оцінка цих негативних процесів та розробка конструктивно-географічних заходів є вкрай необхідними для оптимізації і проведення подальшої рекультивації порушених земель лісогосподарського призначення.

**Мета роботи** полягає у комплексному конструктивно-географічному аналізі трансформації компонентів природного середовища ділянки родовища бурштину «Зелена» та зони її впливу внаслідок несанкціонованого видобутку, а також в обґрунтуванні заходів з оптимізації та відновлення цих територій.

**Задачі дослідження:** 1. Охарактеризувати фізико-географічні та геологічні умови ділянки досліджень. 2. Проаналізувати результати польових спостережень за рівнем трансформації довкілля. 3. Вивчити специфіку руйнування геологічного, гідрологічного та гідрогеологічного середовищ під впливом старательських способів видобутку. 4. Оцінити масштаби механічної та геохімічної деструкції ґрунтів рослинного шару і трансформації тваринного світу. 5. Обґрунтувати комплекс конструктивно-географічних

заходів, що включає гірничотехнічний і біологічний етапи рекультивації та систему екологічного моніторингу.

**Об’єкт дослідження:** компоненти природного середовища ділянки родовища бурштину «Зелена» та 500-метрової зони її впливу.

**Предмет дослідження:** процеси антропогенної трансформації геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних, ґрунтових умов та біорізноманіття від кустарного видобутку бурштину, а також методи оптимізації та відновлення порушених геосистем.

**Практичне значення отриманих результатів:** Розроблено та обґрунтовано конкретні покрокові рекомендації для проведення технічного та біологічного етапів рекультивації деградованих земель лісогосподарського призначення. Сформовано список дій післярекультиваційного екологічного моніторингу, які можуть бути безпосередньо впроваджені лісогосподарськими підприємствами (зокрема Ясногірським лісництвом) та компаніями-надрокористувачами для контролю відновлення екосистем.

**Наукова новизна отриманих результатів:** Здійснено комплексний конструктивно-географічний аналіз та оцінку компонентів ландшафту Південного Полісся під впливом тривалого несанкціонованого видобутку бурштину. Встановлено просторово-часові закономірності розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів та геохімічної деструкції у межах епіцентрів гідромеханічного розмиву надр. Удосконалено підходи просторового моделювання та оцінки радіусу антропогенного впливу суміжних об'єктів надрокористування на локальну меліоративну мережу та рівневий режим ґрунтових вод.

**Методи дослідження:** польові геологічні спостереження, просторовий аналіз та картування за допомогою програмного забезпечення QGIS, дистанційне зондування Землі, порівняльно-географічний, математико-статистичний та аналіз науково-дослідної звітної документації.

**Особистий внесок автора.** Автором визначено мету та основні завдання роботи, обрано методи їх вирішення, опрацьовано літературні

джерела та науково-дослідний звіт. Виконано детальний аналіз геологічної будови і стратиграфії району досліджень. Здійснено комплексну оцінку негативних наслідків від гідровидобутку для кожного компонента довкілля. Самостійно розроблено і систематизовано конструктивно-географічні заходи технічного та біологічного етапів відновлення екосистеми ділянки.

Під час написання кваліфікаційної бакалаврської роботи основним джерелом інформації був звіт про виконання науково-дослідних робіт «Вивчення трансформації геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних, грунтових умов та біорізноманіття для оцінки впливу на довкілля та рекультивації промислових розробок родовищ бурштину на порушеній ділянці «Зелена» з ділянкою розширення» (виконавець: д. геол. наук, проф. Мельничук В.Г., 2025 р.).

# ВСТУП

**Актуальність теми.** Проблема раціонального природокористування та збереження ландшафтного різноманіття Українського Полісся набула критичного значення в останні десятиліття. Найбільш деструктивним фактором антропогенного впливу в регіоні став масовий несанкціонований видобуток бурштину. На відміну від регламентованих кар'єрних розробок, де передбачено обов’язкове збереження родючого шару ґрунту та подальша рекультивація, кустарні методи призвели до формування масштабних осередків екологічного лиха. Типовим прикладом такої деградації є територія ділянки «Зелена» у Сарненському районі Рівненської області.

Існуючі підходи до розв'язання проблеми відновлення таких земель часто мають вузькогалузевий характер: вони зосереджуються або суто на інженерно-геологічній стабілізації, або виключно на лісорозведенні. Проте, як показує критичний аналіз наслідків гідровидобутку, руйнування має комплексний характер — одночасно знищуються літогенна основа, гідрологічний каркас, та біоценози. Тому актуальність даного дослідження полягає в нагальній потребі застосування саме комплексного, конструктивно-географічного підходу. Обґрунтування системи заходів, які поєднують гірничотехнічне планування, хімічну меліорацію та біологічне відновлення на основі детального вивчення трансформації кожного компонента довкілля, є вкрай значущим для повернення порушених земель лісогосподарського призначення до збалансованого функціонування.

**Мета дослідження** – комплексне конструктивно-географічне обґрунтування заходів з оптимізації та рекультивації порушених геосистем ділянки родовища бурштину «Зелена» на основі інтегральної оцінки ступеня антропогенної трансформації її природних компонентів.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

1. Охарактеризувати фізико-географічні умови та геологічну будову району досліджень;

2. Виявити особливості трансформації мікроклімату, гідрологічного режиму поверхневих вод та гідродинамічних параметрів підземних водоносних горизонтів під впливом кустарного гідророзмиву;
3. Проаналізувати масштаби механічної деструкції, інверсії та геохімічного забруднення ґрунтового покриву (зокрема важкими металами);
4. Встановити характер змін біотичних компонентів ландшафту;
5. Розробити та обґрунтувати етапи комплексної рекультивації (гірничотехнічної та біологічної) порушених територій та запропонувати систему екологічного моніторингу.

**Об'єкт дослідження** – природно-територіальні комплекси (геосистеми) ділянки родовища бурштину «Зелена» та 500-метрової зони її впливу.

**Предмет дослідження** – антропогенна трансформація геологічного середовища, гідрологічних, ґрунтових умов і біорізноманіття внаслідок несанкціонованого видобутку бурштину та конструктивно-географічні заходи з їх відновлення.

**Методи дослідження.** Методологічну базу роботи складають принципи комплексного фізико-географічного та ландшафтно-екологічного аналізу. Достовірність та вірогідність результатів забезпечено застосуванням комплексу методів: польових експедиційних (візуальне обстеження провальних лійок, оцінка стану лісових насаджень та рельєфу); картографічних та ГІС-моделювання (використання програмного забезпечення QGIS для аналізу рельєфу та гідрографічної мережі); геоінформаційних (аналіз даних дистанційного зондування Землі); порівняльно-географічного (для зіставлення природного стану компонентів довкілля з їх техногенно зміненим станом); аналітичних (опрацювання фондових геологічних звітів та результатів гідрохімічних лабораторних аналізів).

**Практичне значення одержаних результатів.** Робота має яскраво виражене прикладне значення. Розроблені конструктивно-географічні рекомендації щодо проведення бульдозерного планування, відновлення русла меліоративного каналу «Случ-2», хімічної детоксикації субстрату (вапнування для іммобілізації свинцю та кадмію) і створення стійких фітоценозів можуть бути безпосередньо використані профільними лісогосподарськими підприємствами (зокрема філією «Клесівське лісове господарство») та компаніями-надрокористувачами при складанні проєктів рекультивації. Запропонована схема гідрогеологічного моніторингу має практичну цінність для контролю екологічної безпеки регіону.

**Апробація результатів.** Основні положення та результати кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на ІІ Всеукраїнській науково-практичній конференції Вода. Земля. Енергетика здобувачів вищої освіти та молодих вчених (м. Рівне, 15 травня 2025 р.) / редкол.: В. С. Мошинський (голов. ред.), Савіна Н. Б., Сафоник А. П. та ін. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2025. 260 с. (с.151-155).

**Структура роботи.** Кваліфікаційна бакалаврська робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел із 23 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 87 сторінок комп’ютерного тексту. Робота ілюстрована 13 рисунками та містить 2 таблиці.

# РОЗДІЛ 1. ОПИС КОМПОНЕНТІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДІЛЯНКИ «ЗЕЛЕНА» ТА ЗОНИ ЇЇ ВПЛИВУ

## 1.1. Географічне положення ділянки досліджень

Ділянка бурштиноносних надр «Зелена» є об'єктом детального конструктивно-географічного аналізу та просторового моделювання. Вона розташована у північно-західній частині України, в межах Рівненської області, яка є ключовим регіоном розвитку вітчизняної бурштиновидобувної промисловості.

В адміністративно-територіальному відношенні об'єкт досліджень знаходиться у Сарненському районі Рівненської області. За просторовою прив'язкою ділянка локалізована на відстані 3,1 км у південно-західному напрямку від найближчого населеного пункту — села Олексіївка. Географічна віддаленість від основних адміністративно-господарських та управлінських центрів регіону характеризується наступними просторовими показниками: відстань до районного центру (місто Сарни) становить 19 км у західному напрямку, а до обласного центру (місто Рівне) — 80 км у південно-західному напрямку [4].

Оглядова карта ділянки «Зелена» представлена в додатку 1.

На географічне положення ділянки також впливає її відносне розташування щодо села Кривиця (місце реєстрації компанії-народокористувача ТОВ «Західкапіталінвест»). Схема розміщення та кутові точки ділянки бурштину «Зелена» зображені на рисунку 1.1.

Згідно макрогеографічного та фізико-географічного районування, ділянка «Зелена» знаходиться у західній частині фізико-географічної області Південного Полісся (зокрема, в межах Клесівської акумулятивної рівнини). Морфологічно територія є частиною Поліської низовини і являє собою відносно плоску зандрово-акумулятивну рівнину із загальним ухилом

поверхні у північному та північно-західному напрямках — у бік заплави річки Прип'ять, найбільшої ріки Поліського регіону [12].




Рис. 1.1. Схема розміщення та кутові точки ділянки бурштину «Зелена» на карті Google Maps

Землевпорядна структура та правовий статус території визначають особливості її господарського освоєння та подальшої трансформації. Загальна площа ділянки «Зелена», з урахуванням контурів її географічного

розширення, становить 12,01 га. Географічні координати кутових точок вказані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Географічні координати кутових точок ділянки бурштину «Зелена» з територією розширення

| Географічні координати кутових точок у WGS 84 | | |
|---|---|---|
| № | Пн.ш. | Сх.д. |
| 1 | 51° 13′ 30.012″ | 26° 51′ 43.372″ |
| 2 | 51° 13′ 29.857″ | 26° 51′ 38.320″ |
| 3 | 51° 13′ 38.368″ | 26° 51′ 37.234″ |
| 4 | 51° 13′ 38.012″ | 26° 51′ 42.371″ |
| 5 | 51° 13′ 49.013″ | 26° 51′ 59.371″ |
| 6 | 51° 13′ 42.013″ | 26° 52′ 02.371″ |
| Загальна площа 12,01 га | | |

За категоріями цільового призначення ці землі належать виключно до лісогосподарського фонду. Відомчо територія розподілена між двома великими лісогосподарськими землекористувачами:

- Спеціалізований виробничий кооператив (ССОК) «Кам’яно-Случанський»;
- Державне підприємство «Клесівське лісове господарство» (безпосередньо в межах обходу Ясногірського лісництва).

На сучасному етапі ділянка повністю вилучена з інтенсивного сільськогосподарського обігу. Рослинний покрив представлений лісовими культурами різного віку та ступеня антропогенної деградації.

Важливим критерієм екологічної безпеки та конструктивно-географічного планування є оцінка буферних зон об'єкта. У межах самої ділянки, а також у радіусі встановленої 500-метрової зони потенційного екологічного та технологічного впливу, повністю відсутні об'єкти капітального будівництва, житлові масиви, рекреаційні зони та елементи цивільної інфраструктури. На цій території немає магістральних нафто-, газопроводів чи високовольтних ліній електропередач (ЛЕП), що суттєво знижує ризик виникнення техногенних катастроф під час проведення гірничих робіт. Важливим є також те, що в зоні впливу об'єкта не зафіксовано жодного елемента природно-заповідного фонду (ПЗФ) України, пам'яток історії чи культури, що б накладали жорсткі обмеження на трансформацію ландшафтів [2].

Транспортно-географічне та логістичне положення ділянки «Зелена» є високо сприятливим для промислового освоєння та наступної рекультивації. Головними елементами транспортного каркаса району є:

1. **Залізничний транспорт:** найближча залізнична станція «Клесів» розташована за 7 км на північний схід від об'єкта. Окрім цього, на відстані 8 км у північному напрямку проходить магістральна залізнична гілка сполученням Ковель — Сарни — Коростень — Київ, що забезпечує прямий вихід на загальнодержавну мережу залізниць.

2. **Автомобільний транспорт:** за 5,5 км на північ від ділянки проходить міжнародна автомобільна траса М-07 (Київ — Ковель — державний кордон з Республікою Польща на контрольно-пропускному пункті «Ягодин»), яка відома як «Варшавка». Зв'язок самої ділянки з магістраллю М-07 та станцією «Клесів» здійснюється мережею грунтових та лісовозних доріг придатної для важкої техніки якості.

Така конфігурація транспортної мережі забезпечує швидке підвезення необхідної техніки, паливно-мастильних матеріалів, а також полегшує логістику під час вивезення видобутої сировини чи доправляння матеріалів для проведення технічного етапу гірничотехнічної рекультивації ландшафтів.

## 1.2. Фізико-географічна характеристика району досліджень

### Рельєф та геоморфологія

Територія дослідження, в межах якої розташована ділянка «Зелена», належить до Східно-Європейської полігенної рівнини. Згідно з геоморфологічним районуванням, це Південно-Поліська область пластово-акумулятивних низовинних рівнин. Об'єкт розташований на слабохвилястій вододільній рівнині межиріччя Случі та Льви, що характеризується загальним регіональним ухилом поверхні на північ і північний захід.

У непорушеному стані абсолютні відмітки рельєфу на території ділянки знаходяться у вузьких межах 162,48–163,65 м. Домінуючими природними формами мезорельєфу є плоскі піщані зандрові рівнини, які місцями ускладнені еоловими утвореннями — піщаними пагорбами та дюнами з відносною висотою 2–3 м.

Визначальною рисою ділянки «Зелена» є докорінна антропогенна зміна її первинного рельєфу. Внаслідок інтенсивного несанкціонованого видобутку бурштину методом підземного гідромеханічного вимивання (з використанням мотопомп), поверхня зазнала масштабної деградації. Територія перетворилася на так званий "бедленд", набувши специфічного горбисто-ямкуватого техногенного мікрорельєфу. Цей мікрорельєф являє собою хаотичне нагромадження піщаних конусів гідронамиву, чергування глибоких деградованих шурфів, суфозійних лійок та стихійних водозбірних канав. Така трансформація не лише повністю знищила природний ландшафт, але й суттєво змінила умови поверхневого стоку та мікроклімат у межах усієї ділянки.

### Кліматичні умови

Клімат району досліджень є помірно континентальним, що типово для Українського Полісся. Він характеризується відносно м’якою зимою з

частими тривалими відлигами та теплим, достатньо вологим літом. Середня багаторічна температура повітря становить +7,3 ºС. Найтепліший місяць — липень із середньою температурою +18,5 ºС, найхолодніший — січень із показником -5,6 ºС.

Регіон належить до зони достатнього атмосферного зволоження. Середньорічна кількість опадів сягає 608,6 мм, з яких переважна більшість (близько 71%) випадає впродовж теплого періоду року (з квітня по жовтень). Ці кліматичні чинники (особливо значна кількість літніх опадів та весняне сніготанення) відіграють ключову роль у сучасних екзогенних процесах на ділянці. Вони стимулюють інтенсивний площинний змив, водну ерозію пухких відвалів та активізують суфозійні явища на техногенно порушених землях [12].

**Гідрографія та поверхневі води**

Гідрографічна мережа району досліджень підпорядкована басейнам правих приток річки Случ (річки Полична, Тусталь, Любинка) та верхів'ям річки Льва. Природні водотоки характеризуються широкими, значною мірою заболоченими заплавами з повільною течією. Показник густоти гідрографічної мережі території становить 0,35 км/км².

Характерною рисою гідрографії є те, що значна частина природних болотних масивів району у минулому була залучена до інтенсивної гідротехнічної меліорації. Унаслідок цього навколо ділянки сформувалася розгалужена мережа осушувальних каналів (зокрема, система «Случ-2»). Гідрологічний режим поверхневих і ґрунтових вод території тісно взаємопов'язаний [1]. Він безпосередньо залежить від балансу атмосферних опадів, функціонування меліоративної мережі та локального техногенного мікрорельєфу, який виконує роль своєрідних резервуарів-накопичувачів поверхневого стоку [11].

**Ґрунтовий покрив та рослинність**

У ґрунтово-географічному відношенні ділянка дослідження належить до Клесівського ґрунтового району. Первинний ґрунтовий покрив характеризувався строкатою мозаїчністю і був представлений переважно дерново-підзолистими, дерново-супіщаними та торф’яно-болотними ґрунтами. Ці ґрунти навіть у природному стані відзначалися порівняно низьким рівнем родючості та підвищеною кислотністю.

Однак на території ділянки «Зелена» природний ґрунтовий профіль фактично знищений процесами гідронамиву. Родючий (гумусований) горизонт перемішаний з материнською породою та нижніми горизонтами (пісками, супісками, глейовими утвореннями). Це призвело до повної втрати біологічної продуктивності земель, що робить питання їх комплексної рекультивації першочерговим.

Згідно з геоботанічним районуванням, територія належить до зони мішаних лісів. Фактична лісистість прилеглих територій складає близько 24%. На непорушених ділянках переважають хвойні (соснові) та мішані ліси з розвиненим чагарничково-трав'яним покривом, де домінують чорниця, зелені мохи та різнотрав'я.

## 1.3. **Характеристика геологічної будови району**

**Загальна структурно-тектонічна будова**

У геологічному та структурно-тектонічному відношенні район досліджень розташований у межах північно-західного схилу Українського кристалічного щита. Геологічний розріз території характеризується чітким поділом на два основні структурні поверхи, що кардинально відрізняються за віком, літологічним складом та умовами залягання.

Нижній структурний поверх — це складно дислокований, інтенсивно метаморфізований кристалічний фундамент палеопротерозойського віку, утворений магматичними та метаморфічними породами (гранітами, гнейсами тощо). Поверхня фундаменту нерівна, занурюється в північному напрямку.

Верхній структурний поверх являє собою платформний осадовий чохол, який залягає на розмитій поверхні кристалічного фундаменту практично горизонтально або з незначним нахилом. Осадовий чохол у межах ділянки формувався протягом тривалого геологічного часу і представлений теригенними утвореннями рифею, а також відкладами крейдової, палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Основний практичний інтерес для дослідження становлять відклади палеогену та антропогену (четвертинного періоду).

**Нижній структурний поверх (Кристалічний фундамент)**

Нижній структурний поверх складний утвореннями докембрію, які зазнали інтенсивного метаморфізму, складчастості та магматизму.

**Архейська та протерозойська еонотеми (AR-PR)**

Утворення раннього докембрію представлені інтрузивними та метаморфічними комплексами (зокрема, осітницькою серією). Літологічно це переважно граніти, гранодіорити, гнейси, мігматити та кристалічні сланці. Поверхня кристалічного фундаменту є вкрай нерівною, розчленованою давніми розломами та ерозією. У межах району фундамент занурюється у північному та північно-західному напрямках, утворюючи ложе для накопичення осадових товщ.

**Верхній протерозой: Рифейська (R) та Вендська (V) системи**

Відклади пізнього докембрію заповнюють пониження кристалічного фундаменту (палеодепресії). Вони утворені теригенними та ефузивними комплексами (поліська та волинська серії). Літологічний склад включає різнозернисті кварцові пісковики, аргіліти, алевроліти, а також покриви покривних базальтів, туфів та туфо-брекчій. Ці відклади мають значну щільність та слугують фундаментом для верхнього структурного поверху.

**Верхній структурний поверх (Осадовий чохол)**

Осадовий платформний чохол утворений породами мезозою та кайнозою, які залягають з кутовим та стратиграфічним неузгодженням на давніх утвореннях.

**Крейдова система (K)**

Відклади крейдової системи (представлені переважно верхнім відділом — кампанським і маастрихтським ярусами) складені морськими фаціями. Це переважно писана крейда, крейдоподібні мергелі, вапняки зі стяжіннями кременю, а в базальній частині — зеленувато-сірі кварц-глауконітові піски та пісковики. Крейдова товща слугує важливим водотривом або вміщує тріщинні водоносні горизонти.

**Палеогенова система (P)**

Палеогенові відклади мають ключове практичне значення, оскільки з ними пов'язане промислове зруденіння бурштину (сукциніту). Система повноцінно представлена відкладами еоценового та олігоценового відділів. Повна характеристика системи наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Літолого-стратиграфічна характеристика палеогенової системи

| **Відділ / Ярус** | **Світа** | **Літологічна характеристика та потужність** | **Бурштиноносність** |
|---|---|---|---|
| Середній еоцен | Київська ($P_2kv$) | Зеленувато-сірі та сірі мергелі, щільні мергелисті глини, у нижній частині — кварц-глауконітові піски. Потужність 5-15 м. | Непродуктивна. Слугує підстилаючим водотривом. |

| Відділ / Ярус | Світа | Літологічна характеристика та потужність | Бурштиноносність |
|---|---|---|---|
| Верхній еоцен | Обухівська ($P_2ob$) | Тонкодисперсні, слюдисті, зеленувато-сірі алеврити та піски з прошарками щільних глин. Потужність 2-10 м. | Слабопродуктивна або стерильна. Є локальним водотривом. |
| Нижній олігоцен | Межигірська ($P_3mz$) | Темно-сірі та зеленувато-сірі різнозернисті кварц-глауконітові піски, невідсортовані, з домішками гравію, гальки та лігнітизованої деревини. Середня потужність 6,0–7,0 м. | **Головна продуктивна товща.** Вміщує промислові розсипи бурштину. |
| Верхній олігоцен | Берецька ($P_3br$) | Сірі, світло-сірі, зеленуваті пластичні глини з прошарками тонкозернистих пісків та алевролітів. Потужність 0,5–4,5 м. | Непродуктивна. Є верхнім регіональним водотривом (екраном) для продуктивного пласта. |

**Неогенова система (N)**

Відклади неогенової системи (міоценовий та пліоценовий відділи) на території досліджень мають обмежене, острівне поширення через інтенсивний передчетвертинний розмив (ерозію). У місцях збереження вони представлені континентальними фаціями: світлими різнозернистими пісками, строкатими глинами та суглинками озерно-алювіального генезису. Їх потужність зазвичай не перевищує 1-3 м.

**Четвертинна система (Q) (Антропоген)**

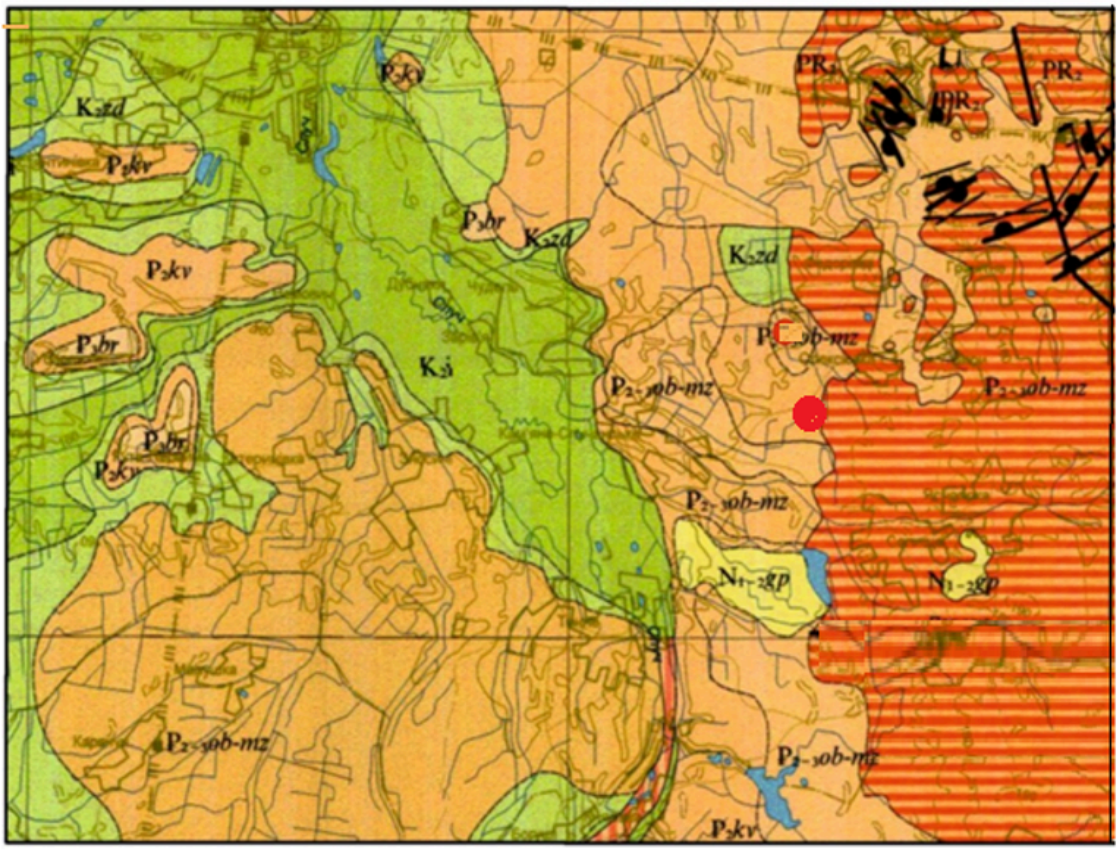
Четвертинні відклади суцільним плащем перекривають більш давні утворення, формуючи сучасний рельєф і основу для ґрунтового покриву (рис. 1.2, 1.3). Їхня загальна потужність на ділянці коливається від 4,0 до 6,5 м. У розрізі виділяються декілька генетичних типів:

- **Водно-льодовикові (флювіогляціальні) відклади (fg Q):** домінуючий тип у розрізі. Представлені світло-жовтими, сірими, різнозернистими пісками (від дрібних до крупних) із лінзами супісків та домішками гравію. Сформовані талими водами зледеніння.
- **Еолові відклади (v Q):** перевіяні флювіогляціальні піски, що утворюють локальні дюни та піщані пагорби.
- **Алювіальні та озерно-болотні відклади (a, lb Q):** поширені у зниженнях рельєфу. Представлені мулуватими пісками, суглинками, глейовими утвореннями та торфом.

**Сучасні техногенні відклади (t)**

Специфічною стратиграфічною одиницею поверхневого ярусу є голоценові техногенні відклади, що утворилися внаслідок масштабного кустарного гідровидобутку бурштину. Літологічно це хаотична, повністю розущільнена суміш перемитих четвертинних та палеогенових пісків із безструктурними грудками берецьких глин. Потужність техногенного шару сягає 5-8 м у межах засипаних виробок і до 0,5 м на периферійних ділянках намиву [2].

- Ділянка «Зелена»



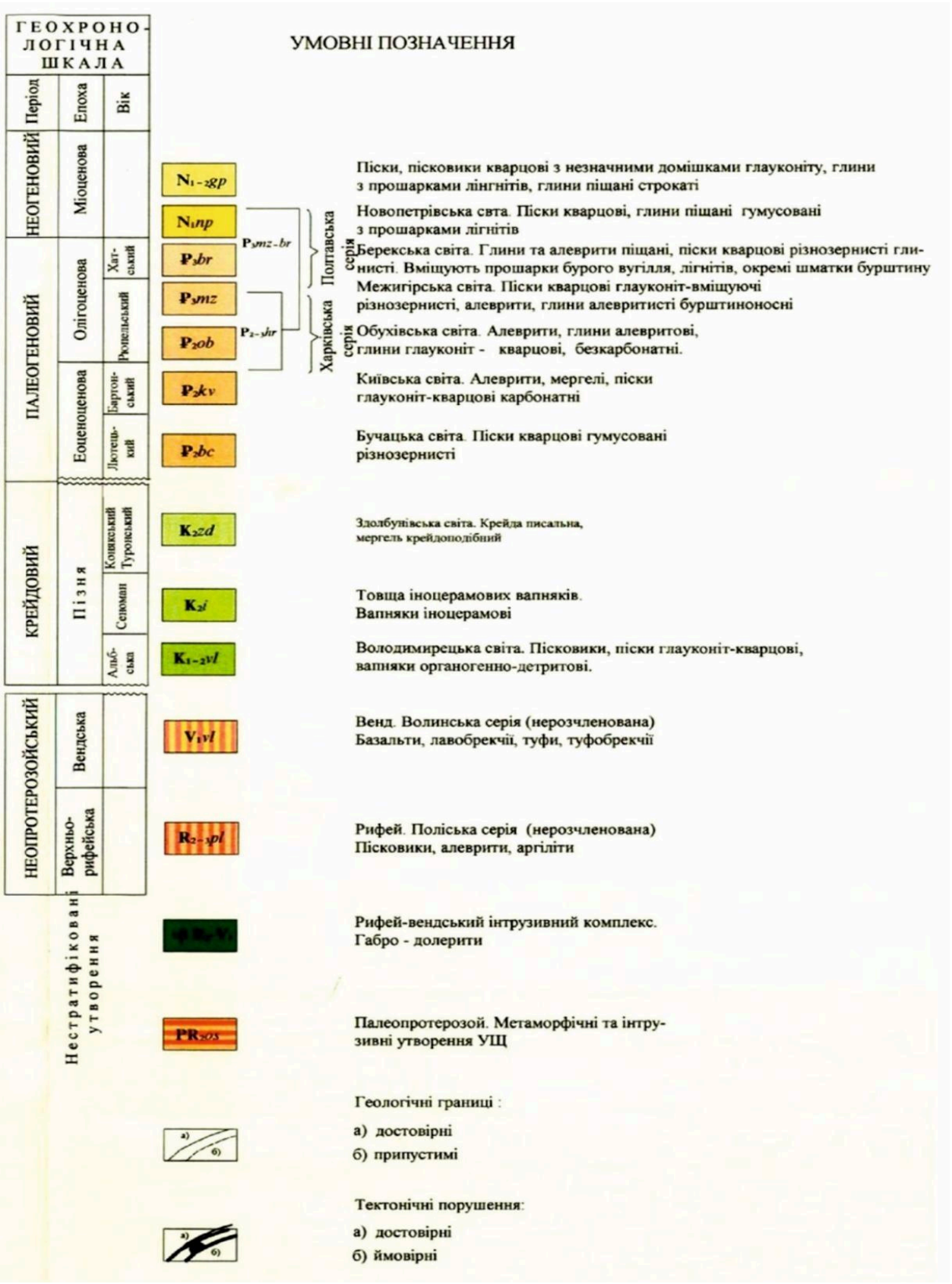



Рис. 1.3. Умовні позначення до геологічної карти дочетвертинних утворень

## 1.4. Гідрогеологічна характеристика території досліджень

### Загальні гідрогеологічні умови та районування

У гідрогеологічному відношенні ділянка входить до Полісько-Подільського гідрогеологічного району Українського басейну тріщинних вод, межа якого проходить по лінії контакту неопротерозойських утворень з кристалічними породами щита. Гірські породи району значною мірою обводнені. Це зумовлено рівнинним характером рельєфу, значною кількістю атмосферних опадів та переважанням процесів інфільтрації над поверхневим стоком.

Відповідно до геологічної та літологічної будови розрізу, на території виділяються декілька водоносних та водотривких горизонтів. Найбільший інтерес з інженерно-геологічної точки зору та для умов розробки родовища становлять ґрунтові води четвертинних відкладів і безнапірні та слабконапірні міжпластові води межигірського регіоярусу (межигірської світи) олігоцену, що є основним водоносним горизонтом.

### Водоносний комплекс ґрунтових вод

Першим від поверхні постійно діючим горизонтом є водоносний комплекс ґрунтових вод у відкладах межигірського та берекського регіоярусів олігоцену ($P_3$mz-br), а також у четвертинних (флювіогляціальних, озерно-льодовикових та болотних) відкладах середнього плейстоцену і неоплейстоцену (fg, lg, b PII-III).

Колекторами (водовмісними породами) для підземних вод слугують глинисто-кварцові, глауконітовмісні морські піски палеогену та різнозернисті флювіогляціальні піски четвертинної системи світлого жовтувато-сірого кольору. Потужність цього горизонту ґрунтових вод на ділянці становить 3,0–4,0 м, місцями сягаючи 8,0 м. Основним джерелом живлення горизонту є атмосферні опади.

Дзеркало ґрунтових вод (ДГВ) характеризується неглибоким заляганням і тісно пов'язане з сезонними змінами:

- У багатоводний період рівень залягає дуже близько до поверхні — на глибинах від 0 до 0,5 м.
- У маловодний (меженний) період рівень опускається до 1,0–2,0 м, а в окремі посушливі роки фіксується на глибинах 2,0–7,0 м від поверхні землі.

Знизу цей водоносний горизонт підпирається регіональним водотривом — шаром глин берекського регіоярусу.

**Слабонапірний водоносний горизонт міжпластових вод**

У тих частинах розрізу, де в основі берекської світи залягає надійний водотривкий глинистий шар, відокремлюється слабонапірний водоносний горизонт міжпластових вод, який приурочений до продуктивної товщі пісків межигірської світи ($P_3mz$).

Потужність горизонту міжпластових вод у межах ділянки становить 5,0–6,0 м. Він перекривається зверху водотривкими глинами берекської світи, а знизу підпирається щільними водотривкими глинистими відкладами обухівської світи.

В умовах непорушеного залягання живлення цього горизонту відбувалося переважно за рахунок бокового напору. Однак на сьогодні гідродинамічний режим території зазнав суттєвих змін: живлення міжпластових вод значною мірою відбувається за рахунок прямого проникнення вищезалягаючих ґрунтових вод через численні техногенні свердловини гідровидобутку бурштину, якими було зруйновано (порушено) верхній водотривкий екран.

**Інженерно-геологічні ускладнення**

Гідрогеологічні умови безпосередньо на ділянці «Зелена» є достатньо простими, проте вони створюють суттєві ускладнення для гірничовидобувних та рекультиваційних робіт. Головними ускладнюючими чинниками є висока обводненість верхнього піщаного горизонту, сильна заболоченість поверхні родовища та розвиток напірних пливунів. Пливуни

утворюються в нижній частині водоносного комплексу (над темно-сірими водотривкими глинами), що вимагає врахування цих факторів під час планування подальшого промислового освоєння об'єкта.

## 1.5. Гідрологічна характеристика території досліджень

### Поверхневі водні об'єкти ділянки

Гідрологічний режим досліджуваної території формується під впливом як природних кліматичних, так і потужних антропогенних чинників. Характерною просторовою особливістю безпосередньо ділянки бурштиноносних надр «Зелена» є повна відсутність природних водотоків (річок, струмків) чи природних озер. Натомість сучасна гідрологічна мережа ділянки представлена виключно невеликими штучними водоймами.

В межах території робіт зафіксовано чотири водонакопичувальні водойми техногенного походження. Вони утворилися в результаті затоплення ґрунтовими та атмосферними водами відпрацьованих кар'єрів, суфозійних лійок та деградованих шурфів, що залишилися після масового несанкціонованого гідровидобутку бурштину. Найбільша з цих техногенних водойм розташована у південній частині ділянки. Її морфометричні параметри є такими: довжина становить близько 50 м, а максимальна глибина сягає до 3,0 м. Ці водойми виконують роль локальних безстічних акумуляторів поверхневого стоку, а їхній рівневий режим тісно корелює з коливанням дзеркала ґрунтових вод [13].

### Меліоративна мережа та характеристика каналу «Случ-2»

Оскільки територія району досліджень належить до Поліської зони надмірного зволоження і в минулому являла собою перезволожені та заболочені масиви, визначальну роль у сучасному гідрологічному режимі відіграє штучна меліоративна (осушувальна) мережа. Найближчим діючим гідрологічним об'єктом, що розташований у безпосередній зоні впливу

ділянки «Зелена», є магістральний меліоративний канал, який належить до загальної осушувальної системи «Случ-2».

Канал простягається вздовж меридіонального напрямку (з півдня на північ). Згідно з проведеними натурними обстеженнями, його морфометричні характеристики мають такі показники:

- ширина русла по дзеркалу води коливається в межах 4,0–6,0 м;
- максимальна глибина русла сягає 2,5 м;
- середня глибина водотоку становить близько 1,5 м;
- площа живого перерізу русла в його середній течії оцінюється приблизно у 10 м².

Загальна площа водозбору (басейну поверхневого стоку), який дренується і живить цей канал, становить близько 60 га. При цьому важливо відзначити, що з цієї площі водозбору 11,84 га територіально знаходяться безпосередньо в межах родовища «Зелена».

**Гідродинамічні та стокові характеристики**

Гідрологічний режим меліоративного каналу характеризується спокійною і рівномірною течією. Візуально вода в каналі оцінюється як напівпрозора. Напрямок руху водних мас спрямований на північ, при цьому середня швидкість течії є незначною і становить близько 0,25 м/с.

Для оцінки водоносності та стокових характеристик території були застосовані розрахункові гідрологічні методи. Зокрема, розрахунок весняного середньомісячного модуля мінімального стоку був виконаний за методом абсолютної відмітки ерозійного врізу (модифікація методу К. А. Лисенка). Отримані розрахункові результати свідчать, що цей показник у межах району досліджень коливається від 0,7 до 1,4 л/(с·км²), що є типовим значенням для слабодренованих рівнинних територій Українського Полісся.

Загалом режим поверхневих та ґрунтових вод на ділянці досліджень є нерозривно пов'язаним (єдиним гідравлічним комплексом). Він характеризується значною сезонною мінливістю і критично залежить від двох основних факторів: кількості атмосферних опадів (весняне сніготанення та

літні зливи) і ступеня техногенної трансформації мікрорельєфу, який порушив природні умови поверхневого стоку.

## РОЗДІЛ 2. ПОЛЬОВІ ГЕОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ДОВКІЛЛЯ РОДОВИЩА БУРШТИНУ «ЗЕЛЕНЕ»

Польові геологічні спостереження проводилися на території родовища бурштину «Зелене» в межах ділянки геологічного вивчення, а також в п’ятсотметровій зоні їхнього впливу. Ця зона характеризується типовим для Рівненського Полісся ландшафтом залісених зандрових рівнин, що був порушений несанкціонованим видобутком бурштину. Ділянка бурштину «Зелена» розміщена на землях ДП «Клесівський лісгосп» (Ясногірське лісництво) і з’єднана грунтовою дорогою довжиною 2,5 км з найближчим селом Олексіївка (рис. 2.1).

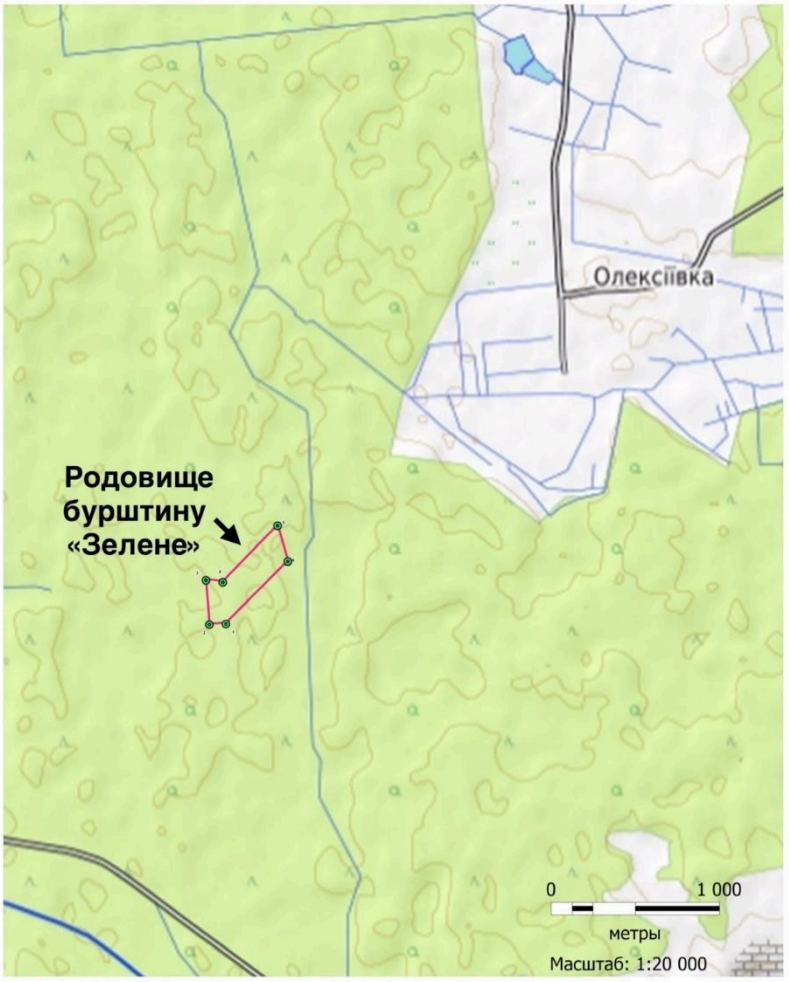



Рис. 2.1. Позиція родовища бурштину «Зелене» в лісовому масиві Ясногірського лісництва поблизу с. Олексіївка

Загалом під час польових робіт було закладено та детально описано 16 точок спостережень. (рис. 2.2). Для виконання просторових завдань, моделювання рельєфу за даними SRTM та точного визначення географічних центрів кожної локації використовувалося програмне забезпечення QGIS.

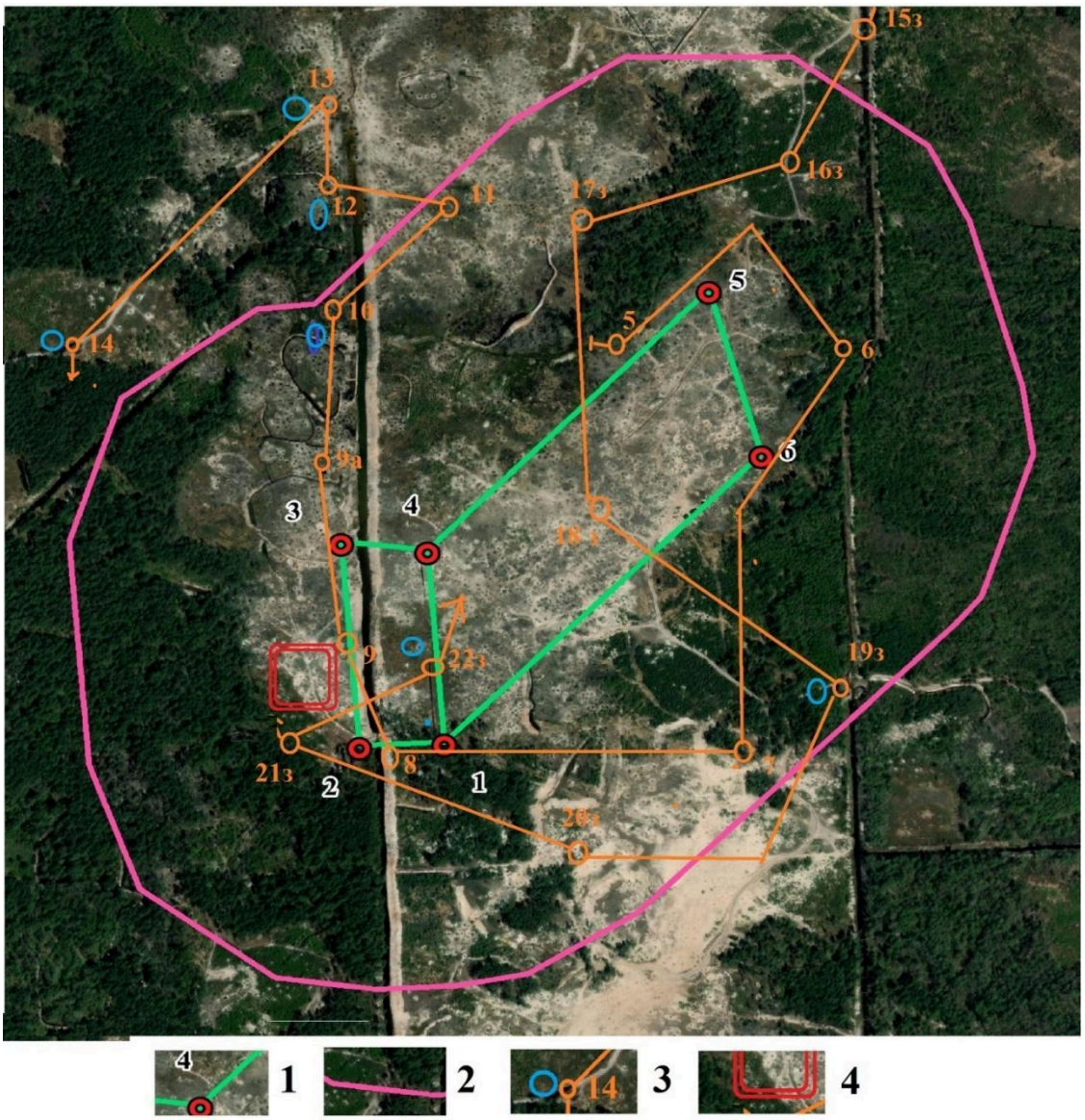



Рис. 2.2. Точки геологічних спостережень та їх номери на території родовища бурштину «Зелене» та 500-метровій зоні його впливу: 1 – кутові точки ділянки «Зелена» з територією розширення; 2 – межа 500м зони впливу родовища бурштину «Зелене»; 3 – точки геологічних спостережень та їхні номери з бурінням свердловин і встановлення п'єзометрів (блакитним); 4 – кар'єр з дослідно-промислової розробки родовища бурштину «Гальбин-23»

За результатами натурних обстежень виділено кілька рівнів техногенної трансформації геологічного середовища та ландшафтів:

**Ділянки з низьким рівнем трансформації (<10-20%)**. Спостерігаються переважно на периферії 500-метрової зони впливу (наприклад, точки спостереження 5, 14, 16з), де мішані та соснові ліси на дерново-підзолистих ґрунтах залишилися майже не зачепленими гідровидобутком. Природний ґрунтовий покрив тут збережений, добре розвинений мохово-трав'яний ярус із чагарничками чорниці та осокою. Наслідки старательської діяльності проявляються у вигляді поодиноких лійок від гідросвердловин діаметром до 2,5 м, які наполовину занесені піском. Вода у таких лійках і місцевих калюжах має брунатний відтінок та кислу реакцію (pH близько 5,0).

**Ділянки із середнім рівнем трансформації (30-50%).** Характеризуються як природно-техногенні ландшафти (точки спостереження 7, 10, 13). Тут ареали техногенних піщаних відкладів мають локальний характер. Між знівельованими лійками колишніх гідросвердловин збереглися фрагменти дерново-підзолистих ґрунтів. На цих ділянках спостерігається активний процес природної сукцесії та відновлення рослинності: на похованих ґрунтах вкорінюється молода береза (віком близько 10 років), поширені багаторічні кущики осоки та рогозу.

**Ділянки з дуже високим рівнем трансформації (70-100%)**

Центральна частина родовища «Зелена» та окремі прилеглі ділянки (точки 9, 11, 12, 18з, 20з, 22з) повністю перетворені на плоску техногенну піщану напівпустелю. Ареали техногенних відкладів змикаються, утворюючи суцільний ямкуватий рельєф. Форма лійок переважно мископодібна або циліндрична, а їхній діаметр сягає 2,0–4,0 м. Навколишні піщано-глинисті вали значною мірою знівельовані тимчасовими водотоками та вітровою ерозією (дефляцією). Природні ґрунти родючого шару поховані під товщею техногенних пісків потужністю до 30 см, а в проміжках між лійками ознаки рослинності практично відсутні. У центрі деяких лійок, де випаровуються кар'єрні води зі значним вмістом мінерального залишку та йонів заліза,

формуються іржаво-жовті кірки висихання, покриті такировими тріщинами [2].

**Трансформація гідрологічних та гідрогеологічних умов**

Важливим об'єктом спостережень став меридіональний меліоративний канал системи «Случ-2». У південній та східній частинах (точка 8) канал поглиблений до 2,5 м, повноводний, із площею живого перерізу близько 14,0 м². Однак у західній частині ділянки розширення (точки 21з, 22з), поблизу сусіднього родовища «Гальбин-23», зафіксовано повне осушення каналу. Це явище зумовлене водопониженням у радіусі впливу депресійної лійки, яка утворилася через відкачування води з кар'єру сусіднього родовища, що на практиці підтверджує теоретичні розрахунки радіусу впливу видобувних об'єктів. Для детального вивчення рівневого режиму та фільтраційних властивостей ґрунтових вод безпосередньо на ділянках були пробурені свердловини глибиною до 2,0 м та встановлені п'єзометри з поліхлорвінілових труб.

Підсумовуючи, можна зробити висновок що територія досліджень є низинною рівниною, місцями заболоченою, що зазнала значного техногенного впливу. Прокладений через територію розширення родовища «Зелене» меліоративний канал, наразі поглиблений та розширений надрокористувачами, проте осушений кар’єром на лівому його березі, який споруджено для видобутку бурштину на сусідньому родовищі «Гальбин 23».

Поверхня родовища в місцях відсутності рослинного і ґрунтового покриву характеризується як техногенна пустеля і в геоморфологічному відношенні являє собою ямкувату рівнину вкриту техногенними пісками, супісками та суглинками. Провальні ями над лійками гідровидобутку в різній мірі знівельовані дефляцією, площинним змивом та еоловою акумуляцією піску.

На сьогодні від колись багатої поліської екосистеми з її широким різноманіттям флори та фауни на околицях родовища «Зелена» та ділянці

його розширення збереглися виключно реліктові фрагменти мішаного лісу. Жодних представників тваринного світу чи пташиних гнізд на цій території не зафіксовано. Це є прямим наслідком стихійного видобутку бурштину. Водночас у східній і південно-західній частинах 500-метрової зони впливу родовища мішані ліси та природні луки зазнали низького і середнього ступенів трансформації від нелегального підземного гідровимивання і частково збереглися.

# РОЗДІЛ 3. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Геологічне середовище – верхня частина літосфери, що являє собою багатокомпонентну динамічну систему (гірські породи, гази, підземні води, фізичні поля, тощо), в межах якої здійснюється інженерно-господарська (у тому числі гірнича) діяльність.

Сфера взаємодії (СВ) геологічного середовища з гірничими виробками (кар'єр, траншея, свердловина) являє собою *інженерно-геологічне тіло* (області літосфери), де змінюється протікання природних геологічних процесів і розвиваються інженерно-геологічні процеси. Останні можуть відбуватись при взаємодії геологічного середовища з наземними і підземними гірничими виробками, штучними водоймами і водостоками.

Геологічні процеси – зміни стану компонентів геологічного середовища у часі і у просторі під впливом природних факторів. Геологічними процесами є події, які викликають утворення, руйнування і перетворення гірських порід, а також зміни в складі і будові земної кори.

Техногенні впливи– статичні і динамічні навантаження відгірничих виробок , техногенних явищ, підтоплення і осушення територій, забруднення ґрунтів, виснаження і забруднення підземних вод, а також фізичні, хімічні, радіаційні, біологічні та інші впливи на геологічне середовище [5].

### 3.1. Дослідження трансформації геологічних умов

Головним чинником докорінної трансформації геологічного середовища на ділянці «Зелена» став тривалий несанкціонований видобуток бурштину методом підземного свердловинного гідронамиву з використанням мотопомп високого тиску. Цей жорсткий техногенний вплив призвів до незворотних структурних змін у верхній частині літосфери, які охоплюють товщу порід на глибину до 5–10 метрів від денної поверхні.

Трансформація геологічних умов поліських родовищ бурштину досліджувалась Волненко С.О та інш. під час регіональних робіт ПДРГП

„Північгеологія” на тему «Ревізія площ незаконного видобутку бурштину в Рівненській області» [3].

### 3.1.1. Старательські способи видобутку бурштину

Старательське (несанкціоноване) вилучення бурштину з надр Полісся є головним фактором антропогенної трансформації геологічного середовища на досліджуваній території. Через відсутність будь-якої проектно-дозвільної документації, маркшейдерського контролю та дотримання норм екологічної безпеки, цей процес носить хаотичний, хижацький характер [9]. Залежно від геологічної будови конкретної локації (глибини залягання продуктивного пласта, рівня ґрунтових вод, наявності водотривів), на ділянці «Зелена» застосовувалися два основні способи видобутку: шурфування та підземне гідровимивання, а також їх комбінація [15].

**Видобуток способом шурфування (відкриті гірничі виробки)** Цей спосіб застосовується переважно на тих локаціях, де бурштиноносна товща межигірської світи залягає відносно неглибоко (до 3–5 метрів), а рівень ґрунтових вод дозволяє проводити земляні роботи без миттєвого затоплення виробки. Технологія передбачає проходку вертикальних шурфів (ям) прямокутної або круглої форми. (рис. 6).

З екологічної та геологічної точок зору цей процес супроводжується такими руйнівними наслідками:

- **Інверсія ґрунтового профілю:** Під час копання верхній родючий (гумусовий) шар ґрунту не знімається окремо для подальшої рекультивації, а скидається вперемішу із пустими (стерильними) покривними породами — четвертинними пісками та супісками. У результаті родючий шар назавжди ховається під товщею мінерального відвалу.
- **Формування відвального мікрорельєфу:** Навколо кожного шурфу утворюються відвали пухкої породи заввишки 1–2 метри. Оскільки щільність виробок на перспективних ділянках є надзвичайно високою,

відвали змикаються, утворюючи складний горбисто-ямкуватий рельєф, який унеможливлює природне відновлення екосистеми.

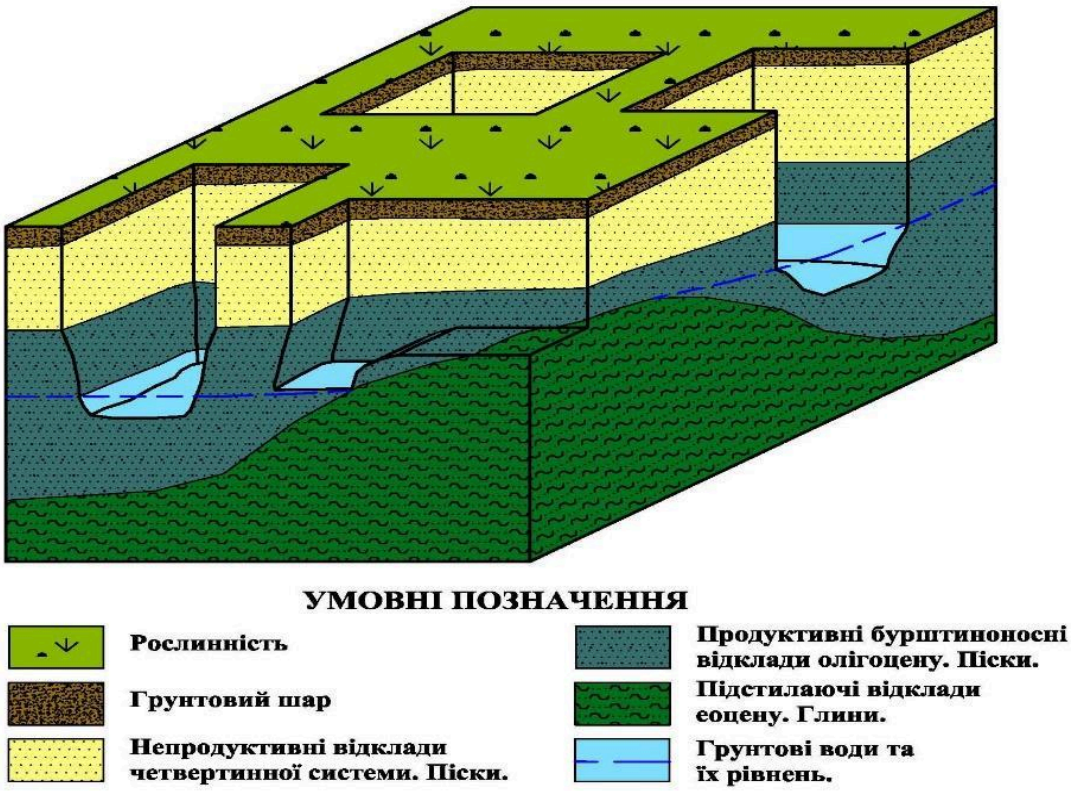



Рис. 3.1. Блок-діаграма розробок олігоценових бурштинових покладів Полісся способом шурфування [3, 15].

Для пошуку продуктивних «жил» старателі також використовують ручне шнекове буріння. Якщо виявляються ознаки бурштину (глауконітовий пісок, лігнітизована деревина), навколо розвідувальної свердловини закладається серія нових шурфів, що призводить до суцільного руйнування ділянки.

**Видобуток способом підземного гідровимивання**

Це комплекс заходів, націлених на вилучення бурштину з надр за рахунок дезінтеграції і руйнування продуктивної бурштиноносної товщі напірним низхідним струменем води з наступним винесенням на денну поверхню шматків бурштину (рис. 3.2). Цей метод є найбільш агресивним і руйнівним для геологічного середовища.

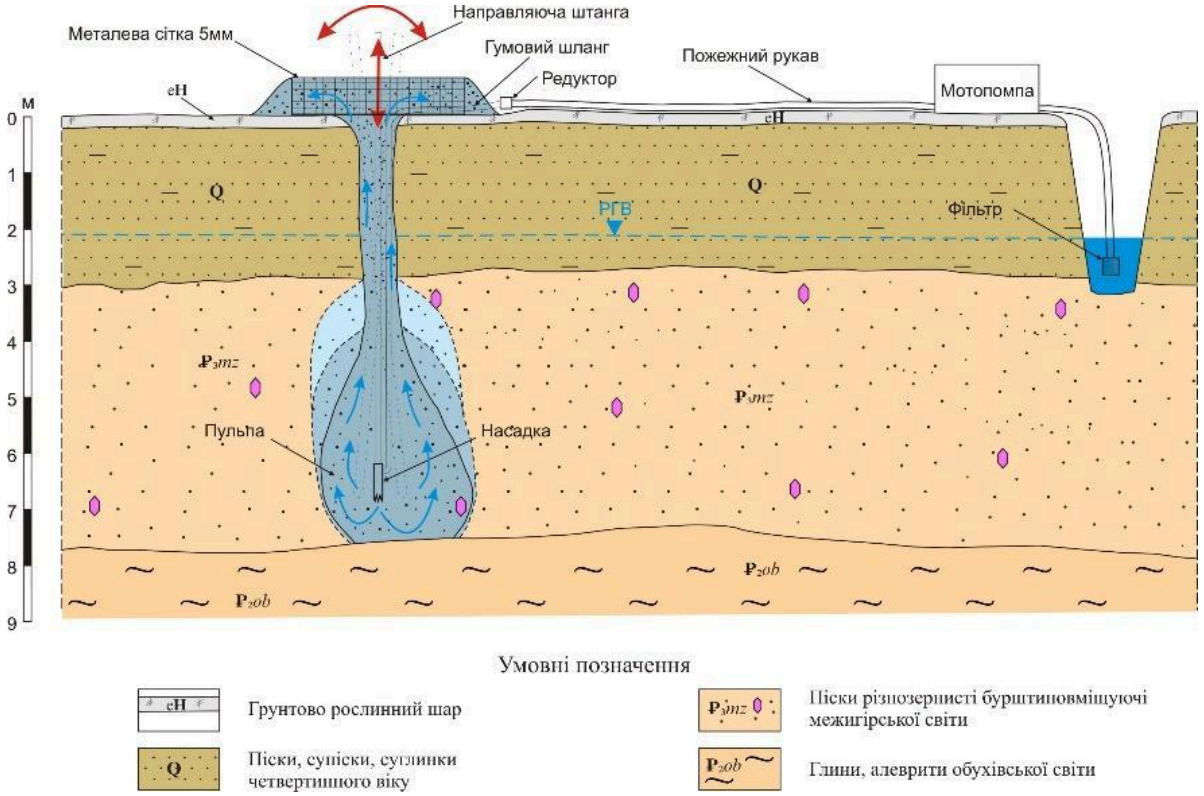



Рис. 3.2. Принципова схема видобутку бурштину способом підземного гідровимивання [3, 15].

Механізм трансформації середовища при гідровимиванні виглядає так:

1. **Створення підземних порожнин:** Напірний струмінь води фізично розпушує і розмиває піщано-глинисті відклади олігоцену. На глибині залягання бурштину утворюються значні за об'ємом гідросуфозійні каверни (порожнини).
2. **Гідродинамічний виніс породи (утворення пульпи):** Розмита порода перетворюється на пульпу (водно-піщано-глинисту суміш). Оскільки питома вага бурштину (близько 1,05–1,1 г/см³) трохи більша за воду, але значно менша за мінерали породи, він спливає на поверхню разом із висхідним потоком пульпи.
3. **Кольматація та поховання ґрунтів:** Пульпа, що виливається на денну поверхню, розтікається на значні площі. Важкі фракції (пісок, гравій) осідають поблизу епіцентру розмиву у вигляді конусів винесення, а тонкодисперсні (глинисті) частинки розносяться водою, осідають у

зниженнях рельєфу і цементують (кольматують) верхній шар ґрунту. Це призводить до «задушення» кореневих систем залишків рослинності.

4. **Просідання поверхні (провальні лійки):** Після завершення відкачування або внаслідок втрати несучої здатності склепіння, підземні каверни обвалюються. На поверхні утворюються типові для ділянки «Зелена» циліндричні або мископодібні провальні лійки діаметром 2–4 метри, які з часом заповнюються водою та перетворюються на осередки заболочення.

Окремим критичним наслідком цього методу є колосальне споживання поверхневих та ґрунтових вод. Для забезпечення безперебійної роботи мотопомп старателі незаконно перегороджували меліоративний канал «Случ-2» штучними дамбами, що призвело до локальних затоплень одних ділянок та повного зневоднення інших.

**Комбіноване видобування бурштину** застосовується на тих ділянках, де гідрогеологічні умови не дозволили в достатній мірі розробити продуктивний горизонт шурфуванням, або якщо ділянка з великим вмістом бурштину розкопана слабо чи не суцільно. Спосіб використовують у разі його вилучення з продуктивного горизонту способом підземного гідровимивання на місці попередніх шурфових покопів [15, 17].

### 3.1.2. Трансформація геологічного середовища від несанкціонованого гідровидобутку бурштину

Трансформація поверхні геологічного середовища території родовища «Зелена» та зони його впливу внаслідок кустарного видобутку бурштину була вивчена за результатами дешифрування космічних знімків із наступною завіркою під час польових геологічних досліджень. Дистанційні та польові спостереження підтверджують, що поверхня родовища перетворилася на ямкувату рівнину, повністю вкриту техногенними пісками.

Основним показником для оцінки стану поверхні геологічного середовища слугували поширення ареалів і потужність техногенних пісків

(винесених на поверхню зі свердловин гідровимивання бурштину), а також частота розташування самих свердловин та лійок. Такий підхід дозволив виділити на досліджуваній території три основні рівні трансформації поверхні:

- **Дуже високий рівень (50–100 %):** ареали техногенних піщаних відкладів навколо гідросвердловин щільно змикаються, утворюючи суцільний покрив.
- **Високий рівень (30–50 %):** ареали техногенних відкладів є значними, але не змикаються між собою.
- **Середній рівень (10–30 %):** ареали техногенних відкладів мають локальний, точковий характер.

Залежно від рівня трансформації поверхні геологічного середовища, первинні ґрунти рослинного шару мають відповідний ступінь збереження під шаром гідронамивних пісків. Потужність техногенних пісків, під якими поховані залишки родючого шару, змінюється від 0 до 0,3 м. Винятком є центральні частини провальних воронок від гідросвердловин, де природні ґрунти були перемішані з техногенними відкладами і практично знищені.

Трансформація безпосередньо надр родовища відбулася в попередні роки в результаті кустарного несанкціонованого видобутку бурштину способом підземного гідровимивання [6, 10].

На місці пройдених свердловин утворилися численні лійки гідровимивання, які заповнені сучасними техногенними відкладами — різнозернистими пісками з грудками глин.

Глибина слідів від гідронагнітальних свердловин є різною, але здебільшого вона сягає підошви продуктивної бурштиноносної межигірської світи (близько 8 метрів від поверхні).

Морфологічно сліди підземного гідровимивання поділяються на дві зони:

1. **На денній поверхні:** це кругла або близька до неї за формою лійка (різна за розмірами), яка опоясана конусоподібним шлейфом. Цей шлейф утворений диспергованими продуктами, що осіли з винесеної висхідним потоком пульпи. Невеликі за діаметром лійки утворюються при пробній проходці або у випадку, коли перекриваючі відклади представлені сильно водопроникними породами. Лійки великого діаметра формуються при обваленні підземних камер гідророзмиву, причому їхній діаметр є співрозмірним із діаметром цих підземних камер.
2. **У надрах:** це ізометрична або циліндрична за формою (близька до вертикальної) камера. Вона може бути пустотілою або ж заповненою в процесі гідророзмиву перемішаними продуктами руйнування продуктивної товщі та перекриваючих порід (рис. 3.3).

Загалом, глибина та масштаби трансформації геологічного середовища внаслідок несанкціонованого гідромеханічного вимивання на ділянці та в зоні її впливу визначаються глибиною залягання підошви продуктивної межигірської світи.



Рис. 3.3. Камери гідровимивання свердловинами в стінці кар'єру заповнені техногенними відкладами.

### 3.2. Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину

Негативні наслідки несанкціонованого (старательського) видобутку бурштину на території родовища «Зелена» та прилеглих землях мають комплексний характер і охоплюють геологічну, екологічну, економічну та соціальну сфери. Ступінь їхнього руйнівного впливу залежить від застосованого способу видобутку (шурфування чи гідровимивання) та його інтенсивності.

**Геологічні наслідки**

Головним геологічним наслідком є порушення цілісності та первинного залягання геологічних пластів. При шурфуванні відбувається заміщення продуктивних бурштиноносних відкладів олігоцену пустими (непродуктивними) покривними породами, що обвалюються зі стінок або скидаються з сусідніх виробок. Навколо шурфів формуються валоподібні викиди піщано-суглинистих порід, які повністю ховають під собою родючий ґрунтово-рослинний шар.

При застосуванні методу підземного гідровимивання руйнування має ще масштабніший характер: породи дезінтегруються і перемішуються на всю потужність розмиву. Багаторазовий розмив призводить до злиття підземних каверн, після чого геологічний розріз перетворюється на суцільно перемішану товщу з власними, відмінними від первинних, літо-геохімічними характеристиками. На поверхні навколо свердловин осідає конусоподібний гідронамив: поблизу епіцентру накопичуються піски, а на периферії (на відстані 15-20 м) утворюється тонкий алевритово-глинистий шар, що цементує поверхню. Як наслідок, відбувається колосальне розубоження (зниження концентрації) продуктивного бурштиноносного горизонту [10].

**Гідрогеологічні та гідрологічні наслідки**

Кустарний гідровидобуток супроводжується нагнітанням у підземні горизонти величезних об'ємів поверхневих вод. Це призводить до штучного перенасичення геологічних пластів водою та аномального підвищення рівня ґрунтових вод. Водонасичені піщані породи переходять у стан напірних пливунів, радіус поширення яких може сягати до 1 км.

У гідрологічному аспекті катастрофічних змін зазнає поверхневий стік. Для забезпечення водою своїх помп старателі масово руйнують гідромеліоративну мережу (зокрема систему «Случ-2»), створюючи на каналах штучні дамби. Це спричиняє застій води, локальні затоплення одних ділянок та повне зневоднення інших, що руйнує екологію прилеглих територій [13].

**Екологічні наслідки**

Порушення літосфери неминуче руйнує суміжні біотичні складові:

- **Феномен «п'яного лісу»:** Знищення гумусового шару, просідання ґрунту над підземними порожнинами (кавернами) та перезволоження призводять до того, що коренева система сосен не здатна втримувати їх вертикально у розпушеному піску. Дерева нахиляються, падають і з часом гинуть від «задушення» коренів (браку кисню) через підняття рівня вод.
- **Трансформація екосистем:** Зміна мінералогічного складу поверхні (на піщаний) унеможливлює природне відновлення первинного лісу. На заболочених ділянках гідронамив формує нову «двошарову» структуру поверхні, що призводить до руйнування екосистеми болота та появи на її місці атипової лучно-піщаної системи острівного типу, значно збідненої у видовому складі. Екосистеми природних луків та агроекосистеми при цьому знищуються повністю.

**Економічні та соціальні наслідки**

Незаконний видобуток завдає колосальних економічних збитків державі через:

1. Втрату тисяч тонн цінної сировини для ювелірної промисловості.
2. Пряме знищення лісових ресурсів та деградацію сільськогосподарських земель.
3. Необхідність витрачати значні кошти на відновлення меліоративних каналів, насипних доріг, пошкоджених геодезичних знаків та проведення рекультивації.

У соціальному вимірі цей процес спровокував стрімке зростання організованої злочинності у Поліському регіоні, розвиток «тіньового» бізнесу та масштабну контрабанду бурштину-сирцю. Крім того, недотримання елементарних правил гірничої безпеки систематично призводить до важкого травматизму і навіть загибелі старателів під завалами порід [7].

### 3.3. Вивчення інженерно-геологічних процесів та явищ

Найбільше розповсюдження серед інженерно-геологічних процесів і явищ в межах території досліджень мають вітрова ерозія і акумуляція пісків на земній поверхні. Небезпеку становлять також пливуни, прояви яких значно активізуються у зв’язку з техногенними вібраціями ґрунтів. При розробці покладів бурштину траншеями та кар’єром є ймовірність оповзання бортів цих відкритих гірничих виробок в разі перевищення розрахункового кута їхнього укосу. У багатоводні періоди можливі підтоплення території. Над свердловинами несанкціонованого гідровидобутку бурштину спостерігаються лійки просідання ґрунтів.

**Вітрова ерозія (дефляція, видування)** — це процес руйнування вітровими потоками поверхневого шару ґрунту та гірських порід із подальшим перенесенням продуктів вивітрювання. Активізація цього процесу відбувається за умови сильних вітрів, а його інтенсивність прямо

залежить від гранулометричного складу субстрату та вмісту в ньому гумусу [14].

Фізичні параметри процесу:

- Піщані фракції розміром 0,05–0,10 мм починають переміщуватися за швидкості вітру 3–3,5 м/с на висоті 15 см.
- Більші ґрунтові частки (близько 0,25 мм) здатні переноситися вітром у зваженому стані. Зростання швидкості вітру пропорційно посилює інтенсивність ерозії.

Територіально виокремлюють **зони дефляції** (звідки виноситься матеріал) та **зони акумуляції** (де він відкладається). В акумулятивних зонах на суглинках формуються наносні ґрунти, а при переміщенні піщаних мас утворюються поховані ґрунтові профілі.

**Типи вітрової ерозії:**

- **Повсякденна дефляція:** Відбувається безперервно і повільно навіть за низьких швидкостей вітру (від 5 м/с). Вона характерна для піщаних, супіщаних та карбонатних ґрунтів і може призводити до оголення висіяного насіння та пошкодження сходів. Найбільш вразливими є навітряні схили, не захищені лісосмугами.
- **Локальна ерозія на антропогенно порушених землях:** На родовищі «Зелене» дефляція активно розвивається на ділянках, де несанкціонований гідровидобуток бурштину знищив природний рослинний покрив. Дрібнозернистий пісок, винесений на поверхню біля колишніх гідросвердловин, здувається та акумулюється в сусідніх провальних лійках. Хоча еолове нівелювання має локальний характер, відповідні мікроформи рельєфу фіксуються практично повсюдно.

Крім того, під час геологічних обстежень у травні 2024 року фіксувалося явище пиління на піщаних відвалах розкривних порід, що

утворюються під час кар'єрного видобутку. Акумуляція цих пісків відбувається поруч, у зниженнях рельєфу з підвітряного боку.

**Превентивні заходи:** Вітрова ерозія становить особливу небезпеку в маловодні періоди, коли піски повністю зневоднені. Для мінімізації дефляції рекомендується штучне зволоження відвалів водою, а також встановлення суцільних огорож (наприклад, бляшаних парканів, як на родовищі «Городовицьке-1»). Цей метод є ефективним для всіх бурштиноносних ділянок Полісся, порушених гідровидобутком.

Міжпластові водоносні горизонти межиріцького регіоярусу приурочені до пористих пісків, складених переважно зернами кварцу. При нелегальному видобутку бурштину за допомогою мотопомп у свердловини нагнітається вода під тиском, що спрямовує гідросуміш на поверхню.

Внаслідок винесення матеріалу та зниження пластового тиску, твердий мінеральний скелет породи починає зазнавати підвищеної напруги від ваги вищезалеглих товщ. Це призводить до пружних або пластичних деформацій геологічного середовища, що супроводжується просіданням земної поверхні. Типовим наслідком є утворення провальних ям (діаметром 1–2 м і глибиною до 0,5 м) у центрі конусів намитого піску. Такі деформації охоплюють усю глибину колишніх свердловин, суттєво трансформуючи як поверхневі, так і глибинні горизонти досліджуваного родовища та прилеглих територій.

**Зсуви** — це гравітаційне зміщення масивів гірських порід на схилах, що відбувається, коли зсувні напруження перевищують характеристики міцності порід. Це явище становить значну загрозу для бортів розкривних та видобувних кар'єрів.

**Морфологічні ознаки зсувної небезпеки:** Про нестійкий стан схилів свідчать поява концентричних тріщин відриву, формування валів витискування під тиском мас, що сповзають, та локальне заболочення між ними. Серед непрямих ознак спостерігаються терасованість схилів, розриви стовбурів дерев та наявність «п'яного лісу».

**Динаміка тріщиноутворення:**

1. *Тріщини відриву:* Утворюються у верхній частині схилу, мають круте падіння та орієнтовані по дузі або паралельно простяганню схилу.
2. *Тріщини сколу:* Виникають біля підошви зсуву (поздовжні та косі). Вони перетинають тіло зсуву і є наслідком диференційованої швидкості зміщення порід.

**Основні чинники зсувоутворення:** Формування зсувів зумовлене комплексом факторів, що порушують рівновагу масиву:

- Критичний кут нахилу схилу.
- Наявність високопластичних глинистих порід (число пластичності > 7%).
- Надмірне зволоження (атмосферні опади, підземні води, витоки з комунікацій).
- Сприятливе для зсуву падіння пластів (у бік зниження схилу).
- Вібраційний вплив (природний або техногенний).
- Штучне підрізання основи схилів.

Критичним фактором стійкості бортів кар'єру є режим підземних вод. Різкі коливання градієнта напору (наприклад, швидке затоплення кар'єру з подальшим різким зниженням рівня води) призводять до виникнення значного гідродинамічного тиску при зворотній фільтрації, що руйнує структуру слабопроникних порід. Літологічно найбільш схильними до зсувів є глинисті відклади через їхню здатність до різкого підвищення пластичності при зволоженні [14].

# РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ КЛІМАТИЧНОГО, ГІДРОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩ

## 4.1. Вивчення трансформації кліматичного середовища

Макрокліматичні умови району досліджень, які визначаються як помірно континентальні з теплим вологим літом та м'якою зимою, залишаються відносно стабільними. Проте несанкціонований видобуток бурштину спричинив масштабну і глибоку трансформацію підстильної поверхні, що призвело до катастрофічних змін локального клімату

(мікроклімату) на рівні приземного шару атмосфери. Головним чинником мікрокліматичних трансформацій стало повне знищення первинних біоценозів — мішаних і соснових лісів, які раніше формували мікрокліматичний каркас території, та перетворення площі родовища на техногенну піщану напівпустелю [2].

У природному стані розвинений лісовий ярус та мохово-трав'яний покрив поглинали значну частину сонячної радіації, забезпечуючи стабільний температурний режим під наметом лісу. Внаслідок суцільного гідровимивання на денну поверхню були винесені світлі різнозернисті кварцові піски, а гумусований шар був похований під техногенними відкладами. Це кардинально змінило альбедо (відбивальну здатність) підстильної поверхні. Оголені піщані масиви техногенної пустелі в теплий період року значно інтенсивніше нагріваються вдень і стрімко охолоджуються вночі, що призводить до різкого збільшення добових амплітуд температур у приземному шарі повітря, абсолютно не характерних для лісових ландшафтів Полісся.

Знищення деревної рослинності (зокрема, через явище масового падіння дерев — «п'яного лісу») ліквідувало природний вітрозахисний бар'єр. Це призвело до посилення вітрової активності безпосередньо над земною поверхнею. Оскільки пухкі техногенні піщані відвали позбавлені скріплюючого коріння рослин, зміна вітрового режиму спровокувала масштабну вітрову ерозію (дефляцію). На ділянках безструктурних супіщаних та піщаних ґрунтів інтенсивне видування розпочинається вже за швидкості вітру 3–4 м/с. Зростання вітрового навантаження у маловодні посушливі періоди спричиняє явище пиління відвалів та перенесення піску, що не лише формує еолові мікроформи рельєфу на самому родовищі, але й призводить до запилення прилеглих заліснених територій [12].

Деградація рослинного покриву призвела до повної зупинки процесу транспірації (випаровування вологи рослинами), який відігравав ключову роль у підтриманні локальної вологості повітря. Водночас, руйнування

рельєфу та утворення численних провальних лійок від гідросвердловин, багато з яких заповнені водою через близьке залягання дзеркала ґрунтових вод, створили значну площу відкритих водних дзеркал. Це призвело до зміни структури випаровування: замість рівномірного біологічного випаровування переважає інтенсивне фізичне випаровування безпосередньо з оголеного водонасиченого піску та поверхні техногенних калюж і штучних водойм. Такий змінений режим вологообміну, у поєднанні з порушенням стоку, сприяє формуванню атипового мікроклімату, де надмірне зволоження локальних знижень (аж до утворення такирових тріщин під час пересихання мінералізованих калюж) контрастує із надмірною сухістю навколишніх піщаних валів.

### 4.2. Вивчення трансформації гідрологічного середовища

Техногенне втручання, пов'язане з несанкціонованим гідромеханічним видобутком бурштину, спричинило кардинальну перебудову та деградацію локальної гідрографічної мережі на ділянці «Зелена» та в зоні її безпосереднього впливу. Оскільки видобуток із застосуванням мотопомп вимагає значних об'ємів води, гідрологічне середовище зазнало жорсткого антропогенного тиску, що проявилося у зміні структури поверхневого стоку, руйнуванні штучних водотоків та появі нових техногенних водних об'єктів. Детальний розрахунок загальних показників водокористування та водовідведення представлений у додатку 2.

Природна гідрографічна мережа безпосередньо в межах ділянки робіт була відсутня, проте внаслідок кустарної діяльності старателів тут сформувалися нові елементи гідрографії — штучні водонакопичувальні водойми кар'єрно-суфозійного типу. На території об'єкта зафіксовано чотири такі водойми, які виникли внаслідок затоплення підземними та атмосферними водами глибоких виробок і зон обвалення підземних камер розмиву. Найбільша з цих водойм, локалізована у південній частині ділянки,

має довжину близько 50 м та глибину до 3,0 м. Ці об'єкти функціонують як безстічні локальні басейни, що акумулюють поверхневий стік. Вода в них характеризується високою каламутністю через постійне змивання піщано-глинистих часток із незакріплених укосів, а також специфічним гідрохімічним складом із підвищеним вмістом сполук заліза [8].

Основним елементом гідрологічного каркаса території є магістральний осушувальний канал меліоративної системи «Случ-2», який проходить у меридіональному напрямку та дренує басейн площею близько 60 га (включаючи 11,84 га безпосередньо в межах родовища). Гідрологічний режим цього каналу зазнав глибокої деструкції через пряму діяльність старателів.

Для забезпечення безперебійної роботи високонапірних мотопомп старателі споруджували на руслах каналів штучні дамби та перемички з підручних матеріалів (мішків із піском, колод, ґрунту) з метою підняття рівня води та створення тимчасових водозаборів. Це призвело до порушення природного гідравлічного ухилу та перерозподілу стоку, викликавши ланцюг негативних гідрологічних явищ:

1. *Локальне підтоплення та застій води:* Вище за течією від штучних перемичок відбувалося уповільнення швидкості руху води, акумуляція наносів та вихід води на заплаву, що спровокувало вторинне заболочування прилеглих лісових кварталів.
2. *Осушення та зневоднення русла:* Нижче за течією від дамб спостерігався дефіцит стоку. Особливо критична ситуація зафіксована у західній частині ділянки розширення, де русло меліоративного каналу повністю пересохло. Цей процес посилився через гідродинамічний вплив сусіднього родовища «Гальбин-23», де активне відкачування води з промислового кар'єру призвело до формування потужної депресійної лійки, яка перехопила поверхневий і ґрунтовий стік.

Відсутність рослинного покриву на конусах гідронамиву та відвалах пухкої породи призвела до активізації водної ерозії. Під час злив та весняного

сніготанення великі маси піщаного та алевритового матеріалу змиваються в пониження рельєфу та безпосередньо в русло каналу «Случ-2». Це викликало інтенсивне забруднення та замулення дна водотоку, зменшуючи площу його живого перерізу (яка в непорушеному стані становила близько 10 м²) та суттєво знижуючи пропускну здатність меліоративної системи. Замулення призводить до зниження дренуючої ролі каналу в період весняного водопілля, що подовжує час затоплення ландшафту [2].

Таким чином, трансформація гідрологічного середовища виражається у перетворенні регульованого меліоративного стоку на хаотичний, дезінтегрований режим, що поєднує осередки штучного підтоплення із зонами глибокого зневоднення. Відновлення нормальних гідрологічних функцій території є першочерговим завданням технічного етапу рекультивації, що має включати ліквідацію старательських дамб, розчищення русла каналу від наносів та засипання техногенних водойм.

### 4.3. Вивчення трансформації гідрогеологічного середовища

Техногенний вплив несанкціонованого видобутку бурштину призвів до глибокої і здебільшого незворотної перебудови гідрогеологічних умов ділянки «Зелена» та прилеглих територій. Поєднання методів підземного гідровимивання під високим тиском та спорудження глибоких відкритих виробок кар'єрного типу трансформувало природні водоносні горизонти, деформувало їхній гідродинамічний режим та порушило природну ізоляцію міжпластових вод.

У природному стані гідрогеологічний розріз характеризувався наявності двох відносно розмежованих систем: верхнього водоносного комплексу ґрунтових вод (у четвертинних та верхньоолігоценових відкладах) та слабонапірного водоносного горизонту міжпластових вод межигірської світи (P3mz). Головним екраном між ними виступала водотривка товща пластичних глин берецької світи (P3br) [14].

Масове кустарне буріння гідросвердловин та розмив підземних камер призвели до численного механічного пробиття та руйнування цього глинистого водотриву. Внаслідок цього виник безпосередній, відкритий гідравлічний зв'язок між горизонтами. Замість природної повільної фільтрації сформувався режим інтенсивного вертикального перетікання. У періоди активної роботи старательських помп підземні горизонти штучно перенасичувалися водою під тиском, що викликало аномальні локальні підняття рівнів. У періоди ж межені або припинення робіт відбувалося стрімке дренування верхнього горизонту в нижні розмиті порожнини, що призводило до різкого осушення приповерхневої зони аерації.

Найбільш вираженим інженерно-гідрогеологічним явищем стало формування масштабних депресійних лійок (воронок водопониження). Цей процес набув регіонального характеру в зонах суміжного впливу видобувних об'єктів. Зокрема, інтенсивний водовідлив та відкачування води з відкритих виробок на сусідньому родовищі «Гальбин-23» сформували потужну депресійну лійку.

Гідродинамічний радіус впливу цієї воронки досяг західної частини ділянки розширення родовища «Зелена». Перехоплення підземного стоку викликало стрімке падіння рівнів ґрунтових вод, що призвело до повного осушення русла місцевого меліоративного каналу. Такі депресійні процеси викликають усадку піщаних відкладів, осушення коренезавдовжки шарів сусідніх лісових масивів та деградацію торф'яно-болотних комплексів.

Дезінтеграція структури вміщуючих порід під дією гідродинамічних ударів мотопомп повністю змінила їхні фізико-механічні та фільтраційні властивості. Дрібнозерністі та пилуваті піски межигірської та четвертинної товщ за умов гідравлічного зв'язку та порушення природного тиску перейшли у плинний стан.

Формування напірних пливунів фіксується на значних площах порушених земель. Радіус поширення нестабільних, розріджених піщаних мас під впливом гідродинамічного градієнта може досягати 1 км від

епіцентру видобутку. Пливуни активно мігрують у підземні каверни розмиву, викликаючи вторинну техногенну суфозію — винесення дрібнодисперсних частинок підземними водами, що стимулює подальші провали та осідання денної поверхні [13].

Змішування вод різних стратиграфічних горизонтів та інтенсивна аерація надр під час гідророзмиву зумовили суттєві зміни хімічного складу підземних вод. Кислі, збагачені органікою ґрунтові води поверхневих горизонтів, проникаючи на глибину, інтенсифікували процеси вилуговування. Водночас винесення на поверхню глибинних глауконіт-кварцових пісків, багатих на сполуки двовалентного заліза, запустило масштабні процеси окиснення в аеробних умовах.

Фільтрація поверхневих опадів через розпушені техногенні відвали призводить до вимивання сульфатів та оксидів заліза. Підземні та кар'єрні води в межах лійок набули підвищеної мінералізації, специфічного брунатного забарвлення та низьких значень pH. При подальшому випаровуванні таких вод на дні лійок осідає щільний залізистий осад, який цементує пори верхнього шару відкладів, формуючи непроникні кірки висихання.

## РОЗДІЛ 5. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ҐРУНТІВ РОСЛИННОГО ШАРУ

Ґрунтовий покрив є одним із найвразливіших компонентів екосистеми, який зазнає першочергового і найбільш деструктивного впливу під час несанкціонованого видобутку бурштину. Натурні спостереження на ділянці «Зелена» та в зоні її впливу підтверджують, що трансформація ґрунтів рослинного шару тут має катастрофічний характер і призвела до повної втрати їхньої екологічної та продукуючої функцій.

На основі дешифрування космічних знімків ділянки «Зелена» за характером їх фототону і структури чітко виділяються наступні рівні трансформації поверхні території внаслідок кустарного видобутку бурштину гідросверловинами (рис. 5.1: 1 – низький (10-30 % - ареали техногенних відкладів локальні); 2 –середній (30-50 % - ареали техногенних відкладів не змикаються), 3 – високий і дуже високий (50-100 % - ареали техногенних піщаних відкладів навколо свердловин змикаються) [2].

## 5.1. Природний стан ґрунтового покриву до порушення

Ґрунтовий покрив є одним із найвразливіших компонентів екосистеми, який зазнає першочергового і найбільш деструктивного впливу під час несанкціонованого видобутку бурштину. Для об'єктивної оцінки масштабів його деградації на ділянці «Зелена» необхідно проаналізувати вихідні (природні) умови його формування.

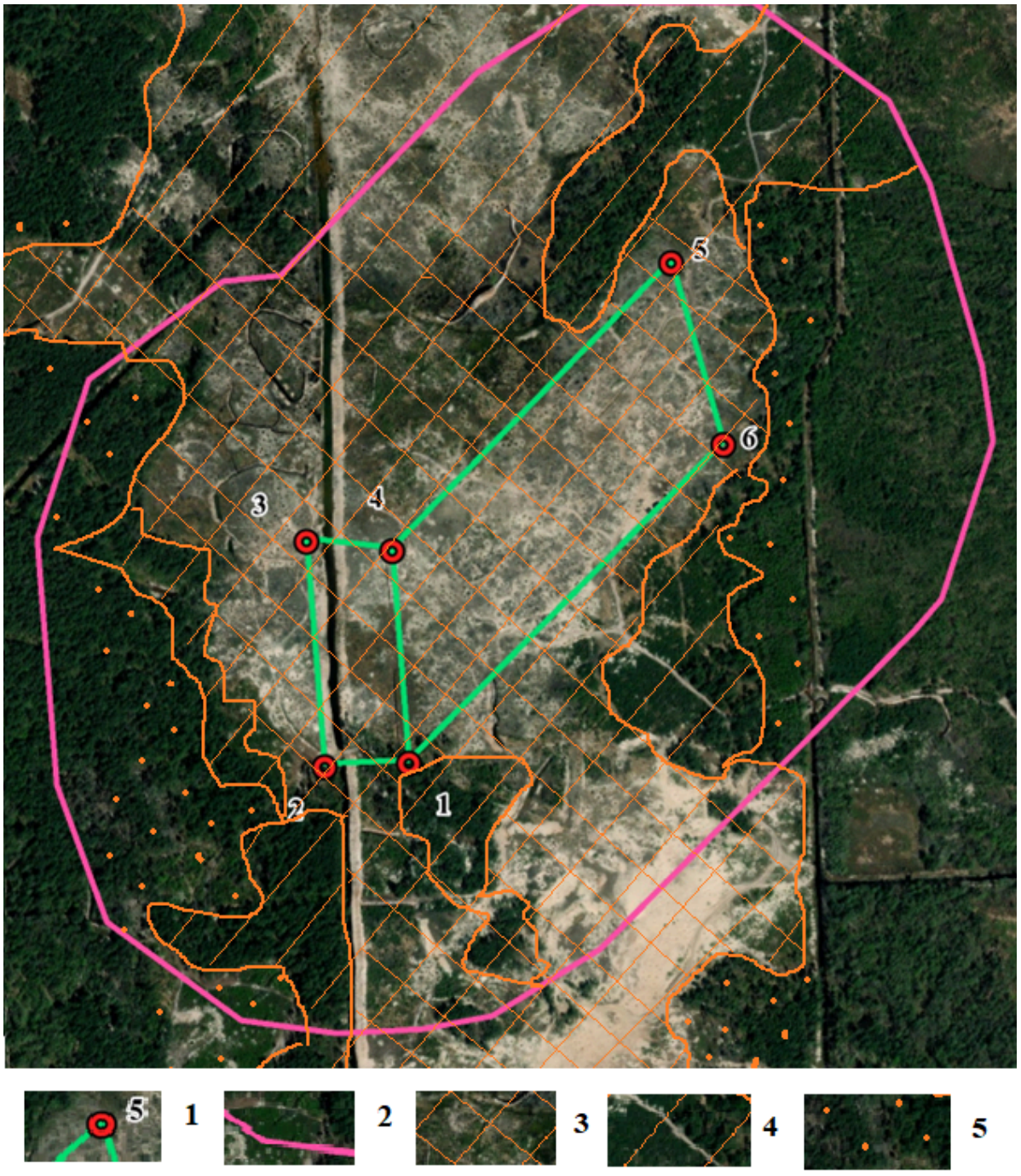



Рис. 5.1. Дешифрування ділянки родовища «Зелене» і навколишніх територій на космічному фотознимку за рівнями трансформації грунтів і поверхні геологічного середовища: 1 - контур і кутові точки родовища «Зелене»; 5 – контур 500 м зони впливу родовища «Зелене»; 3-5 - рівні трансформації території внаслідок кустарного видобутку бурштину гідросверловинами: 3 – дуже високий (50-100 % - ареали техногенних піщаних відкладів навколо свердловин змикаються), 4 – високий (30-50 % - ареали техногенних відкладів не змикаються); 5 – низький та середній (10-30 % - ареали техногенних відкладів локальні);

За ґрунтово-меліоративним районуванням досліджувана ділянка знаходиться на території Клесівського ґрунтового району. Природний ґрунтовий покрив району робіт був представлений переважно малородючими дерново-підзолистими (зокрема, дерново слабо- і середньопідзолистими), дерново-супіщаними та торф’яно-болотними ґрунтами.

Розміщення дерново-підзолистих ґрунтів на високих гіпсометричних рівнях та їх інтенсивне розорювання у минулому (розораність сільськогосподарських угідь у районі подекуди перевищувала 75 %) сприяли поширенню процесів площинного змивання. Внаслідок цього майже 40 % площ, вкритих ґрунтами цього типу, мали явні ознаки різних ступенів змитості — від слабо- до сильнозмитих. Проте рівень змитості відчутно зменшувався на тих ділянках, що характеризувалися незначними перевищеннями ареалів розвитку ґрунтів над місцевими базисами ерозії [6].

У знижених елементах рельєфу, де відбувалося накопичення поверхневого стоку та інфільтрація, формувалися перезволожені ділянки. Торф’яно-болотні ґрунти та безпосередньо невеликі болота (що класифікуються так за наявності шару торфу понад 0,3 м) були розповсюджені переважно в заплавах річок, але місцями спостерігалися і на вододільних рівнинах. Значна частина цих болотних масивів свого часу була осушена та залучена до меліорації.

Попри загальні невисокі агрохімічні показники (піщану та супіщану гранулометричну структуру, підвищену кислотність і низький вміст гумусу), ці ґрунти на нерозораних територіях складали стійку основу для стабільного функціонування лісових екосистем. На заліснених ділянках ці ґрунти слугували середовищем для розвитку типових поліських хвойних та мішаних лісів із домінуванням сосни. Природний трав'яний ярус і моховий покрив у таких умовах були відносно слабо розвинені і характеризувалися переважанням чорниці, зірочника лісового, квасниці звичайної та маренки запашної. Саме цей первинний ґрунтовий профіль разом із його рослинним

покривом зазнав катастрофічної руйнації під час подальшого техногенного втручання.

### 5.2. Механічна деструкція та інверсія ґрунтового профілю

Механічна деструкція ґрунтового покриву на ділянці «Зелена» є прямим наслідком грубого порушення інженерно-екологічних норм природокористування під час кустарного видобутку бурштину. На відміну від регламентованих гірничих робіт, де передбачається обов'язкове селективне зняття та складування родючого (гумусованого) шару ґрунту для його подальшого використання у рекультивації, старательські методи здійснюються без жодних заходів щодо збереження педосфери [5].

**Деструкція при шурфуванні (відкритих гірничих виробках)**

Під час проходки вертикальних шурфів природна диференціація ґрунтових горизонтів повністю знищується. Верхній дерново-підзолистий шар не відокремлюється, а механічно руйнується лопатами (або екскаваторами) і скидається у відвали вперемішку із пустими (стерильними) покривними породами — флювіогляціальними пісками та супісками четвертинного віку.

Навколо кожного шурфу формуються валоподібні викиди гірничої маси заввишки 1–2 метри. Внаслідок цього відбувається масштабне явище *інверсії ґрунтового профілю*: родючий гумусовий шар назавжди ховається під товщею мінерального відвалу, а на денній поверхні опиняються глибинні відклади (зокрема, кварцові піски межигірської світи), які абсолютно позбавлені органічної речовини і біологічної активності. Така інверсія критично гальмує подальші ґрунтотворчі процеси та унеможливлює швидке природне заростання території.

**Деструкція при підземному гідровимиванні**

Ще катастрофічнішими є наслідки застосування гідропомпових агрегатів. Напірний струмінь води під високим тиском (з витратою 800–1800

л/хв) повністю дезінтегрує ґрунтово-рослинний шар та підстилаючі породи на всю глибину розмиву (часто до 5–10 метрів від поверхні).

Зруйнована порода перетворюється на пульпу — суміш води, розмитого ґрунту, глибинних пісків та глин. Вириваючись висхідним потоком на поверхню, пульпа розтікається навколо епіцентру свердловини радіальними конусами, повністю перекриваючи і ховаючи під собою залишки первинного ґрунту навіть на тих площах, що не були безпосередньо розмиті. Потужність такого техногенного піщано-глинистого намиву варіює: при разовому видобутку вона становить 5–30 см біля гирла, а при багаторазовому може сягати 30–50 см (місцями до 70 см), поступово зменшуючись до 3–5 см на периферії (на відстані 15–20 м) [8].

У межах самих провальних лійок від гідросвердловин природний ґрунт повністю перемішується з геологічними породами і фізично зникає як самостійне природне тіло. Під вагою гідронамиву, а також через пряме механічне пошкодження кореневих систем, миттєво гине нижній ярус лісу — трав'яний покрив, мохи та чагарнички (чорниця, осот).

Втрата щільного ґрунтового (дернового) каркасу, просідання надр та подальше перезволоження призводять до того, що кореневі системи дорослих сосен більше не здатні втримувати їх у вертикальному стані. Формується явище «п'яного лісу», де дерева хиляться і гинуть. Таким чином, поєднання дезінтеграції, інверсії та поховання ґрунтів перетворює колишні збалансовані поліські екосистеми на деградовані території, які потребують масштабної технічної та біологічної рекультивації.

### 5.3. Трансформація геохімічних параметрів

Масштабне механічне руйнування та перемішування геологічних порід під час несанкціонованого видобутку бурштину спровокувало глибокі зміни геохімічних та агрохімічних властивостей поверхневого шару. Новоутворені техногенні відклади (гідронамивні піски), що перекрили природні

дерново-підзолисті ґрунти, кардинально відрізняються від них за своїм хімічним та мінералогічним складом.

Одним із найпомітніших наслідків гідровидобутку є винесення на денну поверхню глибинних мінеральних компонентів із продуктивної товщі межигірської світи та елювіальних кір вивітрювання неоплейстоцену. Ці породи містять значну кількість йонів заліза, які в нових аеробних умовах (на поверхні) піддаються інтенсивному окисненню. Після випаровування високомінералізованих кар'єрних і ґрунтових вод на поверхні провальних лійок та у пониженнях рельєфу масово утворюються тонкошаруваті кірки висихання. Вони сильно збагачені гідроокислами заліза, через що набувають характерного іржаво-жовтого забарвлення. Крім того, на окремих ділянках на поверхню вимивається піщанисто-алевритовий матеріал із великою кількістю дисперсної лігнітизованої органіки темно-коричневого кольору, що не є типовою для сучасного ґрунтотворення Полісся. Сухий залишок мінеральних речовин у поверхневих водах на цих ділянках у 2–3 рази перевищує природну норму [14].

Трансформація ґрунтового покриву супроводжується різкою зміною кислотно-лужного балансу. Натурні гідрохімічні вимірювання портативними приладами в межах лійок, заповнених водою, а також лабораторні аналізи проб з поверхневих водойм ділянки показали, що середовище набуло стійкої кислої реакції — показник pH коливається в межах від 4,5 до 6,2 одиниць. Таке закиснення середовища не лише пригнічує розвиток корисної ґрунтової мікрофлори, необхідної для відновлення лісових біоценозів, але й виступає каталізатором небезпечних токсикологічних процесів.

Найбільш критичним геохімічним наслідком старательської діяльності є техногенне забруднення ґрунтів і поверхневих вод важкими металами. За результатами лабораторних досліджень, у відібраних на території пробах виявлено концентрації свинцю (Pb) та кадмію (Cd), які на порядок (а подекуди на два порядки) перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Головним джерелом цього забруднення стали продукти згоряння паливно-мастильних матеріалів, що масово використовувалися для роботи автомобільних двигунів у кустарних мотопомпах протягом багатьох років. Кадмій і свинець як канцерогени належать до третьої групи за пріоритетністю екологічної небезпеки. Ситуація значно ускладнюється тим, що в кислому середовищі (при низьких значеннях pH, характерних для цих деградованих ґрунтів) практично весь свинець втрачає здатність до утворення малорозчинних сполук і переходить у рухливу форму. Це створює пряму загрозу міграції токсикантів у ґрунтові води та їхнього подальшого накопичення в рослинах.

Для нейтралізації цих токсичних металів та зниження кислотності рекультивованих земель передбачається обов'язкове проведення хімічної меліорації, зокрема вапнування шляхом внесення вапнякового борошна [19]. (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Вапнування грунтів [18]

# РОЗДІЛ 6. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ТВАРИННОГО СВІТУ

Біорізноманіття досліджуваної території, яке у своєму природному стані представляло типову екосистему Українського Полісся із властивою їй сукупністю тварин, птахів, водних мешканців, рослин та грибів, зазнало критичного руйнування. Наслідки масштабного механічного знищення рослинності та деградації ґрунтового покриву призвели до майже повної втрати середовища існування для місцевої лісової фауни.

За результатами натурних геологічних та екологічних обстежень, безпосередньо в межах родовища «Зелена», на ділянці його розширення та в центральних частинах зони впливу, які перетворилися на суцільну техногенну піщану пустелю, ознак постійного перебування тварин не зафіксовано взагалі. Через повну відсутність кормової бази, знищення підліску та місць для укриття тут не спостерігалося ані ссавців, ані активних гніздівель птахів. Навіть вторинні штучні водойми (затоплені лійки гідровимивання та осушені канали) через високу кислотність, мінералізацію та нестабільний гідрологічний режим не стали повноцінним осередком для відновлення популяцій земноводних чи інших гідрофільних видів [2].

Представники тваринного світу (звірі та птахи) наразі зустрічаються на околицях досліджуваної ділянки вкрай рідко і переважно перебувають у тимчасовому (мігруючому) стані, перетинаючи порушені землі транзитом у пошуках більш сприятливих умов.

Основними рефугіумами (сховищами), де ще частково зберігаються залишки первинної фауни, є лише окремі релікти — невеликі «острівці» мішаного лісу та збережені фрагменти природних луків. Такі осередки зафіксовані переважно у східній та південно-західній частинах 500-метрової зони впливу родовища «Зелена». Саме на цих периферійних локаціях, які зазнали найнижчого та середнього ступенів трансформації від несанкціонованого гідровимивання, збереглися мінімальні умови для

підтримання життєдіяльності тих видів, які змогли адаптуватися до межового впливу техногенних чинників.

До початку масштабного техногенного втручання досліджувана ділянка «Зелена» та прилеглі до неї території відзначалися типовим для Рівненського Полісся видовим різноманіттям тваринного світу, тісно пов'язаним із хвойними та мішаними лісовими біоценозами. Внаслідок деградації ландшафтів стан основних систематичних груп фауни зазнав катастрофічних змін:

**Ссавці (Mammalia)**.

Природний комплекс ссавців цієї території включав як великих ратичних, так і середніх та дрібних хижаків і гризунів.

- Великі та середні ссавці: Для непорушених лісових масивів району характерні козуля європейська (Capreolus capreolus), кабан дикий (Sus scrofa) (рис. 6.1), лисиця звичайна (Vulpes vulpes) та заєць-русак (Lepus europaeus) (рис. 6.2). Наразі ці види повністю уникають епіцентрів видобутку. Знищення підліску та трав'яного покриву позбавило їх природної кормової бази та місць для укриття.
- Дрібні ссавці (гризуни та комахоїдні): Лісові миші (Apodemus sylvaticus), полівки, кроти та мідиці зазнали прямого фізичного знищення під час гідророзмиву та зняття ґрунту. Інверсія ґрунтового профілю та ущільнення техногенних пісків унеможливлюють створення ними нових нір та підземних ходів.





Рис. 6.1. Кабан дикий [21]

**Орнітофауна (Aves).**

Птахи є однією з найвразливіших груп до зміни структури лісового намету. Масове всихання («п'яний ліс») та падіння дерев призвели до втрати середовища існування для дятлів (зокрема, строкатого дятла), синиць, зябликів та вівсянок. Види, що гніздяться на землі або в низькому чагарнику (наприклад, дрімлюга, лісовий щеврик, вільшанка), втратили свої біотопи через повне знищення лісової підстилки та перекриття її шаром гідронамивного піску. На порушених територіях птахи фіксуються виключно під час транзитних перельотів; ознак постійного гніздування не виявлено.

**Герпетофауна (Reptilia та Amphibia).**

Плазуни та земноводні виявилися вкрай чутливими до зміни мікроклімату та гідрохімічних показників.

- Земноводні: Хоча на ділянці утворилася значна кількість штучних водойм (затоплених лійок від гідропомп), вони не стали осередками розмноження жаб (трав'яної, гостромордої) чи ропух. Причиною цього є сильне закиснення води (pH 4,5–6,2) та підвищена мінералізація через окиснення залізовмісних порід межигірської світи. У такому кислому середовищі ікра та пуголовки земноводних гинуть.

• Плазуни: Ящірка прудка (Lacerta agilis) та вуж звичайний (Natrix natrix) (рис. 6.3), які раніше мешкали на узліссях та біля меліоративних каналів, втратили схованки через руйнування дернини. Сильне нагрівання та пересихання оголених кварцових пісків у літній період створює екстремальні температурні умови, непридатні для їхнього виживання.



Рис. 6.3. Вуж звичайний

**Ґрунтова мезо- та макрофауна (Безхребетні)**

Найбільш непомітний, але найважливіший для екосистеми удар припав на ґрунтову фауну (дощові черв'яки, багатоніжки, личинки комах, кліщі), яка є основою ланцюгів живлення та процесу ґрунтотворення. Внаслідок вимивання та перемішування гумусового шару зі стерильними глибинними породами, педобіонти в епіцентрах видобутку були знищені на 100 %. Відновлення їхніх популяцій є найповільнішим процесом, який стане можливим лише після успішного проведення біологічного етапу рекультивації та накопичення нового шару органіки.

Загалом, повноцінне відновлення тваринного світу на площі родовища неможливе без попереднього успішного завершення гірничотехнічного та

біологічного етапів рекультивації, спрямованих на відтворення лісових біоценозів [16].

# РОЗДІЛ 7. КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНІ ЗАХОДИ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ НА ДІЛЯНЦІ «ЗЕЛЕНА»

Порушення земель, що відбувається при розробці покладів бурштину та виконанні геологорозвідувальних робіт, супроводжується знищенням ґрунтового покриву, зміною гідрологічного і гідрогеологічного режимів території, утворенням техногенного рельєфу тощо. Внаслідок цього виникають нові техногенні форми поверхні – кар'єри, траншеї, майданчики бурових свердловин, ділянки гідровидобутку бурштину, ділянки шурфування, відвали, тощо. Такі території називають *порушеними землями* – ділянками, що втратили первісну господарську та екологічну цінність через руйнування ґрунтового і рослинного покриву внаслідок виробничої діяльності людини. Знівелювати цей негативний сплив на природу покликана *рекультивація земель* – комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених територій та приведення їх у різні види використання [20].

Для відновлення екологічної рівноваги, ліквідації наслідків антропогенної деградації та повернення порушених земель лісогосподарського призначення до збалансованого функціонування передбачено реалізацію комплексу конструктивно-географічних заходів (див. Додаток 3).

## 7.1. Гірничотехнічний етап рекультивації ландшафтів

Гірничотехнічний (або технічний) етап є базовою передумовою для успішного відновлення порушених біоценозів. Його головна мета полягає в усуненні бедлендового техногенного мікрорельєфу, стабілізації механічних і геотехнічних параметрів поверхні, відновленні гідродинамічного балансу

підземних і поверхневих вод, а також у проведенні хімічної меліорації для детоксикації субстрату [2].

Першочерговим інженерним завданням є ліквідація хаотичного горбисто-ямкуватого рельєфу, сформованого старательськими шурфами та лійками гідровимивання. Технічне планування території здійснюється за допомогою важкої бульдозерної техніки і передбачає такі кроки:

1. *Засипання провальних лійок та шурфів:* Пухкі піщано-глинисті конуси гідронамиву та відвали порід переміщуються у порожнини виробок. Особлива увага приділяється повному засипанню глибоких (до 2–3 м) замкнених лійок кар'єрно-суфозійного типу у центральній частині родовища для унеможливлення подальшого просідання надр та утворення осередків застою води.
2. *Грейдування та нівелювання:* Після засипання виробок проводиться суцільне вирівнювання денної поверхні з метою надання їй первинного слабохвилястого характеру із загальним ухилом у північному та північно-західному напрямках, що відповідає природному геоморфологічному каркасу Клесівської акумулятивної рівнини.
3. *Ущільнення та механічна стабілізація:* Оскільки сучасні техногенні відклади (t) є сильно розпушеними і мають низьку несучу здатність, спланована поверхня підлягає ущільненню ковзанками. Це запобігає розвитку вторинної псевдокарстової суфозії, нерівномірному просіданню ґрунту та знижує ризик утворення напірних пливунів під час руху інженерного транспорту.

Для нормалізації гідрологічного режиму території та ліквідації зон штучного підтоплення і зневоднення передбачено заходи з реконструкції осушувальної системи «Случ-2»:

- *Ліквідація старательських перемичок:* Проводиться повний демонтаж кустарних дамб, споруджених незаконними старателями на руслах меліоративних каналів для акумуляції води для мотопомп. Це відновлює

природний гідравлічний ухил та швидкість течії (близько 0,25 м/с) у північному напрямку.

- *Розчищення та поглиблення русла:* Русло меридіонального каналу, що зазнало замулення внаслідок змиву піщано-алевритового матеріалу, очищується від наносів до проектної глибини (до 2,5 м). Це відновлює площу живого перерізу (до 10 м²) та забезпечує належне дренування басейну в період весняного водопілля, що запобігає тривалому затопленню прилеглих лісових масивів та розвитку явища «п'яного лісу».

Аналіз геохімічних параметрів деградованого поверхневого шару виявив суттєве закиснення середовища (pH = 4,5–6,2) та небезпечне забруднення важкими металами (свинцем і кадмієм), викликане багаторічною роботою двигунів кустарних мотопомп. У кислому середовищі ці канцерогени переходять у рухливу, високотоксичну форму [10].

З метою хімічної детоксикації та оптимізації агрохімічних показників ґрунту впроваджується обов'язкове **вапнування субстрату**. На спланованну піщану поверхню механізованим способом вноситься вапнякове (або доломітове) борошно. Розрахункова доза меліоранту визначається на основі показників гідролітичної кислотності ґрунтів.

Екологічний механізм вапнування забезпечує досягнення таких конструктивних результатів:

1. *Нейтралізація кислотності:* Показник pH приземного шару зміщується у бік нейтральних значень, що є оптимальним для життєдіяльності корисної ґрунтової мікрофлори та майбутніх лісових насаджень.

2. *Іммобілізація важких металів:* Зсув реакції середовища у лужний або нейтральний бік переводить рухливі, токсичні йони свинцю ($Pb^{2+}$) та кадмію ($Cd^{2+}$) у нерозчинні, інертні форми (карбонати та гідроксиди). Це повністю блокує їхню міграцію у підземні водоносні горизонти та унеможливлює акумуляцію токсикантів у рослинній біомасі [19].

Успішне завершення гірничотехнічного етапу дозволяє повністю ліквідувати інженерно-геологічні загрози, стабілізувати підстильну поверхню та створити збалансований мінеральний субстрат, готовий до переходу до наступного, біологічного етапу відновлення порушених ландшафтів ділянки «Зелена».

### 7.2. Біологічний етап рекультивації порушених земель

Біологічний етап рекультивації виконується після повного завершення гірничотехнічного етапу і є фінальною стадією відновлення порушених земель. Цей етап включає комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, які безпосередньо спрямовані на поліпшення агрофізичних, агрохімічних, біохімічних та інших властивостей деградованого субстрату [2].

**Мета та напрям біологічної рекультивації.** Головне завдання біологічного етапу полягає у закріпленні поверхневого шару ґрунту кореневою системою рослин, створенні зімкнутого травостою та запобіганні подальшому розвитку водної і вітрової ерозії (дефляції) на порушених землях. Оскільки ділянка «Зелена» та зона її впливу історично розташовані на землях лісогосподарського призначення, основним напрямом є саме лісова рекультивація. Лісова рекультивація проводиться на малородючих ґрунтах шляхом висадки деревної та чагарникової рослинності для відтворення втрачених поліських лісових біоценозів.

**Агротехнічна підготовка та фітомеліорація.** Специфіка ділянки «Зелена» полягає в тому, що природні дерново-підзолисті ґрунти родючого шару зазнали надзвичайно високого рівня техногенної трансформації і опинилися в похованому стані під наносами техногенних пісків. Зняти і складувати їх для рекультивації традиційним способом було неможливо. Тому для відновлення біологічної активності ґрунтів пропонуються такі конструктивно-географічні заходи:

1. *Глибока оранка (плантажування):* За межами майбутніх кар'єрів, на ділянках з високою трансформацією ґрунтового покриву (де потужність

намиву піску становить близько 30 см), рекомендується застосувати глибоку оранку на глибину до 0,5 м. Таке плугування дозволяє механічно вивести поховані під техногенним піском залишки гумусованого шару назад на денну поверхню.

2. *Внесення меліорантів та добрив:* Паралельно з підготовкою субстрату здійснюється його хімічна меліорація шляхом внесення вапнякового борошна для зниження кислотності, а також додаються необхідні мінеральні та органічні добрива для швидкої стимуляції ґрунтотворних процесів.

3. *Створення первинного травостою:* На спланованій та підготовленій площі першочергово засіваються багаторічні трави, зокрема бобові культури. Це дозволяє інтенсивно накопичити органічну масу, покращити структуру субстрату та створити міцну дернину, яка фізично зупиняє розвіювання пісків [10].

**Висадка лісових культур.** Після стабілізації субстрату і створення дернового каркасу розпочинається безпосередньо висадка лісових культур. Насадження деревної рослинності (переважно сосни з домішкою берези) проводиться у спеціально підготовлені канави або борозни, які закладаються поперек схилів. На ділянках з ухилом, наприклад на відвалах розкривних порід, висадка здійснюється на попередньо сформованих терасах з дотриманням технологічного інтервалу для механізованої обробки. Догляд за саджанцями триває до їхнього повного вкорінення та змикання крон, що означатиме остаточне повернення порушених земель у стан екологічної рівноваги.

### 7.3. Екологічний моніторинг та післярекультиваційний контроль

Завершальною складовою конструктивно-географічних заходів з оптимізації порушених геосистем є організація систематичного післярекультиваційного контролю. Екологічний моніторинг здійснюється з метою оцінки ефективності проведеного гірничотехнічного та біологічного

етапів рекультивації, а також для своєчасного виявлення та запобігання розвитку залишкових небезпечних інженерно-геологічних процесів на ділянці «Зелена».

**Гідрогеологічний та гідрологічний моніторинг.** Враховуючи, що найбільшим ускладненням під час видобутку стало пробиття водотриву, руйнування меліоративної мережі та формування напірних пливунів, гідрологічний контроль є пріоритетним. Він передбачає:

1. *Спостереження за рівневим режимом:* На ділянці закладається мережа спостережних свердловин (п'єзометрів), за допомогою яких регулярно вимірюється глибина залягання дзеркала ґрунтових вод. Це дозволяє контролювати процес відновлення природного гідродинамічного балансу та ліквідацію депресійних лійок.

2. *Гідрохімічний контроль:* Систематичний відбір проб води з відновленого каналу «Случ-2» та підземних горизонтів для лабораторного аналізу. Головна увага приділяється моніторингу показника pH та концентрації важких металів (зокрема свинцю і кадмію), щоб підтвердити успішність проведеної хімічної меліорації та іммобілізації токсикантів.

3. *Контроль русла каналу:* Регулярний огляд меліоративного каналу на предмет повторного замулення чи локального підтоплення прилеглих лісових кварталів [13].

**Контроль за станом ґрунтів та рослинності** На біологічному етапі рекультивації контроль зосереджується на процесах педогенезу (ґрунтотворення) та стані фітоценозів:

- *Оцінка приживлюваності лісових культур:* Здійснюється щорічний облік висаджених саджанців сосни та берези. У разі масового випадання (загибелі) культур на окремих площах, проводиться додаткове садіння та коригування агротехнічних заходів.
- *Моніторинг водно-вітрової ерозії:* Поверхня рекультивованих ділянок перевіряється на наявність ознак площинного змиву або еолового

розвіювання (дефляції) техногенних пісків. Для запобігання цим процесам оцінюється ступінь формування захисної дернини з багаторічних трав.

- *Агрохімічний аналіз субстрату:* Періодично визначається динаміка накопичення гумусу, рухливих форм азоту, фосфору та калію у відновленому поверхневому шарі [10].

**Очікуваний екологічний ефект**

Комплексне виконання всіх етапів рекультивації та належний післярекультиваційний контроль дозволять повністю інтегрувати порушену ділянку «Зелена» у навколишній природний ландшафт. Завдяки цим заходам техногенна пустеля буде знову перетворена на продуктивні землі лісогосподарського призначення. Це забезпечить відновлення локального мікроклімату, повернення мігруючих видів тварин і птахів та загальну оптимізацію екологічного каркаса Клесівської зандрової рівнини.

# ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дипломній бакалаврській роботі здійснено комплексний конструктивно-географічний аналіз та оцінку антропогенної трансформації компонентів природного середовища ділянки «Зелена» (разом із територією розширення загальною площею 12,01 га), розташованої у Сарненському районі Рівненської області. За результатами опрацювання науково-дослідних матеріалів, дистанційного зондування та польових обстежень сформульовано такі основні висновки:

1. Ділянка досліджень геоморфологічно приурочена до Клесівської акумулятивної рівнини Південно-Поліської області та історично представлена землями лісогосподарського призначення (ДП «Клесівський лісгосп» та ССОК «Кам’яно-Случанський»). Геологічний розріз літогенної основи складений осадовим чохлом, де ключове значення має продуктивна бурштиноносна товща межигірської світи олігоцену (P3mz), представлена глауконіт-кварцовими пісками потужністю 6,0–7,0 м, яка перекривається водотривкими глинами берецької світи (P3br).

2. Тривалий несанкціонований видобуток бурштину, що здійснювався переважно старательським методом підземного гідровимивання за допомогою високонапірних мотопомп, призвів до катастрофічної деструкції геологічного середовища на глибину до 5–10 метрів. Первинна стратиграфічна шаруватість порід повністю знищена, а природні відклади заміщені хаотичним, розпушеним техногенним горизонтом (t), який відзначається високою пористістю та вкрай низькою несучою здатністю. Поверхня ландшафту набула вигляду техногенного бедленду («піщаної пустелі») із хаотичним горбисто-ямкуватим мікрорельєфом.

3. Радикальна трансформація підстильної поверхні та суцільне знищення лісового намету зумовили суттєві мікрокліматичні зміни у приземному шарі атмосфери. Зміна альбедо через оголення світлих кварцових пісків спричинила збільшення добових амплітуд температур. Ліквідація деревного ярусу зруйнувала природний вітрозахисний бар'єр, що активізувало процеси дефляції (вітрової ерозії) пухких відвалів у посушливі періоди.

4. Гідродинамічний тиск на підземні горизонти та масове механічне пробиття водотривких глин берецької світи порушили природну ізоляцію . Це призвело до встановлення прямого гідравлічного зв'язку між ґрунтовими та міжпластовими водами, а також зумовило розвиток напірних пливунів та псевдокарстової суфозії (утворення провальних лійок діаметром 2,0–4,0 м). На локальний гідрогеологічний режим також впливає суміжне родовище «Гальбин-23», чия депресійна лійка перехоплює підземний стік і викликає осушення території.

5. Ділянка досліджень низинна, місцями заболочена покрита мережею водоакумулюючих канав. Меліоративний канал, що прокладений посередині родовища, наразі поглиблений та розширений надрокористувачами, тому забезпечує достатній поверхневий стік в північному напрямку. Проведені дослідження рівневого режиму поверхневих вод показали відсутність впливу скидання кар’єрних вод території родовищ бурштину «Зелене» і зоні їхнього впливу на рівневий режим сусідніх областей водозбору (стоку), в тому числі в районі с. Олексіївка та с. Федорівка.

6. Спостерігається повне руйнування природного профілю малородючих дерново-підзолистих та торф’яно-болотних ґрунтів. На ділянках видобутку зафіксовано масштабну інверсію та поховання гумусового шару під товщею гідронамивних пісків потужністю до 30–50 см. Геохімічна трансформація субстрату характеризується стійким закисненням (pH 4,5–6,2) та інтенсивним окисненням сполук заліза з утворенням іржавих

кірок висихання. Виявлено критичне забруднення ґрунтів і поверхневих вод важкими металами третього класу небезпеки — свинцем (Pb) та кадмієм (Cd), які через високу кислотність середовища переходять у рухливі, токсичні форми. Джерелом забруднення стали викиди від тривалого використання автомобільних двигунів старательських помп.

7. Антропогенний тиск спричинив глибоку деградацію біотичних компонентів. Через затоплення лійок та розпушення субстрату виник феномен «п'яного лісу» (падіння та всихання сосен). Коріння лісових насаджень зазнає «задушення» в умовах підтоплення або замулення. Біоценози зазнали критичного збіднення: постійні види тварин та гніздівлі птахів у межах порушених ландшафтів повністю відсутні, а поодинокі представники фауни перебувають у міграційному (транзитному) стані. Тимчасовими сховищами біорізноманіття залишаються лише периферійні острівці мішаного лісу та луків.

8. Для стабілізації та екологічного відновлення ландшафтів обґрунтовано двоетапну систему конструктивно-географічних заходів. На гірничотехнічному етапі необхідно провести бульдозерне засипання лійок, нівелювання рельєфу, розчищення русла каналу «Случ-2» та обов'язкову хімічну меліорацію (вапнування), що нейтралізує кислотність та іммобілізує важкі метали (Pb, Cd) у нерозчинні форми. На біологічному етапі передбачено плантажування (виведення похованого гумусу на поверхню), посів багаторічних бобових трав для створення дернового каркасу та висадку стійких лісових культур (сосна, береза). Ефективність рекультивації має контролюватися системою післярекультиваційного екологічного моніторингу (включаючи мережу гідрогеологічних п'єзометрів).

9. Планова діяльність із розроблення родовищ бурштину кар’єрами з наступною технічною та біологічною рекультивацією розглядається як єдино доцільний спосіб відновлення природнього стану досліджуваної ділянки Українського Полісся.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водний кодекс України / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст.189.

2. Мельничук В.Г. Вивчення трансформації геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних, грунтових умов та біорізноманіття для оцінки впливу на довкілля та рекультивації промислових розробок родовищ бурштину на порушеній ділянці «Зелена» з розширенням. - Звіт про створення науково-технічної продукції: Рівне, ТОВ «Західкапіталінвест», 2025. – 170 с.

3. Волненко С. та інші „Ревізія площ незаконного видобутку бурштину в Рівненській області”, звіт Рівненської геологічної експедиції ПДРГП „Північгеологія” за 2005-2009 р.р., м.Київ, грудень 2009 р.

4. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 червня 2020 р. № 722-р “Про визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Рівненської області”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722-2020-%D1%80#Text. (дата звернення: 11.06.2026)

5. Демчишин М. Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України / М. Г. Демчишин. – К. : Наукова думка, 2004. – 205 с.

6. Довбиш Л.Л. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Лариса Леонідівна Довбиш; Державний Агроекологічний ун-т. – Житомир, 2002. – 19 с.

7. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. Відомості Верховної Ради України. 1991. 41. С. 546.

8. Залеський, І. І. , Майборода, Х. А. Екологічні наслідки розробки клесівського родовища бурштину // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування (2(90)). pp. 28-37.

9. Кодекс України про надра. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1994. 36. С. 340.

10. Колесник Т.М. Особливості деградації дерново-підзолистих ґрунтів, порушених незаконним видобутком бурштину, Колесник Т. М., Бєдункова О. О, Клименко В. О. - Вісник НУВГП , Серія «Сільськогосподарські науки» Випуск 2(90)

11. Кононенко Г.Д. Гідрохімія ставків і малих водоймищ України. – К.: Наук. думка, 1989. – 311 с.

12. Коротун І. М., Коротун Л. К. Географія Рівненської області: природа, населення, господарство, екологія. Рівне : Кабінет редакційно-видавничої діяльності та друкованої пропаганди передового педагогічного досвіду Рівненського інституту підвищення кваліфікації педагогічних кадрів, 1996. 274 с.

13. Мельничук В.Г. Гідрологічні та гідрогеологічні умови мінімального стоку малих річок Малого Полісся в контексті маловодності 2015-2016 років / В.Г. Мельничук, Г.В. Мельничук, Г.І. Бровко //. Вісник НУВГП, серія Технічні науки. - Випуск 32 (82) – 2018. - С. 119-125.

14. Мельничук В.Г., Новосад Я.О., Міхницька Т.П. Інженерна геологія / Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 351 с.

15. Мельничук Г.В., Мамчур С.В., Курепа Я,С. Волненко С.О., Старательські способи видобутку бурштину в Українському Поліссі // Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський науково-технічний журнал / Гол. ред. Башков Є.О. — Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2017, вип 1 (40) 2017. – С.118-122.

16. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.09.2004 р. №675-р “Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005–2025 рр.”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-2004-%D1%80. (дата звернення: 12.06.2026)

17. Старательські способи видобутку бурштину в Українському Поліссі / Волненко С.О., Мельничук Г.В., Мамчур С.В., Курепа Я,С. / Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський науково-технічний журнал / Гол. ред. Башков Є.О. — Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2017, вип 1 (40). 2017. – С.118-122.

18. Вапнування ґрунту: навіщо і коли його проводити? [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://agroelita.info/vapnuvannia-gruntu-navishcho-i-koly-yoho-provodyty/ (дата звернення: 15.06.2026)

19. Вапнякове борошно для очищення водойм. Технічні умови. ТУ У 23.5-00292623-003:2021 / Свідерсбький І.С., Мельничук В.Г., Трач Ю.П. – Рівне: 2021. 17 с.

20. Мельничук В. Г., Криницька М. В. Бурштин Полісся : довідник. Вид. 2-е. доп. – Рівне : НУВГП, 2023. – 239 с.

21. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wildsau_im_wilderlebnispark_daun.jpg (дата звернення: 16.06.2026).

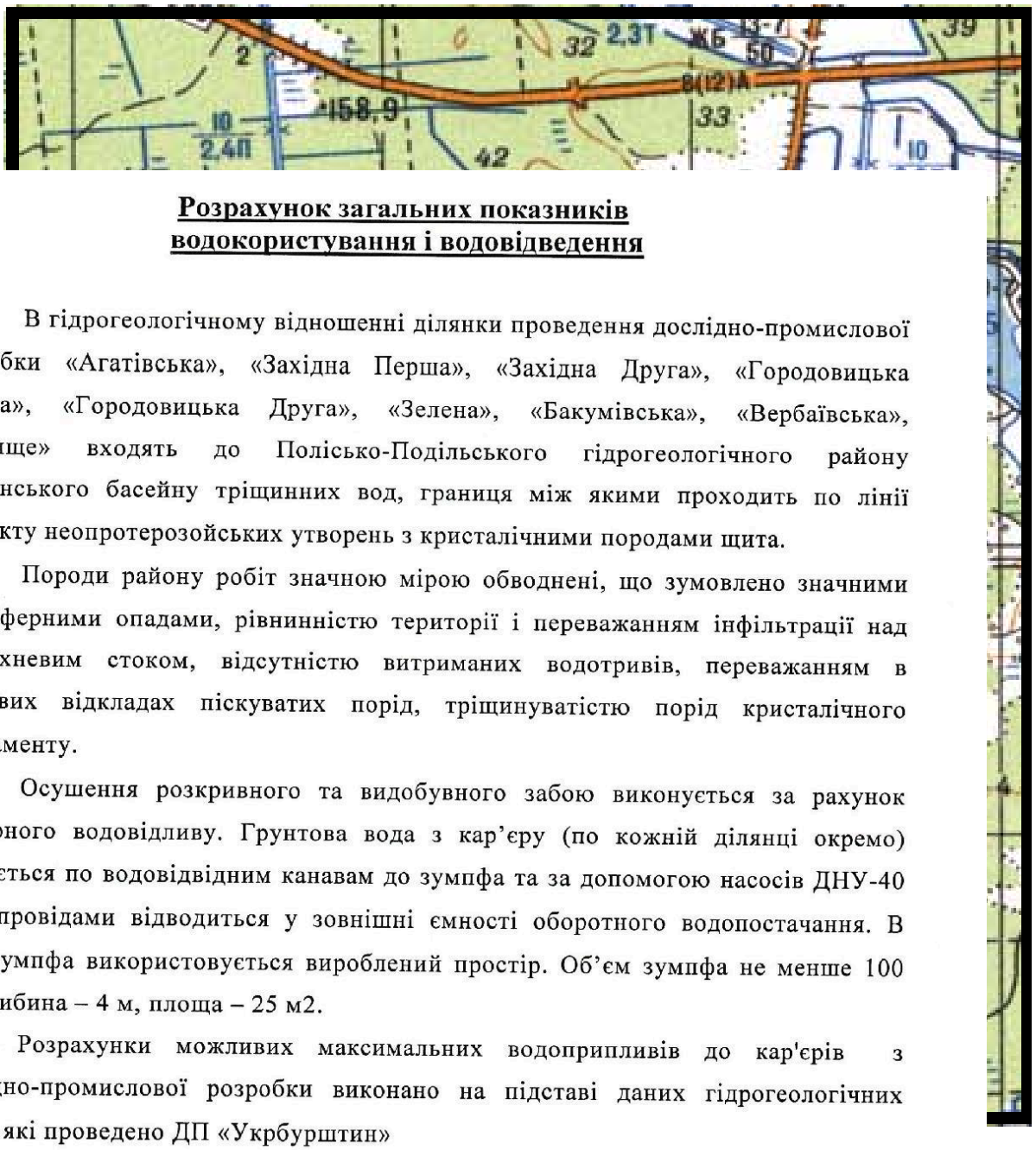
22. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://buknews.com.ua/uploads/files/buknews_files/46518.jpg (дата звернення: 16.06.2026).

23. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.flickr.com/photos/38628972@N05/3877861105/ (дата звернення: 16.06.2026).

# ДОДАТКИ

Додаток 1.

Оглядова карта щодо розміщення ділянки бурштину «Зелена»




## Розрахунок загальних показників водокористування і водовідведення

В гідрогеологічному відношенні ділянки проведення дослідно-промислової розробки «Агатівська», «Західна Перша», «Західна Друга», «Городовицька Перша», «Городовицька Друга», «Зелена», «Бакумівська», «Вербаївська», «Селище» входять до Полісько-Подільського гідрогеологічного району Українського басейну тріщинних вод, границя між якими проходить по лінії контакту неопротерозойських утворень з кристалічними породами щита.

Породи району робіт значною мірою обводнені, що зумовлено значними атмосферними опадами, рівнинністю території і переважанням інфільтрації над поверхневим стоком, відсутністю витриманих водотривів, переважанням в осадових відкладах піскуватих порід, тріщинуватістю порід кристалічного фундаменту.

Осушення розкривного та видобувного забою виконується за рахунок кар'єрного водовідливу. Грунтова вода з кар'єру (по кожній ділянці окремо) збирається по водовідвідним канавам до зумпфа та за допомогою насосів ДНУ-40 трубопровідами відводиться у зовнішні ємності оборотного водопостачання. В ролі зумпфа використовується вироблений простір. Об'єм зумпфа не менше 100 м3, глибина – 4 м, площа – 25 м2.

Розрахунки можливих максимальних водоприпливів до кар'єрів з дослідно-промислової розробки виконано на підставі даних гідрогеологічних робіт, які проведено ДП «Укрбурштин»

*Ділянка «Агатівська»*

Для розрахунку можливого водоприпливу до дослідного кар'єру приймаються наступні умови:

•горизонтально безмежний і безнапірний водоносний пласт (при співвідношенні L/B <10);

•у водоприпливі до кар'єру приймає участь сам водоносний комплекс і атмосферні опади.

ок 2.

Вихідні дані для розрахунків приймаються згідно з «Проектом дослідно-промислової розробки ділянки бурштиноносних надр «Агатівська» в Сарненському районі Рівненської області», 2020р. Спеціальний дозвіл № 5235 від

02 липня 2021 року на геологічне вивчення бурштиноносних надр, у тому числі дослідно-промислова розробка родовищ з подальшим видобуванням бурштину (промислова розробка родовищ). Аналогічні проекти ДПР розроблено по інших ділянках.

Загальний максимальний водоприплив при повному осушенні пласта в межах кар'єру визначається за формулою:

$$Q_1 = \frac{1{,}36 \times k \times H^2}{\lg R - \lg r}$$ , м³/добу

де, k – середній коефіцієнт фільтрації, м/добу;

H – середня потужність водоносного горизонту, м;

R – радіус воронки осушення, м;

r – приведений радіус, що дорівнює радіусу еквівалентного круглого колодязя, м.

Приведений радіус r розраховується за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{F}{3{,}14}} = \sqrt{\frac{10871}{3{,}14}} = 58{,}84 \text{ м}$$

F – площа розробки, яка дорівнює 10871 м2.

Радіус зони впливу (воронки депресії) R розраховується за формулою:

R = ro + r., де

ro = 1,5 $\sqrt{at}$ , де:

$t$ – термін розробки частини покладу, приймається рівним 300 діб.

$a$ – коефіцієнт рівнепровідності, який визначається за формулою:

$$a = \frac{K_\Phi H}{\mu}$$ , м²/добу, де:

$\mu$ – водовіддача, значення якої прийняте рівним 0,1 за даними попередніх робіт

$$a = \frac{0.91 * 11{,}2}{0.1} = 101{,}9$$

$$ro = 1.5 * \sqrt{101{,}9 * 300} = 262{,}26$$

$$R = 262{,}26 + 58{,}84 = 321{,}1 \text{ м}$$

$$Q_1 = \frac{1.36 * 0.91 * 11{,}2^2}{lg321{,}1 - lg58{,}84} = \frac{155{,}24}{0{,}737} = 210{,}64 \text{ м}^3/\text{д}$$

Водоприплив за рахунок атмосферних опадів, що випадають на площі кар'єру, становитиме:

$$Q_2 = \frac{F * h * (1 - \eta)}{365}$$

h – середньорічний шар опадів для району проведення робіт, м.

Осереднений багаторічний шар опадів за даними Українського гідрометеорологічного центру (www.meteo.gov.ua), метеостанція м.Сарни, складає 629 мм.

η – коефіцієнт, що враховує величину випаровування (приймається 30%)

$$Q_2 = \frac{10871 * 0,629 * (1-0,3)}{365} = 13,11 \text{ м3/добу}$$

Сумарний приплив підземних і атмосферних вод у кар'єр становить:

$Q_{доб.} = Q_1 + Q_2 = 210,64 + 13,11 = 223,75$ м³/добу.

Річні обсяги кар'єрних вод по ділянці «Агатівська» становитиме:

$Q_{річ} = 223,75 * 365 * 10^{-3} = 81,67$ тис.м3/рік

Аналогічно проведено розрахунки обсягів кар'єрних вод по інших ділянках проведення дослідно-промислової розробки. Вихідні дані та результати розрахунків зведено у таблицю 1.6.

Сумарний водоприплив на ділянки проведення ДПР «Агатівська», «Західна Перша», «Західна Друга», «Городовицька Перша», «Городовицька Друга», «Зелена», «Бакумівська», «Вербаївська», «Селище» становитиме:

**$Q_{доб.}$ = 2169,09 м³/добу.**

**$Q_{річ}$ = 791,72 тис.м3/рік**

| NN з/п | Найменування ділянки ДПР | Площа ДПР ділянки, F, м2 | Приведений радіус, r, м | Термін розробки частини покладу, t, діб | Коефіцієнт рівнепровідності, а, м2/добу | Приведений радіус впливу, rо, м | Радіус воронки осушення, R,м | Водоприплив, $Q_1$, м3/добу | Водоприплив атм, $Q_2$, м3/добу | Водоприплив заг, $Q_{доб}$, м3/добу | Водоприплив заг, $Q_{річ}$, тис.м3/рік | Об'єм продуктивних порід, м3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | «Агатівська» | 10871 | 58,84 | 300 | 101,9 | 262,26 | 321,10 | 210,64 | 13,11 | 223,75 | 81,67 | 19579 |
| 2 | «Бакумівська» | 5870 | 43,2 | 270 | 95,55 | 240,93 | 284,13 | 166,80 | 7,08 | 173,88 | 63,47 | 17230 |
| 3 | «Вербаївська» | 5955 | 43,5 | 270 | 100,1 | 246,60 | 290,10 | 181,72 | 7,18 | 188,90 | 68,95 | 16852 |
| 4 | «Західна перша» | 6875 | 46,8 | 100 | 54,6 | 110,84 | 157,64 | 283,89 | 8,29 | 292,18 | 106,65 | 21861 |
| 5 | «Західна друга» | 7377 | 48,5 | 100 | 54,6 | 110,84 | 159,34 | 289,88 | 8,90 | 298,78 | 109,05 | 28147 |
| 6 | «Городовицька перша» | 12231 | 62,4 | 300 | 109,2 | 271,50 | 333,90 | 244,66 | 14,75 | 259,41 | 94,68 | 21831 |
| 7 | «Городовицька друга» | 11823 | 61,36 | 300 | 109,2 | 271,5 | 332,86 | 242,67 | 14,26 | 256,93 | 93,78 | 15497 |
| 8 | «Зелена» | 10800 | 58,65 | 270 | 98,3 | 244,37 | 303,02 | 202,40 | 13,03 | 215,43 | 78,63 | 17536 |
| 9 | «Селище» | 25322 | 89,8 | 270 | 92,8 | 237,44 | 327,24 | 229,28 | 30,55 | 259,83 | 94,84 | 35621 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | ∑ | **2169,09** | **791,72** | **194154** |

*Використання кар'єрної води (виробничі потреби).*

Частина кар'єрної (технічної) води використовується для виробничих потреб - знепилення (полив) проїзної частини дороги у теплу пору року.

Технічна вода використовується безповоротно.

Витрата води на знепилення (полив) доріг (удосконаленого покриття) становитиме:

*Qдоб.полив*= 0,0005м3/м2 * 315000 м2 = **157,5 м3/добу,**

*Qріч.полив* = 157,5 м3 * 92 дні * $10^{-3}$ = **14,49 тис.м3/рік**, де

0,0005 - норма витрати води на поливання 1 м2 твердого покриття, приймається по таблиці А.2, п.22 ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;

92 - поливання проводиться 92 дні/рік (влітку 3 місяці).

**Водовідведення**

Обсяги скиду зворотних (кар'єрних) вод становлять:

$Q_{річ}$ = **791,72 – 14,49 = 777,23 тис.м3/рік**

Максимальна добова витрата зворотних (кар'єрних) вод приймається 2169,09 м3/добу (у дні, коли відсутня витрата води на виробничі потреби).

$Q_{доб}$ = **2169,09 м3/добу**

Оборотне водопостачання

Розмив корисної копалини та вилучення бурштину виконується за допомогою пересувного промивального модуля, розміщуваного в радіусі дії видобувного екскаватора, який забезпечує його завантаження вихідною гірничою масою. Промитий ґрунт, отриманий у процесі збагачення корисної копалини, видаляється у гідровідвали за допомогою ґрунтових насосів та трубопровідного транспорту.

Подача води на промивку здійснюється з зумпфів та з гідровідвалів насосами ДНУ-40. У технології збагачення корисної копалини реалізована оборотна замкнена система використання кар'єрної води. Освітлена технологічна вода знову потрапляє у збагачувальний процес промивки та вилучення бурштину з рудної маси.

Згідно з робочими проектами на промивання 1 м3 породи необхідно використати 3 $м^3$ води.

Загальний об'єм продуктивних порід по ділянках ДПР згідно з робочими

Додаток 3.

Етапи та заходи комплексної рекультивації порушених земель ділянки «Зелена»

| **Етап оптимізації** | **Напрям робіт** | **Короткий опис заходу** | **Очікуваний екологічний результат** |
|---|---|---|---|
| ***1. Гірничотехнічний*** | Земляні роботи та планування | Переміщення відвалів та конусів намиву у провальні лійки; суцільне грейдування та ущільнення поверхні ковзанками. | Ліквідація техногенного бедленду, стабілізація механічних властивостей поверхні, запобігання просіданню. |
| | Гідротехнічна меліорація | Демонтаж старательських перемичок (дамб); розчищення та поглиблення замуленого русла каналу «Случ-2». | Відновлення природного поверхневого стоку, ліквідація зон заболочування та явища «п'яного лісу». |
| | Хімічна меліорація (детоксикація) | Суцільне механізоване внесення вапнякового (доломітового) борошна на сплановану поверхню. | Нейтралізація кислотності субстрату; переведення канцерогенів (свинцю і кадмію) в інертні, нерозчинні форми. |
| ***2. Біологічний*** | Агротехнічна підготовка | Плантажування (глибока оранка на 0,5 м) ділянок з потужністю намиву до 30 см; внесення стартових добрив. | Виведення похованого первинного гумусового шару на денну поверхню; запуск процесів ґрунтотворення. |
| | Фітомеліорація | Суцільний висів суміші багаторічних бобових та злакових трав на підготовлений мінеральний субстрат. | Створення щільного дернового каркасу; накопичення біомаси; захист пісків від вітрової та водної ерозії. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Лісовідновлення | Висадка саджанців головних (сосна звичайна) та супутніх (береза) деревних порід у підготовлені борозни. | Повне відновлення структури типових лісових біоценозів Полісся; повернення лісогосподарської цінності. |
| ***3. Моніторинг*** | Післярекультиваційний контроль | Закладення мережі спостережних п'єзометрів; лабораторний аналіз вод; облік приживлюваності лісових культур. | Контроль за відновленням рівня ґрунтових вод; підтвердження відсутності міграції важких металів у водоносні горизонти. |