



Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

**Мельничук В. Г., Косяк Д. С., Холоденко В. С.**



# **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Навчальний посібник*

**Рівне – 2023**

**Рецензенти:**

**Мартинюк В. О.**, к.геогр.н., професор Рівненського державного гуманітарного університету;

**Гопчак І. В.**, д.т.н., професор кафедри геології та гідрології Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету  
водного господарства та природокористування.  
Протокол № 6 від 23 червня 2023 р.*

**Мельничук В. Г., Косяк Д. С., Холоденко В. С.**

**М49** Оцінка екологічного стану геологічного середовища : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2023. – 174 с.

**ISBN 978-966-327-559-8**

В навчальному посібнику розглядаються прийоми вивчення та інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища певної території на основі результатів дослідження характеристик природних компонентів: рельєфу, складу і геохімічного стану ґрунтів і гірських порід, умов їх залягання і властивостей, підземних вод, геологічних і інженерно-геологічних процесів і явищ, а також техногенних і антропогенних чинників, які впливають на загальний стан довкілля при надрокористуванні.

Навчальний посібник призначено для здобувачів, які навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки магістра «Прикладна геологія та захист довкілля в надрокористуванні» зі спеціальності 103 «Науки про Землю».

**УДК (574+502):55**

**ISBN 978-966-327-559-8**

© В. Г. Мельничук, Д. С. Косяк,  
В. С. Холоденко, 2023

© Національний університет водного  
господарства та  
природокористування, 2023



СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ПРИЙНЯТИХ В ТЕКСТІ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ.....	9
1.1. Геохімічні критерії екологічного стану ґрунтів та донних відкладів.....	9
1.2. Гігієнічні критерії екологічного стану ґрунтів.....	12
1.3. Оцінка рівнів забруднення та еколого-геохімічного стану компонентів геологічного середовища.....	14
1.4. Фактологічні матеріали геоекологічних досліджень.....	17
РОЗДІЛ 2. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД .....	19
2.1. Оцінка рівнів забруднення підземних вод та визначення еколого- гідрологічного стану ГС.....	23
2.2. Оцінка умов захищеності та підземних вод.....	25
РОЗДІЛ 3. КРИТЕРІЇ ВПЛИВУ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ ІНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ..	27
3.1. Екзогенні геологічні та інженерно-геологічні процеси.....	27
3.1.1. Вивітрювання.....	27
3.1.2. Геологічна діяльність вітру.....	28
3.1.3. Геологічна діяльність поверхневих вод.....	29
3.1.4. Геологічна діяльність льоду і льодовиків.....	43
3.1.5. Геологічна діяльність підземних вод.....	46
3.1.6. Геологічна діяльність сил гравітації.....	54
3.1.7. Деформації ґрунтів в основах споруд.....	63
3.2. Оцінка проявів екзогенних геологічних процесів.....	66
3.3. Оцінка техногенного впливу на геологічне середовище.....	68
3.4. Оцінка ураженості території небезпечними геологічними процесами та явищами.....	71
РОЗДІЛ 4. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК).....	73
4.1. Фізико-географічна характеристика.....	73
4.2. Оцінка будови геологічного середовища.....	76
4.2.1. Палеопротерозойський кристалічний фундамент.....	77
4.2.2. Осадочний чохол.....	77
4.3. Оцінка стану підземних вод.....	80

4.3.1. Водоносні горизонти і комплекси.....	81
4.3.2. Водотриви.....	83
4.3.3. Основний водоносний горизонт.....	83
4.3.4 Природна захищеність підземних вод.....	88
4.3.5. Промислово-рекреаційне навантаження.....	89
4.3.6. Ландшафтно-геохімічна структура території.....	91
РОЗДІЛ 5. ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК).....	96
5.1. Критерії, прийняті для інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища.....	101
5.2. Оцінка забруднення ґрунтів геохімічних ландшафтів.....	102
5.3. Оцінка забруднення донних відкладів.....	116
5.4. Оцінка забруднення поверхневих і підземних вод.....	120
5.4.1 Забруднення поверхневих вод та вод I-го від поверхні водоносного горизонту.....	120
РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА РАДІОГЕОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	126
6.1. Оцінка експозиційної дози місцевості.....	126
6.2 Оцінка забруднення штучними радіонуклідами.....	127
6.3 Карта забруднення території радіонуклідами.....	129
РОЗДІЛ 7. ОЦІНКА РІВНІВ НАПРУЖЕНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК).....	132
7.1 Оцінка площ з напруженим рівнем екологічного стану ГС.....	132
7.2 Оцінка площ з помірно-напруженим рівнем екологічного стану ГС.....	136
7.3 Оцінка площ із задовільним рівнем екологічного стану ГС.....	136
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	138
ЛІТЕРАТУРА.....	170



## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ПРИЙНЯТИХ В ТЕКСТІ

ан. – аналіз

ВПМ – Волино-Подільська монокліналь

ВПП – Волино-Подільська плита

ГгЗ – гідрогеологічна зйомка

ГГК – глибинне геологічне картування

ГДК – граничнодопустимі концентрації

ГДП-200 – геологічне довивчення площі масштабу 1 : 200 000

ГЕ – геологічна експедиція

ГЗ – геологічна зйомка

ГЗР – геологзйомочні роботи

ГІС – геоінформаційні системи

ГК – гамма-каротаж

ГС – геологічне середовище

ГХЦГ – гексахлоран

ДПМ – Державний природознавчий музей

ДСТУ – Державний стандарт України

ЕГП – екзогенні геологічні процеси

ЕСГС – екологічний стан геологічного середовища

мкР/год – мікрорентген за годину

МОЗ – міністерство охорони здоров'я

НАНУ – Національна академія наук України

НВО – Науково-виробниче об'єднання

НС – надзвичайна ситуація

НУВГП – національний університет водного господарства та природокористування

ОДУ – орієнтовно допустимі рівні

ОЕГС – оцінка екологічного стану геологічного середовища

ПДРГП – Північне державне регіональне геологічне підприємство

ПМА – промислово-міська агломерація

ПММ – паливно-мастильні матеріали

РАЕС – Рівненська атомна електростанція

СанПіН – санітарні правила і норми

свр. – свердловина

СЄП – Східно-Європейська платформа

СПАР – сумарні поверхнево-активні речовини

СПЗ – сумарний показник забруднення

т.с. – точка спостереження

ТПК – територіально-промисловий комплекс

УкрДГРІ – Український державний геологорозвідувальний інститут



Геологічне середовище – це верхня частина літосфери, що являє собою багатокomпонентну динамічну систему (поверхневі ландшафти, формації гірських порід, газу, підземні води, фізичні поля – теплові, гравітаційні, електромагнітні тощо), в межах якої здійснюється господарська діяльність людини. Сфера взаємодії геологічного середовища із господарськими об'єктами – це геологічне тіло, яке знаходиться під цими об'єктами (вміщує їх), де змінюється екологічний стан самого геологічного середовища та протікання природних геологічних процесів під дією техногенних впливів, під якими розуміються статичні і динамічні навантаження від техногенних об'єктів, підтоплення і осушення територій, забруднення ґрунтів, виснаження і забруднення підземних вод, а також фізичні, хімічні, радіаційні, біологічні та інші впливи.

Навчальний посібник «Оцінка екологічного стану геологічного середовища» підготовлений для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 103 «Науки про Землю», що навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки магістра «Прикладна геологія та захист довкілля в надрокористуванні». Актуальність посібника визначається необхідністю комплексної оцінки екологічного стану геологічного середовища територій України, яка виконується в рамках Державної програми «Держгеолкарта-200» за номенклатурними аркушами комплексу геологічних карт масштабу 1 : 200 000. Навчальний матеріал викладено на прикладах гео-екологічних досліджень в басейні р. Стир в межах аркуша М-35-VIII (Луцьк) масштабу 1 : 200 000 охарактеризоване з фондових джерел інформації НВО «Держгеолінформ» з використанням наору спеціалізованих карт еко-геологічного змісту. Дана територія є південно-західною крайовою частиною радіогеохімічної провінції «західного сліду» Чорнобильської аварії, що охоплює Прип'ятьське Полісся Білорусі, північні райони Рівненської та Волинської областей України. В північному кутку території знаходиться Рівненська АЕС, на півдні - м. Луцьк, загалом територія густо заселена і освоєна в господарському відношенні, що в створює значні потенційні загрози довкіллю і зокрема геологічному середовищу. Кумулятивний ефект впливу літо-гідрохімічних і радіологічних чинників на геологічне середовище обумовлює забрудненість ґрунтів, донних відкладів і підземних вод, що є джерелом надходження токсикантів у харчові ланцюги. Роль цих чинників в екосистемах басейну р Стир, як і

ураженість території небезпечними геологічними процесами, поки що недостатньо досліджені.

Метою посібника є набуття компетенцій у здобувачів з прийомами вивчення та інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища певної території на основі результатів дослідження характеристик природних компонентів: рельєфу, складу і геохімічного стану ґрунтів і гірських порід, умов їх залягання і властивостей, підземних вод, геологічних і інженерно-геологічних процесів і явищ, а також техногенних і антропогенних чинників, які впливають на загальний стан довкілля при надрокористуванні.

Для досягнення поставленої мети поставлені такі основні завдання:

- зібрати та систематизувати наявну інформацію з екогеології басейну р. Стир в межах аркуша М-35-VIII;
- всебічно розглянути методичні рекомендації щодо оцінки екологічного стану геологічного середовища досліджуваної території;
- вивчити особисті геологічного середовища басейну р. Стир в межах аркуша М-35-VIII;
- виконати диференціальну оцінку екологічного стану компонентів геологічного середовища досліджуваної території (забруднення ґрунтів геохімічних ландшафтів, донних відкладів, поверхневих і підземних вод, ураженість небезпечними геологічними процесами та явищами);
- здійснити інтегральну оцінку площ за рівнями напруженості екологічного стану геологічного середовища.

Методичною основою роботи послужили критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища при проведенні регіональних еколого-геологічних досліджень, розроблені УкрДГР [30; 47].

Навчальний посібник написаний вченими кафедри геології та гідрології НУВГП: Мельничуком В.Г., д.геол.н, професором (розділи 2, 3, 4); Косяк Д.С., к.геогр.н., доцентом (вступ, розділи 1, 5); Холоденко В.С. (к.геогр.н., доцентом (розділи 6, 7, тести).

Фактологічною основою роботи послужили матеріали звіту про геологічне довивчення масштабу 1:200 000 території аркуша М-35-VIII (Луцьк) [22], створення яких є результатом багаторічних досліджень геологів Равненської геологічної експедиції В.Г. Зелінського та Ю.Д. Харчишина за співучасті співавтора посібника В.Г. Мельничука. Результати досліджень базуються на таких матеріалах: екогеологічне обстеження з радіометричними вимірюваннями експозиційної дози

місцевості (1023 точки спостереження); відбір проб і статистична обробка результатів спектрального аналізу ґрунтів (близько 2300 ан.), гідрохімічного аналізу поверхневих і підземних вод, донних відкладів (240 ан.), напівкількісних спектральних аналізів сухого залишку (134 ан.), хімічних аналізів на виявлення пестицидів, фенолів, СПАР, нафтопродуктів (70 ан.), напівкількісних спектральних аналізів донних відкладів (708 ан.), визначення штучних радіонуклідів в ґрунтах (200 ан.), донних відкладах та хвойних рослинах (20 ан.).



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування





## РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

Визначальними критеріями оцінки еколого-геохімічного стану геологічного середовища, як і його окремих компонентів, є вміст токсичних хімічних елементів та їх сполук. Певний еколого-геохімічний стан ҐС визначається відповідним рівнем забруднення його компонентів. Для оцінки еколого-геохімічного стану компонентів ҐС використовуються кількісні критерії – геохімічні (фони, СПЗ) та гігієнічні (ГДК).

Використання як геохімічних, так і гігієнічних критеріїв є обґрунтованим, перших – з точки зору можливостей оцінки негативних змін геохімічного стану геологічного середовища та їх динаміки, других – за показниками шкідливості хімічних елементів та сполук.

Для оцінки еколого-геохімічного стану (рівня забруднення токсичними хімічними елементами та сполуками) підземних вод різного господарсько-побутового призначення пріоритетними критеріями є ГДК. Геохімічні критерії (геохімічні фони) використовуються як критеріальні показники для визначення динаміки змін вмісту хімічних елементів у компонентах ҐС, у т.ч. і воді.

Через недосконалість існуючої системи ГДК ґрунтів, встановлення їх для незначної кількості хімічних елементів, для оцінки еколого-геохімічного стану ґрунтів використовуються паралельно як ГДК, так і геохімічні фони і СПЗ, причому останні більш широко. Геохімічні фони та СПЗ є єдино прийнятними для оцінки рівня забруднення також і донних відкладів та порід зони аерації.

### 1.1. Геохімічні критерії екологічного стану ґрунтів та донних відкладів

Фоновий вміст речовини – близький до середнього вміст хімічних елементів та їх сполук у тому чи іншому компоненті геологічного середовища або його частині в умовах непорушеного або слабо порушеного природного режиму.

Визначення геохімічних фонів хімічних елементів слід виконувати за єдиною методикою, наведеною нижче.

Природний геохімічний фон є одним з найважливіших показників при веденні еколого-геохімічних досліджень, його використовують як рівень для порівняння з результатами одержаних даних з метою

виявлення техногенного забруднення і для визначення динаміки цього процесу.

Тому при проведенні еколого-геохімічних досліджень бажано встановити саме природний геохімічний фон, тобто вміст хімічних елементів у непорушених або мінімально порушених антропогенною діяльністю умовах, поза зонами вторинних ореолів розсіювання хімічних елементів природного походження, відомих родовищ та рудопроявів.

Для його визначення використовується метод природних аналогів, за яким на досліджувану територію переносяться фонові показники з об'єкта – аналога. З цією метою, залежно від конкретних умов, обираються біосферні заповідники, заказники, ландшафтні парки, заповідно-мисливські території, рекреаційні зони навколо міст та інші ділянки землі, де не встиг виявитися або виявився найменшою мірою техногенний вплив.

Для перенесення визначених значень геохімічного фону аналога на досліджуваний об'єкт використовуються ландшафтно-геохімічні карти. Таксономічними одиницями, в межах яких поширюються визначені фонові показники, є класи геохімічних ландшафтів, та відповідні їм групи (підтипи) ґрунтів.

Рішення про прийняття однакових геохімічних фонів хімічних елементів для території з ландшафтами різних класів приймається після зіставлення визначених показників окремо по кожному класу ландшафтів і відповідному підтипу ґрунтів.

При визначенні природного фону хімічних елементів у донних відкладах та водах поверхневих водотоків рішення про використання у якості фонових значень, одержаних при опробуванні умовно чистих приток, приймається після доведення адекватності природних умов даного водотоку таким умовам для досліджуваної території загалом (за геологічною будовою та ландшафтно-геохімічними характеристиками). Якщо це не так, за фоновий приймається низький вміст хімічних елементів, одержаний в результаті опробування найбільшого водотоку даної території вище за течією від розміщення відомих джерел забруднення.

Геохімічний фон визначають як медіану вибірки, тобто середнє значення у ранжируваному варіаційному ряді. Це пов'язано з тим, що медіана мало залежить від крайніх значень варіаційного ряду, її можна визначити навіть якщо до 25% проб виявилися «за порогом» чутливості аналізу, вона більш стійка, ніж середнє арифметичне, в умовах ексцесивних розподілів і абсолютно не залежить від розподілу

випадкової величини, бо її положення не змінюється при будь-яких перетвореннях досліджуваної величини.

У тому разі, коли на досліджуваній території в результаті виконання детальних еколого-геохімічних досліджень у минулі роки вже були визначені геохімічні фони, необхідно використовувати ці показники після їх критичного аналізу.

**Сумарний показник забруднення (СПЗ).** Більшість техногенних аномалій мають багатокомпонентний склад, тому для них обчислюється **сумарний показник забруднення (СПЗ)**, який відноситься до нормативних показників і визначається за формулою:

$$СПЗ = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1), \text{ де } n - \text{кількість врахованих аномальних}$$

**елементів,  $K_c$  – коефіцієнт концентрації.** СПЗ використовується як для оцінки рівня забруднення ґрунтів та донних відкладів [26].

**Градації сумарного показника забруднення ґрунтів та донних відкладів.** Досвід проведення еколого-геохімічних оцінок засвідчує, що розроблені МОЗ СРСР у 1987 градації СПЗ для регіональних, у т. ч. середньомасштабних, досліджень практично неприйнятні. Інтервал значень СПЗ, що характеризує помірне забруднення (0-16) надто великий, що по-перше, унеможливує виділення чистих або слабо забруднених територій, де екологічний стан ГС є добрим (хоча, як показує досвід, навіть в межах великих ПМА такі території становлять 10–20%). По-друге, такий початковий інтервал СПЗ не дає змоги фіксувати зміни еколого-геохімічного стану компонентів ГС при порівнянні часових рядів СПЗ, побудованих за даними режимних спостережень. По-третє, такі градації є непридатними для створення картографічних матеріалів, оскільки в більшості випадків до зони «опустимого забруднення» потрапляє до 80–90% території.

Враховуючи викладене, в даній роботі використані наступні (табл. 1.1), більш дрібні градації сумарного показника забруднення ґрунтів та донних відкладів та відповідні їм рівні забруднення, запозичені з джерела [22].

Таблиця 1.1

Градації сумарного показника забруднення

<2	незабруднена (чиста) територія
2–8	дуже низький рівень забруднення
8–16	низький рівень забруднення
<b>16–32</b>	<b>середній рівень забруднення</b>

32–64	високий рівень забруднення
64–128	дуже високий рівень забруднення
>128	надзвичайно високий рівень забруднення

**Перелік хімічних елементів, які слід враховувати при обчисленні СПЗ.** Кожна техногенна аномалія, виділена за СПЗ, повинна супроводжуватися його формулою – переліком хімічних елементів з їх коефіцієнтами концентрації у порядку зменшення.

Щодо переліку хімічних елементів, які треба брати до уваги при визначенні СПЗ, то слід зазначити, що та обставина, що еколого-геохімічний стан ґрунтів та природних вод є взаємопов’язаним, вимагає при визначенні СПЗ будь-якого з них урахування токсичних елементів 1–3 класів небезпеки, встановлених для цих компонентів ГС (табл. 1.2). При обчисленні враховуються елементи, коефіцієнти концентрації яких дорівнюють або перевищують 2 (що відповідає мінімально аномальному рівню).

Таблиця 1.2  
Класи небезпеки хімічних елементів у компонентах ГС

Класи небезпеки	Компоненти ГС	
	Ґрунти	Вода різних об’єктів господарсько-побутового призначення
1	Hg, Pb, Se, Zn, As, Cd, F	Hg, Be, Tl
2	B, Co, Mo, Sb, Ni, Cu, Cr	B, Co, Mo, Sb, F, Ag, As, Cd, Pb, Se, Bi, Te, W, Al, Br, Ba, Li, Nb, Sr, Si
3	V, Mn, W, Sr, Ba	V, Mn, Zn, Cr, Ni, Cu, Ti

*Важкі метали (Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Cd, Bi, Hg)*

## 1.2. Гігієнічні критерії екологічного стану ґрунтів

**Гранично-допустимі концентрації (ГДК).** Гранично допустима концентрація забруднюючої речовини – екологічний норматив, максимальна концентрація забруднюючого хімічної речовини у компонентах ГС, яка при повсякденному впливі протягом тривалого

часу не спричиняє негативного впливу на організм людини чи іншого рецептора.

ГДК забруднюючої речовини в орному шарі ґрунту – концентрація, що не повинна справляти прямого чи опосередкованого негативного впливу на суміжні з ґрунтом компоненти довкілля та на здоров'я людини, а також на здатність ґрунту до самоочищення.

Для підземних і поверхневих вод об'єктів різного господарського призначення на сьогоднішній день визначені ГДК для понад 1300 елементів та сполук. Щодо ґрунтів, то для них визначені ГДК по обмеженій кількості компонентів, та й ті лише стосовно ґрунтів сільськогосподарських угідь. В межах України ці ГДК можна застосовувати на двох третинах території, оскільки саме така її частка зайнята сільгоспугіддями (причому близько 80% сільгоспугідь складають орні землі). Використання цих нормативних показників на територіях іншого функціонального призначення по суті є неправомірним, хоча і може підкріплюватися аргументами на зразок того, що навіть в межах крупних ПМА часто близько 20% території припадає на одноповерховий приватний сектор і дачні масиви, де ґрунти використовуються для вирощування сільськогосподарської продукції.

Стосовно радіоізотопів, то їх вміст у компонентах с визначається «Нормами радіаційної безпеки» та чинним законодавством України (ст. 2 Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи»).

Застосування ГДК повинне бути обґрунтоване з точки зору функціонального використання досліджуваного компонента ГС. Неприпустимо використовувати ГДК ґрунтів для оцінки еколого-геохімічного стану донних відкладів. В межах промвузлів і промрайонів не слід використовувати ГДК, встановлені для ґрунтів сільгоспугідь.

*На сьогодні єдині затверджені ГДК ґрунтів для умов України відсутні.* Різними авторами і відомствами використовуються ГДК з різних літературних джерел, значення яких суттєво різняться між собою, що, в свою чергу, обумовлює неоднозначність оцінок стану компонентів геологічного середовища, а часто – навіть неможливість зіставлення результатів досліджень. Зокрема, підприємствами геологічної галузі переважно використовуються ГДК, наведені у [47]. Фахівці-агрохіміки користуються «Методикою суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України» (за ред. академіків О.О. Созінова, Б.С. Прістера, К., 1994 р.). Зіставлення цих нормативів засвідчує, що ГДК, які застосовують для оцінки стану ґрунтів агрохіміки,

часто значно перевищують нормативи, якими користуються фахівці-екогеологи, наприклад, для свинцю та цинку – втричі.

Наведені факти підтверджують, що слід використовувати єдині ГДК, наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Гранично допустимі концентрації хімічних елементів у ґрунтах сільгоспугідь

Елемент	Клас небезпеки	ГДК- гранично-допустимі концентрації
Hg ртуть	1	2
As миш'як	1	2
Cd кадмій	1	4
Pb свинець	1	32
F фтор	1	500
Sb сурма	2	4,5
Cu мідь	2	100
Ni нікель	2	100
Co кобальт	2	100
Cr <sup>+3</sup> хром	2	100
V ванадій	3	150
Mn марганець	3	1500

**1.3. Оцінка рівнів забруднення та еколого-геохімічного стану компонентів геологічного середовища**

Як зазначалося вище, для оцінки геохімічного стану ґрунтів застосовуються паралельно як ГДК, так і геохімічні фони і СПЗ, донних відкладів – тільки фони та СПЗ.

Перелік забруднень (*важкі метали, радіонукліди «чорнобильського» походження, природні радіонукліди, пестициди*), які слід брати до уваги для оцінки рівнів забруднення та визначення еколого-геохімічного стану компонентів ГС при проведенні регіональних еколого-геологічних досліджень, обґрунтовується наступним.

Забруднення довкілля важкими металами давно набуло глобального характеру. Для значної частини території України так само гостро стоїть проблема забруднення радіонуклідами чорнобильського походження в межах південного та західного «слідів». Необхідність

урахування при регіональних еколого-геологічних дослідженнях природної радіоактивності пояснюється значним поширенням в межах Українського щита порід, збагачених на природні радіоактивні елементи. Значна частка території нашої держави зайнята сільськогосподарськими ландшафтами, що пояснює необхідність урахування забруднення пестицидами при виконанні регіональних еколого-геохімічних оцінок, особливо беручи до уваги часто неконтрольований характер їх внесення у попередні роки.

Щодо забруднення іншими речовинами, зокрема, нафтопродуктами, фенолами, то воно, як правило, при даному масштабі має точковий характер і на картах екологічного стану ГС може бути показане позамасштабним знаком.

Вміст хімічних елементів у компонентах ґрунтах та донних відкладах, що перевищує ГДК, позначається на картах ізолініями, проведеними за градаціями, запропонованими у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Оцінка рівнів забруднення та геохімічного стану ґрунтів і донних відкладів

Геохімічний стан ґрунтів, донних відкладів	Рівні забруднення	Забруднення ґрунтів та донних відкладів важкими металами			СПЗ	Забруднення ґрунтів радіонуклідами, Ки/км <sup>2</sup>			Природна радіоактивність гірських порід (U, Th), Бк/кг	Забруднення пестицидами, кратність ГДК
		Класи небезпеки, кратність ГДК				<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>238-240</sup> Pu		
		1	2	3						
Критичний	Надзвичайно високий	> 5	> 10	> 20	> 128	> 15	> 3,0	> 0,1	> 1350	> 10
Дуже небезпечний	Дуже високий	3–5	5–10	10–20	64–128	5,0–15	0,15–3,0	0,01–0,1	740–1350	5–10
Небезпечний	Високий	2–3	3–5	5–10	32–64	5,0–15	0,15–3,0	0,01–0,1	740–1350	5–10

Помірно небезпечний	Середній	1,5-2	2-3	3-5	16-32	1,0-5,0	0,02-0,15	0,005-0,01	370-740	1-5
Задовільний	Низький	1-1,5	1-2	1-3	8-16	0,5-1,0				0,5-1
Добрий	Дуже низький	< 1			2-8	0,25-0,5	< 0,02	< 0,005	< 370	< 0,5
	Незабруднені території				< 2	< 0,25				

Рівні забруднення ґрунтів радіонуклідами техногенного походження оцінюються в інтервалах, визначених ст. 2 Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи». Враховується природна радіоактивність гірських порід та інших компонентів природного середовища.

Рівні забруднення ґрунтів та донних відкладів визначаються за сумарною оцінкою даних щодо вмісту токсикантів. Остаточне визначення рівня геохімічного забруднення ґрунтів і донних відкладів та відповідного йому стану цих компонентів ГС проводиться з урахуванням пріоритетних (за вмістом) або найбільш екологічно небезпечних (за класом небезпеки) забруднювачів. Якщо більшість показників вмісту хімічних елементів 2 або 3 класів небезпеки відносяться до припустимого рівня забруднення, а один або два елементи 1-го класу небезпеки (ртуть, кадмій) – до небезпечного рівня, то загальна оцінка дається як «небезпечний рівень забруднення».

Вміст у ґрунтах токсичних хімічних елементів та сполук, що перевищує 50 ГДК (або 100 регіональних фонів для елементів з невстановленим ГДК) згідно з «Тимчасовим регламентом оперативних дій органів Мінекоресурсів при виникненні (загрози виникнення)



надзвичайної екологічної ситуації» слід визначати як «екстремально високе забруднення».

#### **1.4. Фактологічні матеріали геоекологічних досліджень**

Геоекологічні дослідження екологічного стану геологічного середовища басейну р. Стир базуються на наступних фактологічних матеріалах (рис. 1.1).

З метою виявлення аномалій важких металів та інших токсичних елементів в ґрунтах досліджуваної території відбирались проби на спектральний аналіз на 32 елементи. Проведена математична обробка отриманих результатів узагальнених вибірок, що дозволило виявити аномальні величини концентрацій елементів, що втричі та більше перевищують медіанні оцінки розподілу.

З метою отримання інформації про гідрохімічний стан водотоків, водойм та питної води з першого від поверхні водоносного горизонту, територія робіт була охоплена мережею точок опробування, в яких аналізувались донні відклади та проби води. Проаналізовано 240 повних хімічних аналізів води, 134 напівкількісних спектральних аналізів сухого залишку, більше 70 хімічних аналізів на виявлення пестицидів, фенолів, СПАР, нафтопродуктів, 708 напівкількісних спектральних аналізів донних відкладів.

З метою отримання інформації про експозиційну дозу місцевості, територія досліджень була охоплена мережею радіометричних досліджень, що включає 1023 точки спостереження (т.с.) та періодичні виміри по ходу виконання маршрутів між точками спостереження. Крім того опробовано більш як 200 проб ґрунтів, більше 20 проб донних відкладів та зони хвойних рослин на визначення штучних радіонуклідів.



## РОЗДІЛ 2. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Еколого-гідрологічні оцінки, є однією з найважливіших складових частин еколого-геологічних досліджень, спираються на вивчення стану підземних вод. Більшість методичних розробок рекомендують для визначення еколого-гідрологічних умов використовувати такі показники, як рівень забруднення підземних вод, зміни гідродинамічних умов, захищеність водоносних горизонтів.

Пріоритетним для оцінки еколого-гідрологічних умов сьогодні в межах України є визначення якісного складу підземних вод. Якісний склад води, що використовується для питних потреб, контролюється відповідними нормативними документами, що базуються на оцінці впливу спожитої води на здоров'я населення. Головним показником таких оцінок є визначення рівня забруднення підземних вод токсичними елементами та їх сполуками внаслідок дії природних чинників або господарської діяльності. Критеріями для визначення рівнів забруднення є перевищення вмісту хімічних елементів або їх сполук над встановленими граничними нормами – ГДК.

Термін «забруднення підземних вод» в першу чергу відноситься до прісних підземних вод, що використовуються для централізованого водопостачання. Зростаючий вплив техногенезу на хімічний склад поверхневих вод, ґрунтів, а також водозбірних ландшафтів створює передумови та підвищує ризик забруднення підземних вод, в першу чергу змінюючи показники їх якості.

Еколого-гідрологічні оцінки ґрунтуються на положеннях офіційних стандартів і норм щодо якості питних вод. Згідно з постановою Верховної Ради 1992 р. №1545-ХІІ вважаються чинними для України (до розробки власних національних) державні стандарти колишнього СРСР, найважливішими серед яких є два державних стандарти стосовно вимог до якості питної води родовищ підземних вод (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 2761-84) та спеціалізовані Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення, підготовлені МОЗ СРСР (СанПіН № 4630-88). З 23.12.1996 р. діє санітарно-гігієнічний норматив України СанПіН №383.

СанПіН № 383 [42] встановлює гігієнічні вимоги для якісного складу питної води, які характеризують нешкідливість її хімічного складу або забезпечують сприятливі органолептичні властивості.

Документ містить нормативи для речовин, які зустрічаються в природних водах, додаються в процесі обробки у вигляді реагентів або з'являються в результаті промислового, сільськогосподарського, побутового забруднення джерел водопостачання, таким чином у документі наведено дані щодо:

1. Мікробіологічних показників води.

2. Токсикологічних показників води – 10 речовин (алюміній, берилій, молібден, миш'як, нітрати, поліакриламід залишковий, свинець, селен, стронцій, фтор).

3. Органолептичних показників води – 10 показників (водневий показник, залізо, жорсткість, марганець, мідь, поліфосфати залишкові, сульфати, сухий залишок, хлориди, цинк). Встановлюються вимоги до запаху, смаку, кольоровості, каламутності.

Крім того, концентрації хімічних речовин, які не наведені у вищезгаданих переліках, але присутні у воді в результаті промислового, сільськогосподарського та побутового забруднення, не повинні перевищувати ГДК, затверджених для води водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування за органолептичними і санітарно-токсикологічними ознаками, а також норми радіаційної безпеки. При виявленні у воді таких хімічних речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, сума відношень виявлених концентрацій у воді і їх граничнодопустимі концентрації (ГДК) не повинна бути більша за 1.

$$\frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \frac{c_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (2.1)$$

де  $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$  – виявлені концентрації, мг/дм<sup>3</sup>.

Зазначені норми також визначені документом «Державні санітарні правила і норми. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості питної води централізованого господарсько-питного водопостачання» (СанПіН № 383), який був складений відповідно до вимог чинного законодавства України та з урахуванням досвіду роботи останніх років. В документі систематизовані та викладені основні гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання, порядок здійснення санітарно-епідеміологічного нагляду за якістю води у системах централізованого господарсько-питного водопостачання в звичайних та екстремальних ситуаціях.



СанПіН № 383 [42] регламентує гігієнічні вимоги до якості питної води і поширюється на воду, яка подається централізованими системами господарсько-питного водопостачання і використовується для питних та побутових цілей, виробництва харчових продуктів. Документ встановлює такі вимоги до питної води, які забезпечують її безпеку для здоров'я людей і сприятливі органолептичні властивості, тобто, гігієнічні вимоги до якості питної води та придатність її для питних цілей, що регламентують:

1. Безпеку в епідеміологічному відношенні, яка визначається мікробіологічними (п'ять) і паразитологічними (два) показниками.

2. Нешкідливість хімічного складу, що визначається показниками, які з достатньо високою вірогідністю характеризують відсутність у ній небезпечних для здоров'я речовин (компонентів). Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для 15 показників:

неорганічних компонентів (алюміній, барій, миш'як, селен, свинець, нікель, нітрати, фтор);

органічних компонентів (тригалометани, хлороформ, дибромхлорметан, тетрахлорвуглець, сума пестицидів);

інтегральні показники (окислюваність, загальний органічний вуглець).

Крім того, вода не повинна містити інші токсичні компоненти (ртуть, талій, кадмій, нітрити, ціаніди, шестивалентний хром, 1,1-дихлоретилен, 1,2-дихлоретан, бенз-а-пірен). При знезаражуванні води хлором чи озоном встановлюється вміст залишкового вільного хлору або, відповідно, озону у воді на виході із резервуарів.

3. Сприятливі органолептичні властивості, що визначаються сукупністю значень для органолептичних та фізико-хімічних характеристик води (за вмістом у воді компонентів, які впливають на органолептичні показники). Таких показників 13:

запах, каламутність, кольоровість, присмак, водневий показник, мінералізація загальна (сухий залишок), жорсткість загальна, сульфати, хлориди, мідь, марганець, залізо, хлорфеноли.

До того ж вода не повинна містити цинк, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, феноли в концентраціях, що визначаються стандартними методами досліджень.

4. Радіаційну безпеку, що визначається за граничнодопустимими рівнями сумарної об'ємної активності альфа- та бета-випромінювачів (природних), у разі перевищення рівнів яких необхідно вивчати радіонуклідний склад проб води щодо її відповідності нормам радіаційної безпеки.

Для особливих регіонів нормативи радіаційної безпеки питної води погоджуються Головним державним санітарним лікарем України.

Допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи дихання, травлення, допустимі концентрації у повітрі та питній воді встановлюються у документі «Державні нормами, правилами, гігієнічними нормативами. Державні гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України. (НРБУ-97)» [11]. Даний документ затверджений наказом МОЗ України від 14.07.97 р. № 208 та введений в дію з 01.01.98 р. (Постанова від 01.12.97 р. № 62).

Критерії, на яких ґрунтуються оцінки еколого-гідрогеологічних умов, повинні забезпечити можливість визначення сучасного стану підземних вод з урахуванням природних, природно-техногенних та техногенних процесів, а також можливість картографічного відображення цих умов в регіональному масштабі.

Процес безпосереднього визначення еколого-гідрогеологічного стану та рівнів забруднення води складається із визначення конкретних і чисельно встановлених показників:

- якості води в природних умовах (або фонового вмісту хімічних елементів та їх сполук),
- порівняння фактичного вмісту з ГДК і гідрогеохімічним фоном,
- визначення змін вмісту токсичних елементів та їх сполук в підземних водах.

Санітарно-гігієнічні ГДК – це такі концентрації шкідливих речовин, при яких вони «не справляють прямого чи опосередкованого впливу на стан здоров'я населення (при впливі на організм протягом усього життя) і не погіршують гігієнічні умови водокористування» [12]. Застосування показників граничнодопустимих концентрацій в якості системи критеріїв оцінки еколого-геологічного стану є обґрунтованим і прийнятним для шкідливості впливу на людський організм хімічних елементів та їх

сполук. ГДК є тією експериментально встановленою і зафіксованою нормативними документами граничною межею, порівняння з якою визначає одночасно придатність води для водопостачання і безпеку впливу на організм людини спожитої рідини. Значення ГДК для шкідливих речовин слугують головними орієнтирами при встановленні нижніх, припустимих границь діапазонів цих речовин для різних класів якості води.

## 2.1. Оцінка рівнів забруднення підземних вод та визначення еколого-гідрогеологічного стану ГС

Рівень забруднення встановлюється за результатами опробування підземних вод з наступними розрахунками перевищення вмісту окремих компонентів і показників над граничнодопустимими значеннями (ГДК). Безпосередній перелік елементів-забруднювачів, які слід брати до уваги для оцінки рівнів забруднення та визначення еколого-гідрогеологічного стану компонентів ГС при проведенні регіональних еколого-геологічних досліджень та картографування, встановлюється виходячи із зафіксованого у підземних водах за результатами власних робіт або досліджень попередників на оцінюваній території набору хімічних елементів та їх сполук.

При визначенні ГДК необхідним є урахування класу небезпеки, встановлених для цих токсичних компонентів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Класи небезпеки основних хімічних елементів та їх сполук [22; 25]

Класи небезпеки	Вода різних об'єктів господарсько-побутового призначення
1	берилій, ртуть, фосфор елементарний, талій
2	алюміній, барій, бензол, бром, бор, бутил хлористий, вісмут, вольфрам, кадмій, кобальт, кремній, літій, метан, молібден, миш'як, натрій, ніобій, нітрити (по NO <sub>2</sub> ), свинець, селен, срібло, спирт метиловий, стронцій стабільний, сурма, телур, формальдегід, фтор, етиловий спирт
3	аміак (за азотом), амонія сульфат (за азотом), ацетон, білково-вітамінний концентрат (БВК), ванадій, залізо, марганець, мідь, нікель, нітрати (за NO <sub>3</sub> ), титан, хлор активний, хром, ціанамід кальцію, ціаніди, цинк, етилен



4	гліцерин, діетиловий ефір, желатина технічна, ізопрен, кальціо фосфат (за PO <sub>4</sub> ), керосин, кислота оцтова, кислоти нафтенові, лігнін сульфатний, сечовина, нафталін, нафта, сірковуглець, скіпідар, сульфати (по SO <sub>4</sub> ), фенол, хлориди, хлорфенол
---	--

Перелік забруднень, що найчастіше фіксуються в результаті досліджень, і які слід брати до уваги, залежить від природних умов території та техногенної діяльності. Загальновідомо, що в багатьох випадках підвищена мінералізація, підвищений вміст певних макро- та мікрокомпонентів обумовлені природними чинниками, зокрема, збагаченістю на ці компоненти водовмісних порід, або залежать від кліматичних умов. Забруднення підземних вод сполуками азоту, сульфатами, хлоридами тощо набули регіонального характеру, вони характерні для водоносних підрозділів зони активного водообміну як ґрунтових горизонтів, так і для міжпластових. Відображення такого забруднення або встановлених інших значних за площею аномалій шкідливих речовин у підземних водах повинно здійснюватися методом площинного картування.

Забруднення підземних вод локального характеру (переважно пестицидами, фенолами, нафтопродуктами та іншими органічними речовинами, радіонуклідами тощо) на картах екологічного стану ГС може бути показане позамасштабним знаком.

Вміст хімічних елементів у підземних водах (ґрунтових і міжпластових), що перевищує ГДК, позначається на картах ізолініями, проведеними за градаціями, запропонованими у таблиці 2.2, та розробленими із використанням існуючого досвіду щодо оцінки екологічного стану геологічного середовища [30].

Таблиця 2.2

Оцінка еколого-гідрогеологічних умов

Гідрогеохімічний стан води	Рівні забруднення	Природні, природно-техногенні, техногенні показники				Техногенні показники
		Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	ГДК за класами небезпеки			
			I	II	III-IV	
1	2	3	4	5	6	7
небезпечний	дуже високий	> 3,0	> 3	> 10	> 20	> 5





неприйнятний	високий	1,5-3,0	2-3	5-10	10-20	2-5
обмежено прийнятний	середній	1,0-1,5	1-2	1-5	1-10	1-2
прийнятний	низький	< 1,0	< 1	< 1	< 1	< 1

## 2.2. Оцінка умов захищеності та підземних вод

Захищеність підземних вод сприяє збереженню їх сталих якісних характеристик, перешкоджаючи проникненню забруднення. В значній мірі умови захищеності визначаються наявністю у розрізі порід, що залягають вище водоносних підрозділів, слабопроникних утворень. Існуючі методичні підходи дозволяють виконати районування території за рівнями захищеності підземних вод. При регіональних дослідженнях доцільно визначати природні чинники захищеності. Більш детальні дослідження на конкретних об'єктах повинні передбачати виконання розрахунків з визначенням таких характеристик, як швидкість руху, час розпаду або фільтрації конкретного забруднювача тощо.

Отже, умови природної захищеності, зміни гідродинамічних умов підземних вод – дуже важливі характеристики геологічного середовища, які можуть брати участь у формуванні еколого-геологічної обстановки, впливаючи на показники якісного складу підземних вод.

Умови природної захищеності і зміни гідродинамічних умов враховуються при укладанні еколого-геологічних карт для характеристики природних і техногенних складових, що беруть участь у формуванні еколого-гідргеологічної обстановки.

**Оцінка природної захищеності підземних вод.** Захищеність підземних вод залежить від природних, техногенних факторів і фізико-хімічних властивостей забруднювачів [40]. До основних природних чинників відносяться наявність у розрізі слабопроникних відкладів, глибина залягання підземних вод, потужність, літологія і фільтраційні властивості слабопроникних відкладів, поглинаючі (сорбційні) властивості порід, співвідношення рівнів водоносних горизонтів. Зважаючи на викладене, очевидно, що більш сприятливі природні чинники захищеності перешкоджають проникненню забруднення у підземні води.

Техногенні фактори визначаються умовами надходження забруднювачів на поверхні землі (умови зберігання відходів та стоків, технічні характеристики джерел забруднення тощо). Фізико-хімічні фактори визначаються специфічними властивостями забруднювачів, їх міграційною здатністю, сорбційними властивостями, хімічною стійкістю або часом розпаду забруднювача, взаємодією з породами та підземними водами.

Для оцінки захищеності при регіональних дослідженнях доцільно використовувати природні чинники, що визначають умови проникнення хімічних забруднювачів у підземні води (табл. 2.3). Очевидно, що чим сприятливіші природні чинники захищеності (надійне перекриття підземних вод слабопроникними відкладами з низькими фільтраційні властивостями, їх потужність, глибина залягання водоносного горизонту), тим вищий ступінь захищеності підземних вод стосовно різних видів токсикантів і умов їх проникнення в підземні води з забруднених ґрунтів. Тому для оцінки природної захищеності підземних вод насамперед необхідне врахування наявних у розрізі слабопроникних відкладів – супісків, суглинків, глин та інших утворень з коефіцієнтами фільтрації менше 0,1 м/добу.

Для оцінки природної захищеності основних водоносних горизонтів рекомендується використовувати підходи, запропоновані джерелом [30]:

Таблиця 2.3

Критерії оцінки захищеності підземних вод за природними показниками

умовні категорії захищеності	основний міжпластовий водоносний горизонт		
	потужність водотриву <sup>1)</sup> , що перекриває основний міжпластовий водоносний горизонт, м	потужність порід над водотривом, м	
		суглинки	глини (перша цифра) та суглинки (друга цифра)
захищені	> 10	< 30	< (1,5+15)
		> 30	> (1,5+15)
умовно захищені	3-10	< 30	< (1,5+15)
		> 30	> (1,5+15)
незахищені	< 3	< 3	< (1,5+15)

Примітка: водотриви – породи з коефіцієнтом фільтрації  $1 \cdot 10^{-3}$  м/добу та менше.

## РОЗДІЛ 3. КРИТЕРІЇ ВПЛИВУ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

### 3.1. Екзогенні геологічні та інженерно-геологічні процеси

*Екзогенні процеси* відбуваються на поверхні Землі і у верхніх шарах земної кори при взаємодії літосфери з гідросферою і атмосферою. Виражаються ці процеси в *ерозії* (руйнуванні), *переміщенні* та *аккумуляції* (накопиченні) гірських порід під дією водних і повітряних течій, температурних перепадів, хвилювання водної поверхні, що призводить до зміни стану і властивостей порід, вирівнювання чи розчленування рельєфу, утворення порожнин в масивах порід, переміщенні їх на схилах та інших явищ.

До екзогенних процесів належать вивітрювання, геологічна діяльність вітру, поверхневих і підземних вод, льодовиків, сил гравітації.

Сукупність процесів руйнування гірських порід водою, вітром, льодовиками тощо на підвищеннях рельєфу і перенесення продуктів руйнування до нижчих ділянок (рівнів) земної поверхні називається *денудація* (від лат. «denudatio» – оголюю, розкриваю). Внаслідок денудації на підвищеннях розкриваються корінні гірські породи, а рельєф земної поверхні вирівнюється.

Нагромадження на поверхні суші або на дні водного басейну мінеральних частинок чи органічних залишків в результаті діяльності вітру, текучих вод, льодовиків, вулканів, моря та інших геологічних чинників називається *аккумуляцією* (від лат. «accumulatio» – нагромадження). Цей процес, в деякій мірі протилежний денудації і залежний від неї.

#### 3.1.1. Вивітрювання

Під вивітрюванням розуміють процеси руйнування гірських порід на поверхні Землі під впливом фізичних, хімічних та біологічних чинників. При цьому продукти вивітрювання не зазнають значного переміщення, а накопичуються поблизу материнських порід. За домінуючою роллю того чи іншого чинника розрізняють фізичне, хімічне і біологічне вивітрювання.

**Фізичне вивітрювання** відбувається в результаті розширення та стиснення гірських порід під дією коливань температури повітря і

збільшення (до 10%) об'єму замерзаючої води в порах та тріщинах. При цьому руйнуються структурні зв'язки між мінеральними зернами порід, а лід розриває породу зсередини.

**Хімічне вивітрювання** – процес руйнування гірських порід внаслідок агресивної дії на них парів та газів повітря, а також атмосферної води. При цьому, відбуваються процеси окиснення, гідратації, дегідратації, розчинення та гідролізу первинних мінералів, а на їхньому місці утворюються нові – вторинні.

**Біологічне вивітрювання** відбувається в результаті життєдіяльності тварин і рослин. Землерийні тварини свердлять та подрібнюють породи, а рослини своїм корінням розширюють тріщини в породах. Гумусні кислоти, які є продуктом розпаду організмів після їхньої смерті, також спричиняють активне руйнування порід.

Продукти вивітрювання, які залягають на місці свого формування, називаються *елювіальними* (від лат. «eluo» – вимиваю) відкладами, позначаються індексом (*e*) і зафарбовуються в рожевий колір. Вони утворюють так звану *кору вивітрювання*, в будові якої виділяються наступні зони: з самого верху – *зона повного вивітрювання*, складена найдрібнішими частками (зерна мінералів, піски); нижче – *зона неповного вивітрювання*, складена уламками порід (жорства, щєбінь), а ще нижче – *зона часткового вивітрювання* (брили серед ділянок ще не зруйнованої породи).

### 3.1.2. Геологічна діяльність вітру

Геологічні процеси, спричинені вітром, називаються *еоловіми* (від грец. «Αἰολος (Еолус)» – володар вітрів). Під напором вітру гірські породи зазнають *дефляції* (від лат. «deflatio» – здування) і *коразії* (від лат. «corrado» – зішкрябую). Внаслідок еолової діяльності скелі гірських порід можуть приймати химерні форми (камінні стовпи, столи, гриби тощо). Вітер не тільки руйнує гірські породи, а і переносить та відкладає уламковий матеріал. Піщані, пилюваті та глинисті частки переносяться вітром на величезні віддалі і відкладаються у формі дюн та барханів. *Дюни* мають форму симетричних в розрізі і видовжених в плані горбів і гряд. Вони формуються вздовж піщаних берегів морів, озер та річок. *Бархани* – серпоподібні в плані та асиметричні в розрізі піщані горби, характерні для пустель в зонах аридного клімату. Надвітряний схил барханів довгий і пологий (5–14°), підвітряний відповідає куту природного відкосу пісків (30–35°). Дюни і бархани здатні до

переміщення, чим загрожують земельним угіддям, шляхам сполучення, господарським і житловим спорудам.

Пилуваті та глинисті частки здатні переноситись вітром на значних висотах і на великі відстані. В районах, де сила вітру слабшає, вони осідають і обволікають трав'яну рослинність суцільною кірочкою, яка позбавляє її доступу вуглекислого газу, і рослини гинуть, розкладаються і, цим самим, збагачують ґрунт органічними речовинами. На цьому родючому шарі з часом виростає новий трав'яний покрив, який проіснує до наступної пилової бурі. В результаті утворюються потужні товщі пилувато-глинистих відкладів, котрі інколи досягають потужності в декілька сотень метрів. Такі пилуваті відклади називаються *лесами*. Вони широко розвинуті на території України.

Більш ніж за вікову історію вивчення лесів було запропоновано не менш двадцяти різних гіпотез їхнього походження. Узагальнення цих даних дозволило об'єднати всі гіпотези в кілька груп, що пояснюють виникнення лесів еоловим (вітровим) і водним шляхом. Узагальнення і аналіз існуючих в наш час гіпотез походження лесів дозволяє сказати, що процес формування лесових порід складається із двох етапів: а) нагромадження мінерального пилуватого осаду, що може відбуватись різними шляхами, і б) перетворення накопиченого осаду в типових лес, тобто просадну породу.

На картах та розрізах *еолові* відклади позначаються індексом (v) і зафарбовуються в жовтий колір.

### 3.1.3. Геологічна діяльність поверхневих вод

Поверхневі води на земній поверхні утворюють тимчасові потоки води, постійнодіючі водотоки – річки, а також озера і болота.

**Геологічна діяльність тимчасових водотоків** полягає у площинному змиві та лінійній (яружній) ерозії гірських порід на схилах. Тимчасові водотоки формуються в результаті випадання дощу і танення снігу. Атмосферні опади, випадаючи на поверхню Землі, виконують певну геологічну роботу. Краплі дощу і талі води частково просочуються в підстелюючі породи, а частково, у вигляді струминок, стікають в пониження рельєфу, змиваючи на своєму шляху дрібні уламки порід. Це – **п л о щ и н н а е р о з і я**. Вона призводить до накопичення біля підніжжя схилу дрібного уламкового матеріалу, який називають *делювіальними* (від лат. «deluo» – змиваю) відкладами. Такі відклади мають індекс (d) і зафарбовуються в оранжевий колір.

Яружна ерозія розвивається на схилах під дією тимчасових лінійних водостоків, які виникають в результаті інтенсивних дощів і танення снігу. Яри являють собою глибокі крутосхилі виміюни, утворені тимчасовими водостоками на схилах, складених слабкими породами (леси, глини, суглинки та ін.). Початок яру (його найвища частина) називається *вершиною*, а місце впадіння в долину річки або вихід його на рівнину – *гирлом* (рис. 3.1). Це активні ерозійні форми схилового рельєфу, які безперервно розвиваються (збільшується довжина, глибина врізу, утворюються бічні «притоки» – *відвершки* тощо).

Найактивнішою частиною яру є його вершина, за рахунок розмиву якої (відступаюча або регресивна ерозія) яри постійно збільшують свою довжину і глибину. За сприятливих умов вони можуть вийти за межі схилу, на якому були започатковані, і врізатися у простори межиріч, сягаючи довжини у сотні метрів і навіть у кілька кілометрів (головний стовбур Костянецького яру на Канівщині перевищує 18 км).

Розвиток ярів, їхні розгалуження ведуть до поступового знищення схилів, відчутно скорочуючи площі сільськогосподарських угідь



Рис. 3.1. Яра в плані та його елементи

та створюючи загрози руйнування будівель і комунікацій. В той же час сама господарська діяльність створює додаткові передумови для розвитку яружної ерозії.

Серед основних чинників яротворення відзначимо:

1. Особливості геологічної будови схилу, у першу чергу – наявність малостійких до розмиву порід (лесоподібні, глинисті, карбонатні інженерні ґрунти).

2. Особливості клімату, насамперед – нерівномірність і зливовий характер атмосферних опадів.

3. Низьке положення *базису ерозії* – лінії, нижче якої дно яру не заглиблюється. Її положення зумовлене перевищенням абсолютних позначок дна ярів відносно рівнів води в місцевих водоймах.

4. Інтенсивна господарська діяльність, особливо розорювання схилів, знищення лісів тощо.

Яри ростуть вершиною і відвершками в бік вододілів. Зародження ерозійних форм починається біля підніжжя схилу – там, де енергія спрямованого водотоку найбільша. Тут формуються *ерозійні вибої* (рос. – «рытвины»). Глибина вибоїв переважно від 0,3 до 1,5 м, а ширина – від 0,5 до 5 м. За глибиною їх поділяють на мілкі – до 0,7 м і глибокі – більше 0,7 м. Такий поділ зумовлений технічними можливостями боротьби з їх утворенням, про що буде сказано далі.

Згодом відбувається переростання вибоїв у яри. По них вода стікає з численних дрібних улоговин, які всі разом створюють так званий *водозбірний басейн*.

Поздовжній профіль дна вибою, який має по всій довжині невелику глибину, повторює профіль схилу річкової долини чи балки. Яр своїм дном вривається у схил значно більше і тому його профіль буде увігнутим (рис. 3.2). Після того, як утворилася промоїна (або вибоїна), починається формування яру, у розвитку якого виділяють 3 стадії: 1) вривання висячого яру (його гирло знаходиться на схилі) вершиною; 2) вироблення профіля рівноваги; 3) затухання. Оскільки яри бувають довжиною у кілька кілометрів, вздовж нього можна спостерігати різні стадії його розвитку: у верхній частині – першу стадію, в середній – другу, а в нижній – третю.

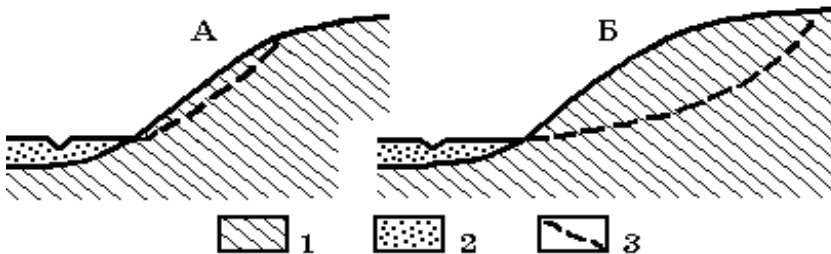


Рис. 3.2. Поздовжні профілі вибою (А) та яру (Б). 1 – корінні породи схилу; 2 – алювіальні відклади заплави; 3 – профілі дна ерозійних форм



*Стадія врізання висячого яру* вершиною починається після того, як у його вершині утворюється крутий або навіть вертикальний перепад повздовжнього профіля. З цього моменту яр росте вверх проти течії в результаті обвалів і розмиву пухких порід. Стрімкий потік води падає з висоти кілька метрів, утворюючи *котел вибивання*. Утворений над ним карниз через деякий час обвалюється і поки утвориться новий котел – породи інтенсивно розмиваються потоком. У такий спосіб (*регресивна ерозія*) яр може вирости до кількох км у довжину. В цей час відбувається також розмив яру у ширину (*бічна ерозія*) і у глибину (*глибинна ерозія*). По мірі зменшення площі водозбірного басейну ріст яру уповільнюється і біля вододілу регресивна ерозія припиняється (відсутній потік).

*Стадія утворення профіля рівноваги* починається відтоді, коли яр, поглиблюючись, втрачає своє висяче гирло – тобто після того, як він перестав бути висячим. А це означає, що гирло доходить до рівня *місцевого базису ерозії* і нижче не врізається. Місцевим базисам ерозії може бути рівень водосховища, озера, річки, дна балки тощо. Відстань між стінками у верхній частині поперечного профіля яру в цей час все більше розширюється і він стає V-подібним.

*Стадія затухання яру* характеризується повільним зменшенням крутизни стінок, розширенням його дна за рахунок меандрування (зміщення) водного потоку, поступовим заростанням схилів травою, чагарниками і деревами, початком формування ґрунтового покриву. Після закінчення цієї стадії яри перетворюються у балки.

Ступінь прояву яружної ерозії визначають за процентом площі під ярами; сумарною довжиною ярів на 1 км<sup>2</sup>; кількістю ярів на 1 км<sup>2</sup> та ін.

Швидкість росту ярів різна. В одних регіонах вона може бути в середньому 2 м на рік, в других 40–60 м, нерідко ріст досягає 80–100 м на рік, а іноді і до 200–250 м. Це залежить від порід, у яких розвиваються яри, кількості і характеру опадів, особливостей рельєфу, рівня освоєння земель (розораності), швидкості підняття земної кори тощо.

В гирлі яру накопичуються промиті тимчасовими водними потоками несортовані різноуламкові відклади, які накопичуються у вигляді дельтоподібного *конусу виносу*. Відклади конусів виносу називають *пролювіальними* (від лат. «proluvium» – промивання). Пролувій індексується буквою (*p*) і зафарбовується в палево-жовтий колір

*Заходи захисту від яружної ерозії* впроваджуються залежно від стадії її розвитку.



На першій стадії – вирівнюванням оранкою чи дорожньою технікою та засипанням вручну промоїн (вибоїн). А якщо навколо ерозійного вибою уже утворились схили, то їх найкраще засіяти багатолітніми травами. Коли вони уже стали великими – рекомендується робити плетені загороди (з кілків і гілок) або загати з будь-яких міцних порід (вапняків, пісковиків, тощо). І оскільки ці ділянки з орної площі уже виключаються, навколо них висаджують дерева.

На другій стадії для захисту від яружної ерозії будуються розпилювачі потоків (вали, валики, канали), водовідвідні і швидкотічні лотки, підпірні стінки у верхів'ях яру, на дні споруджуються загати і плетені загороди та висаджуються дерева підібраних видів. Потрібно зробити все, щоб припинити, перш за все, глибинну ерозію, яка в цій стадії найбільш активна.

На третій стадії в ярах зводяться донні споруди, потрібні для того, щоб не допустити меандрування потоку (а значить і бічного розмиву) та для накопичення пухких наносів, які покращують ріст насаджених на дні яру дерев. Регресивну ерозію зупиняють залізобетонними лотками – швидкоходами. Схили закріплюються висадкою дерев і кущів, засіваються трави, виположуються стінки яру (бульдозерами) до кругизни природної рівноваги (35–40°), а потім (в разі потреби), строго горизонтально виробляються тераски.

**Геологічна діяльність річок** полягає в ерозії річкою поверхні земної кори, а також перенесенні і накопиченні (аккумуляції) річкового уламкового матеріалу. Річки в процесі свого розвитку виробляють річкові долини, в будові яких можна виділити такі елементи (рис. 3.3): *русло* річки – частина долини, зайнята річковими водами, *тераси* – відносно горизонтальні ділянки, які розташовані уступами по висоті в межах від дна до брівки долини.

З формою, розмірами і морфологією русла істотно відрізняються одне від одного. Проте, у їх будові простежуються і спільні риси, серед яких найбільш типовою є чергування в руслах рівнинних річок відносно неглибоких ділянок (перекатів) та заглиблень (плесів).

Тераса, яка знаходиться в межах дна долини і заливається водами річки під час повеней, називається *заплатою*. Тераса, яка знаходиться безпосередньо над дном долини (заплатою), вважається *першою надзаплатною терасою*, наступна за нею вгору – *другою* і т.д.

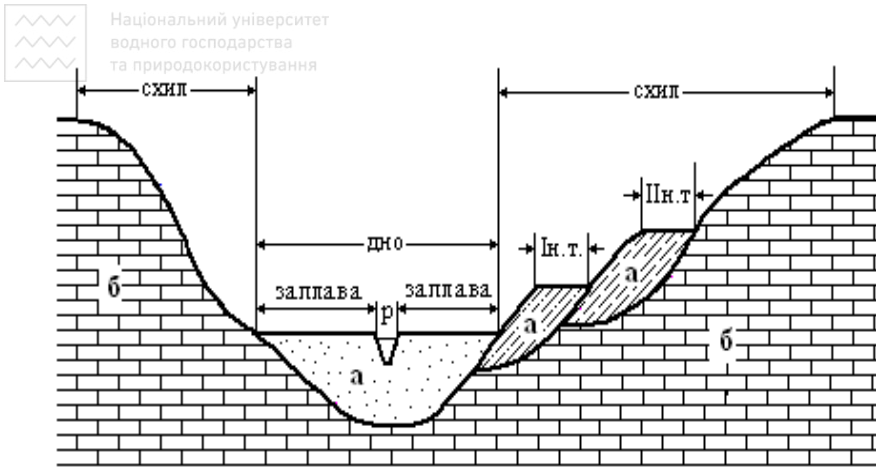


Рис. 3.3. Будова долини гірської річки в поперечному розрізі: а – алювіальні відклади, б – корінні породи, І н.т. – перша надзаплавна тераса, ІІ н.т. – друга надзаплавна тераса

В плані річки рідко течуть прямолінійно, вони часто змінюють напрямок своєї течії і утворюють звивини русла – так звані *меандри*. Внаслідок безперервного руйнування ввігнутого берега меандри набувають форми петель, які в період повені можуть прориватись і утворювати *старорічища*. В результаті меандрування річки долина розробляється в ширину – збільшується довжина і зменшується уклон річки і, природньо, зменшується її швидкість.

Річковими водами переносяться уламки зруйнованих гірських порід і мінералів різного розміру: від глинистих, пилуватих і піщаних часток до гальок і валунів залежно від швидкості води в річці. Вони переносяться річкою вниз за течією до тих пір, доки не зменшиться швидкість течії, акумулюються утворені при цьому відклади, які називаються *алювіальними* (від лат. «алювіо» – нанос). Характерними рисами алювіальних відкладів є хороша обкатаність і сортованість уламкового матеріалу. На картах алювій позначається індексом (*a*) і зафарбовується в світло-зелений колір.

На перших етапах після виникнення ріки мають невироблене річище, яке порівняно слабо врізається у підстеляючі гірські породи. В міру розвитку річки величина врізу поступово збільшується, проте повздовжній профіль ще довго зберігає нерівності (пороги, водоспади

тощо). Це – *стадія юності річкової долини*. Подальше врізання русла призводить до поглиблення річкової долини і поступового формування увігнутого поздовжнього профілю річища. При цьому темпи вертикального врізання уповільнюються, поступаючись місцем бічному розмиву. На цьому етапі одночасно з річищем починає формуватися заплава річки. Річкова долина входить у *стадію зрілості*. У подальшому переважання бічного розмиву призводить до розширення заплави, блукання ріки по звивистому (меандруючому) річищу, уповільнення течії води. Починається *стадія старості* у розвитку річкової долини.

**Геологічні процеси в долинах річок.** Долини річок віддавна використовуються для забудови. В просторі, який займають річкові долини, інженерно-геологічні умови змінюються в дуже широких межах – від сприятливих до малосприятливих і цілком несприятливих для будівництва. Тут мають місце підтоплення і затоплення території, розвиток ерозійних та гравітаційних процесів, поширення заболоченості, слабких ґрунтів, відбуваються також часові сезонні зміни цих умов. Річкові долини загалом є місцями інтенсивної і складної взаємодії літосфери з поверхневою та підземною гідросферою і атмосферою, відбувається постійний перерозподіл ґрунтових фаз – від повного водонасичення до пересихання ґрунтів.

Ділянки територій в долинах рівнинних рік на сучасному етапі, особливо в межах великих міст, інтенсивно використовуються в містобудівних цілях – забудовуються заплавні тераси з використанням наливних технологій для захисту від затоплення і підтоплення, схили і прилеглі до них ділянки з проведенням спеціальних протиерозійних та протизсувних заходів.

На рис. 3.4 подаються схематичні план і геологічний розріз фрагменту долини рівнинної ріки, де виділені основні геоморфологічні елементи з характерною геологічною будовою та гідрогеологічними умовами. Виразно виділяється асиметрія долини – правий берег підвищений з редукованими терасами, лівий понижений, терасований. Всі елементи долини взаємопов'язані і взаємозалежні – зміни інженерно-геологічних умов в одному місці долини призводять до певних наслідків в іншому. Так, наприклад, бокова ерозія, підмив берега спричиняє активізацію схилових процесів, які, в свою чергу, суттєво впливають на гідрогеологічні і гідрологічні процеси, на співвідношення ерозії та акумуляції в річкових долинах, ступені диференціації алювіальних відкладів.

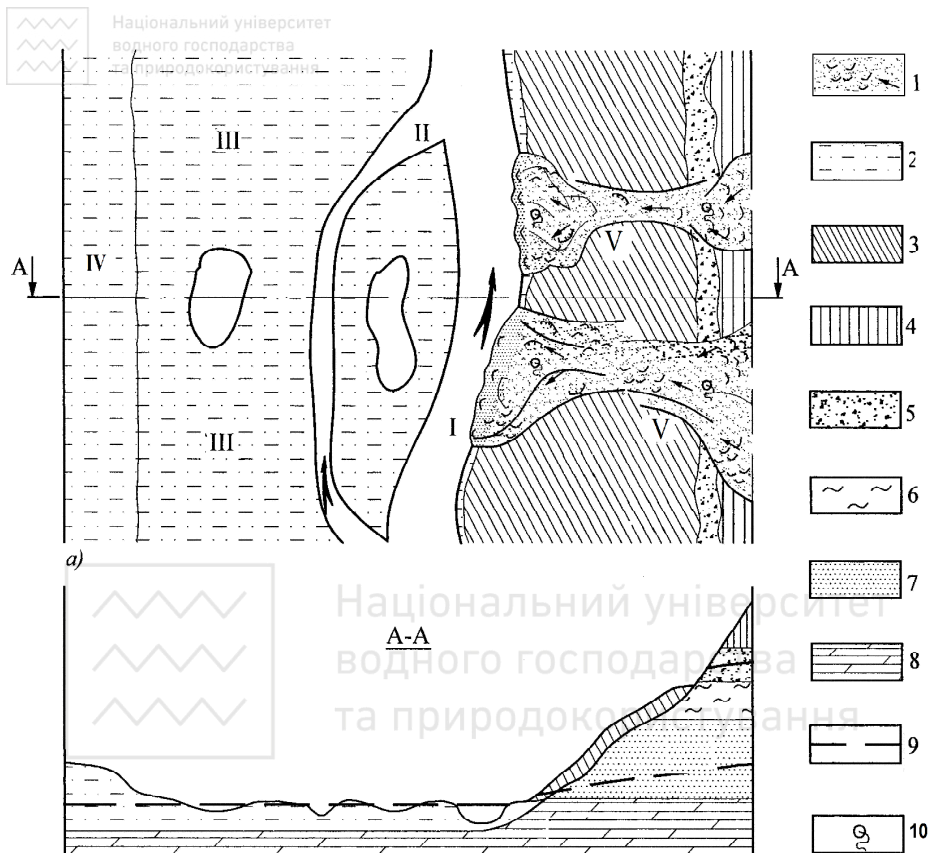


Рис. 3.4. Будова фрагмента долини рівнинної річки (за Демчишиним М.Г., Анацьким О.М із змінами): а) план; б) переріз;  
 I – основне русло; II – меандр; III – заплава; IV – перша надзаплавна тераса;  
 V – яри, що розчленяють схил; 1–5 – четвертинні відклади  
 (1 – делювіально-пролювіальні, 2 – алювіальні, 3 – схилкові, 4 – еолові,  
 5 – водно-льодовикові); 6–8 – корінні породи (6 – неогенові глини,  
 7 – неогенові та палеогенові піски, 8 – палеогенові мергелі); 9 – рівень  
 підземних вод; 10 – джерела

Морфометричні параметри схилів долини визначають швидкості стоку поверхневих вод в русло ріки, посилення чи послаблення ерозійно-гравітаційних процесів на схилах, а значить і надходження продуктів розмиву зі схилів на дно долини, відкладення їх в річищі і на заплавах

терасах. Потужні алювіальні відклади, що накопичуються в долинах рік, вміщують водоносні горизонти, які безпосередньо зв'язані з поверхневими водами.

Заплави як частина дна річкових долин на рівнинах займають досить значні площі, їх ширина може змінюватись від сотень метрів у верхів'ї ріки до кількох десятків кілометрів у пониззях. Заплавні території багатьох рівнинних рік меліоровані та інтенсивно використовуються під забудову, особливо в межах населених пунктів. Основним обмеженням їх використання є затоплюваність при повенях і паводках, заболоченість, поширення слабких ґрунтів.

Розміри річкової заплави мають суттєве значення для рівневого і витратного режиму ріки. В періоди високих вод заплави затримують велику кількість води для того щоб пізніше віддати її в ріку, виступаючи таким чином природним регулятором водного режиму ріки.

Умови використання і будівництва на заплавах болотних в значній ступені залежать від їхньої структури, яка визначається: а) потужністю болотних відкладів і особливо потужністю лінз, шарів і умов залягання торфу; б) складом і консистенцією торфу та інших болотних відкладів; в) рельєфом мінерального дна боліт.

Захист від затоплення та підтоплення територій на заплавах і будівництво на них стають можливими при підвищенні рівня рельєфу шляхом наміву алювіальних пісків. Потужність намитого шару пісків коливається від 2 до 9 м. Намиви здійснюються з підводних руслових кар'єрів та кар'єрів на заплаві річок, які в природних умовах з поверхні перекриті відкладами мулу, що мають незначну несучу спроможність.

На заплавах річок в значних об'ємах видобувається прирусловий алювій (галька, гравій, пісок). Його виїмки суттєво впливають на природній перебіг руслових процесів.

Схили річкових долин є місцем прояву ерозійно-гравітаційних процесів. Ці процеси проявляються частіше всього у вигляді зсувів тісно пов'язаних з яружною ерозією, особливо на бортах коротких ярів, що розчленовують схили долини основної ріки. Зміщеннями охоплюються значні обсяги четвертинних порід на бортах ярів і по їх тальвегах.

У верхній частині схилів, де переважають частіше всього лесові ґрунти, спостерігаються обвали крутих (50–70°) уступів, їх розмив. В середній частині схилів деформаціями і рухом охоплюються схилі відклади – елювіально-делювіальні та зсувні, яружний пролювій в ярах, що розчленовують схил. Відмічались також зсуви, що захоплюють глинисті шари в нижній частині схилів, а також часткові деформації

конусів відкладення (виносу) при повторних зсувах. З освоєнням таких схилів під забудову ці явища активізуються.

Зсувні зміщення порід на схилах відбуваються також внаслідок їх підрізки при планувальних роботах і при закладанні кар'єрів.

**Геологічні процеси в зонах впливу водосховищ.** При створенні водосховищ в долинах річок на берегах, а також на ділянках їхнього розташування і в зоні, що прилягає до них, змінюється природний стан геологічного середовища – створюються так звані зони затоплення, підтоплення і впливу водосховища. В прибережній частині водосховища відбувається підйом рівня ґрунтових вод, порушується стійкість схилів, які були стійкими до затоплення чаші водосховища водою. Після заповнення водойми в береговій зоні відбувається вироблення нового, стійкого в нових умовах, схилу. Це веде до руйнування порід у береговій смузі. В зону затоплення, підтоплення і перероблення берега можуть попасти населені пункти, сільськогосподарські угіддя, різні підприємства і природно, виникає необхідність перенесення їх в безпечні місця або проведення укріплення берегів водосховища.

**Затоплення** в зоні впливу водосховища в основному пов'язано з паводками і повеннями, що періодично відбуваються переважно на заплавних територіях. Відповідно нормативних документів території населених пунктів і великих промислових підприємств не повинні затоплюватись повеннями 1% забезпеченості; інші території не повинні затоплюватись паводками 2% забезпеченості; при захисті тимчасових підприємств (з термінами експлуатації 10–15 років) необхідно передбачати захист ділянок від паводків 10% забезпеченості. Захист цих територій від затоплення здійснюється обвалуванням незатоплюваними і затоплюваними дамбами.

**Перероблення берегів водосховищ** зумовлюється поєднанням дії різних факторів: кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних і гідрогеологічних.

З кліматичних факторів основну роль в процесах перероблення берегів грає сила і напрямок вітру, а також коливання температури повітря, які впливають на вивітрювання гірських порід, що складають берег.

Гідрологічні фактори представлені величиною підйому рівня води у водосховищі, амплітудою його коливання, висотою вітрових хвиль та наявністю течій.

Велике значення мають і геоморфологічні фактори, оскільки ступінь і інтенсивність перероблення берегів залежать від ухилу самих

берегів. Встановлено, що при інших рівних умовах круті береги переробляються сильніше.

Стійкість берегів водосховищ дуже залежить від складу порід і умов їхнього залягання. Найбільш стійкими від розмивання є скельові та напівскельові породи. Менш стійкі береги, котрі складені щільними дочетвертинними глинами. Дуже нестійкі береги, що складені розсипчастими четвертинними піщаними породами, суглинками і особливо супісками та лесами. Нестійкими берегами є і ті, на котрих поширені зсуви, обвали, осипні нагромадження і опливини.

Гідрогеологічні умови також мають вплив на руйнування берегів водосховищ, особливо у випадках наявності гідравлічного зв'язку ґрунтових вод з водами водосховищ. Заповнення водосховища водою викликає підпір ґрунтових вод, а швидке зниження рівня в ньому створює гідродинамічний тиск, котрий понижує стійкість берегової смуги.

На стійкість берегів впливає наявність деревної і кущової рослинності, а також конфігурація берегів в плані, господарське освоєння прибережної території тощо.

Інтенсивність перероблення берегів водосховищ з часом затухає, найбільшою величини вона досягає в перші 2–3 роки. Залежно від природних умов через 10 і більше років береги водосховища досягають профілю рівноваги.

Одночасно з руйнуванням берегів у водосховищах відбувається *аккумуляція* продуктів руйнування і того уламкового матеріалу, який приноситься течіями. Замулення водосховищ має негативне значення і нерідко викликає необхідність проведення додаткових заглиблювальних робіт.

Крім перероблення берегів водосховища, у прилеглий до нього смузі суші іноді утворюється *зона підтоплення*. В цій смузі капілярна зона або дзеркало ґрунтових вод, внаслідок підйому їхнього рівня від напору з боку водосховища, досягають денної поверхні. З часом такі площі вимагатимуть осушувальних меліорацій.

Підтоплення є результатом дії трьох видів води: верховодки, власне ґрунтових і напірних вод.

Верховодка утворюється над шарами (лінзами) водотривких чи слабопроникливих ґрунтів, що залягають неглибоко від поверхні, над якими в періоди підвищеної водності, обумовленої природними або техногенними чинниками, накопичуються води, що можуть формувати

замкнутий басейн, бути нерухомими або рухатися за нахилом водотривкого шару до місця виходу на поверхню або до водоприймача.

Рівень води перших від поверхні водоносних горизонтів має тенденцію до зростання в зв'язку з ускладненнями умов фільтрації води, виникнення баражного ефекту при влаштуванні фундаментів, порушенням умов поверхневого стоку, поганою експлуатацією водних комунікацій, будівництвом гребель і каналів в населених і промислових районах.

Високий рівень ґрунтових вод і контакт їх з фундаментами в основах будинків і споруд, а також з трубопроводами різноманітного призначення викликає корозійний процес в бетонних, залізобетонних та інших елементах споруд, а також деформації основ під ними, що в свою чергу викликає деформації та руйнування споруд.

Одною із форм захисту фундаментів і підземних частин будинків та споруд, що знаходяться в зонах підтоплення або капілярного зволоження є гідроізоляція – цементно-піщана, асфальтова, обмазочна і оклеєчна, з використанням синтетичних плівок.

Поряд з гідроізоляцією широко застосовуються водознижуючі дренажні споруди, які в різноманітних комбінаціях дають можливість збирати і відводити воду від підземних частин будинків та споруд, або здійснювати перехват підземних потоків, направлених до місць, де вони можуть призвести до небажаних і шкідливих наслідків (надмірне зволоження ґрунтів, фільтраційні руйнування схилів та укосів).

В сейсмічних районах у зв'язку із спорудженням водосховищ виникає загроза збільшення сейсмічної активності. Вода з водосховища поповнює підземні водоносні горизонти, внаслідок чого в них зростає пластовий тиск. Вода також проникає у зміщувачі розривних порушень і відіграє в них роль змазки, завдяки чому відбувається швидке розвантаження тектонічних напруг по розломах і провокуються землетруси.

**Геологічна діяльність озер.** О з е р о м називається природне, заповнене водою заглиблення в земній корі, яке не має зв'язку з океаном. Геологічна діяльність в озері проявляється в *абразії* – руйнуванні хвилями берегів і накопиченні в озері осадового матеріалу. Теригенний матеріал нагромаджується в результаті твердого стоку річок і розмивання берегів озера. Значними є і хімічні осади – солі, сполуки заліза, алюмінію, марганцю тощо. З органічних відкладів часто утворюються мули. Для невеликих озер зони помірного клімату характерні відклади *сапронелю* (від грець. «*σάπιος* (сапрос)» – гнилий і «*πηλός* (пелос)» –



глина) – гнильного мулу. Матеріалом для його утворення служать водорості, комахи, черв'яки, риби. Залишки відмерлих організмів гниють на дні при обмеженому доступі кисню і перетворюються в чорний мул, який складається з органічної речовини та глинистого, кременистого або вапнякового матеріалу. Відклади озер позначаються індексом (*l*) (від грец. «λίμνη (лімне)» – озеро) і зафарбовуються в світло-блакитний колір.

**Геологічна діяльність боліт.** Б о л о т а – перезволожені ділянки суші, вкриті шаром торфу потужністю не менше 0,3 м (при меншій потужності торфу перезволожені території називаються

з а б о л о ч е н и м и з е м л я м и). Розрізняють болота низинні, верхові і перехідні.

Н и з и н н і болота зароджуються в долинах річок, на місцях старорічищ і різних типів озер. Першою ознакою заболочування озера є поява на його берегах болотної рослинності (осоки, очерету, *гіпнового* моху тощо), яка згодом розростається, відмирає і перетворюється на т о р ф. Живляться такі болота, в основному, за рахунок підземних вод. При піднятті підземних вод до поверхні відбувається заболочування земельних угідь.

В е р х о в і болота утворюються на вододільних ділянках з достатньою кількістю атмосферних опадів. Рослинність таких боліт представлена, в основному, білими (*сфагновими*) мохами. Ці болота розвиваються в умовах живлення виключно атмосферними водами.

Відклади боліт мають індекс (*b*) і зафарбовуються в брунатний колір.

Будівництво на заболочених територіях, як правило, має виконуватись після їх осушення, а інколи після планування відсипкою або наливом глинистих, піщано-гравійно-галечних і щебнистих ґрунтів. Таким чином непридатні для забудови заболочені території перетворюються в придатні для забудови великими житловими масивами і промисловими закладами, проте слід враховувати, що умови будівництва капітальних споруд на спланованих і осушених територіях залежать також від особливостей складу, стану і властивостей порід мінерального дна боліт.

Болота і заболочені ділянки часто неможливо обійти при прокладці лінійних споруд – доріг, трубопроводів, ліній електропередач. Основні вимоги при проектуванні лінійних споруд на болотах: а) має бути забезпечена надійність основ; б) встановлена і по можливості знижена величина осідання; в) забезпечено закінчення інтенсивної частини осідання в заданий термін; г) виключені недопустимі пружні деформації

насипів при русі транспорту. Насипи для полотна доріг залежно від типу заболоченості, виду і значення комунікацій можуть влаштовуватись за різними схемами, що передбачають доведення насипу до мінерального дна або ущільнення болотних відкладів.

**Геологічна діяльність морів.** Морські хвилі руйнують гірничі породи берегів. Цей процес отримав назву абразія (від лат. «abrasion» – зішкрябування, збривання). Швидкість руйнування берегів залежить від їхньої форми, літологічного складу, а також від сили морського прибою. Під час шторму сила удару хвилі досягає величезних значень. В районі м. Сочі вона досягла  $18 \text{ т/м}^2$ , а на берегах Франції були зареєстровані удари хвилі силою  $60 \text{ т/м}^2$ .

Інтенсивність руйнування берегів зростає, якщо в роботі морських хвиль приймають участь уламки порід. Руйнування морських берегів триває тисячоліттями і веде до того, що вони відступають у бік суші на віддаль, яка стає недосяжною для морських хвиль. Смуга суші, яка знаходиться між водою і береговим уступом, називається пляжем. Пляж служить захисною смугою, що оберігає берег від руйнування. Береги із розсипчастих порід руйнуються значно швидше, ніж скельові. Продукти руйнування йдуть на утворення пляжу і на нівелювання нерівностей берега.

Для захисту морських берегів від ерозії на них зводять захисні споруди, які діляться на пасивні і активні. До споруд пасивного захисту відносяться ті, які безпосередньо стають перешкодою дії на берег морських течій та хвиль. Споруди активного захисту змінюють характер протікання процесів в береговій зоні. Для захисту берегів від розмиву застосовуються берегові стінки: із каменю, бетону, залізобетону і сталі; берегові покриття: кам'яні, бетонні, залізобетонні і асфальтобетонні, штучні пляжі з піску, насадження рослинності, берегові хвилерізи, буни і різноманітні комбінації цих видів захисту.

Геологічна діяльність моря проявляється не лише в руйнуванні берегів, а і в утворенні осадів. Морські відклади за походженням, як і осадові породи, поділяються на уламкові (теригенні), хемогенні та органогенні.

Теригенні відклади складаються з уламків, які поступають в море з суші. Накопичення їх відбувається по всьому морському дну, але різко переважає в прибережній зоні і в області шельфу. Хемогенні відклади накопичуються переважно в області шельфу. Органогенні відклади утворюються у всіх областях морського дна. Крім зазначених типів осадів, на морському дні накопичуються продукти вулканічної

діяльності, космічний пил, а також уламковий матеріал, принесений айсбергами.

Всі четвертинні морські відклади позначаються буквою (*m*) (від лат. «*marinus*» – морський) і зафарбовуються в блакитний колір.

В зоні берегового прибою, там де морські хвилі досягають дна, відбувається повільне переміщення часток уламкового матеріалу, котрий біля похилих берегів може утворювати обмілини, коси, пересипи. Пересип відокремлює від моря гирло річки і при опусканні прибережних ділянок утворюються *лимани*.

Акумулятивні форми у вигляді довгих смуг, утворених піщано-гравійно-гальковими наносами, які підняті над рівнем моря і проходять паралельно до берега, називають *барями*. Бари відділяють від моря великі мілководні ділянки, котрі називають *лагунами*. Це, як правило, відбувається при піднятті прибережних ділянок. Лиманні та лагунні відклади є перехідними від морських фацій (від лат. «*facies*» – лице, вигляд) до континентальних.

### 3.1.4. Геологічна діяльність льоду і льодовиків

У високих широтах земної кулі, де температура повітря опускається нижче 0° С, вода в природі існує у формі снігу та льоду. В екваторіальних широтах сніг і лід можна зустріти лише на вершинах високих гір (в Гімалаях – на 6000 м). Границя, вище якої сніг не розтає за літній період, називається *сніговою лінією*. В напрямку від екватора до полюсів відмітки снігової лінії понижуються і приблизно біля границь Гренландії і Антарктиди доходять до рівня моря.

Сніг, як і пісок, здатний до перевітання, внаслідок чого на схилах, захищених від вітру, утворюються потужні снігові маси, які можуть при потепліннях сходити в вигляді *снігових лавин*. Лавини сприяють накопиченню уламкового матеріалу в долинах. Маси свіжого снігу з часом ущільнюються, його частинки оплавлюються під дією сонячних променів і перетворюються в зернистий лід – *фірн*. В останній просочуються снігові води і, замерзаючи, цементують його, утворюючи суцільний прозорий *глетчерний лід*. На утворення 1 м<sup>3</sup> глетчерного льоду йде біля 11 м<sup>3</sup> снігу.

Величезні маси природного льоду називаються *льодовиками*. Ними вкрито біля 11% поверхні суші. Границі льодовиків непостійні, в останні роки їх площа поступово скорочується. Льодовики виконують величезну руйнівну роботу. Під час свого руху (швидкість приблизно в 10 000 разів

менша від швидкості течії річки) льодовик проорює береги і дно ложа. Цей процес називається *екзарацією* (від лат. «exaratio» – виорювання). Руйнування посилюється, якщо в льодовик впаяні уламки твердих порід. Такий «армований» льодовик перетирає, царапає і полірує скельні породи, які зустрічаються на його шляху і загрожує будівельним спорудам.

В геологічному минулому на Землі було кілька епох крупних зледеніннь. Під час наймолодших з них утворились гляціальні і флювіогляціальні четвертинні відклади, більшість з них є дисперсними інженерними ґрунтами і мають широке застосування у будівництві.

Уламки порід, котрі переносяться або відкладаються льодовиком, називаються *мореною*. Покривний лід вміщує морену всередині тіла льодовика, або біля самого низу. У гірських льодовиків морени бувають *поверхневі, внутрішні, донні, серединні і кінцеві* (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Типи морен: *а* – в розрізі, *б* – в плані; 1 – поверхнева, 2 – середина, 3 – внутрішня, 4 – донна, 5 – кінцева

Усі види морен, крім кінцевої, називаються *рухомими*. При рівномірному таненні льодовика рухома морена поступово опускається і відкладається у вигляді камінних гряд, витягнутих за напрямком його руху. Відкладена морена, на відміну від рухомої, називається *основною*. Основна морена складається з щебеню, гравію, гальки, валунів, брил, а також з піщаного та глинистого матеріалу. Якраз така різномірність і невідсортованість матеріалу і властива моренним відкладам. Позначаються *гляціальні* (від лат. «glacies» – лід) відклади індексом (*g*) і зафарбовуються на картах четвертинних відкладів в світло-брунатний колір.

При таненні льодовиків утворюються талі води, котрі, стікаючи в пониження, наповнюють річки, що протікають серед льодовикових берегів. Захоплюючи з льодовика морену, річки сортують її і відкладають, утворюючи *флювіогляціальні* (від лат. «fluvius» – річка і «glacialis» – льодяний) *відклади*. Флювіогляціальні відклади представлені глинами, пісками, гравієм, галькою. Глини утворюються переважно в прильодовикових озерах.

На місці відступившого льодовика флювіогляціальні відклади утворюють різні форми рельєфу, серед яких слід виділити ози, ками і зандри.

*Ози* (від швец. «asar» – хребет, пасмо) – витягнуті в напрямку руху льодовика гряди з хвилястими та вузькими гребенями. Складаються з добре відсортованих пісків, гравію і гальки. Вважають, що ози утворюються з руслових осадів на поверхні льодовика.

*Ками* (від нім. «Kamm» – гребінь) – піщані горби висотою до 12 м, безсистемно розкидані серед кінцевих морен. Складені добре відсортованими пісками з домішками гравійних та глинистих часток. Вважають, що ками утворились з осадів крупних котловин, які раніше знаходились на поверхні льодовиків.

*Зандри* (від дат. «sandur» – пісок) – великі хвилясті піщані поля, які простягаються перед кінцевими моренами. Утворились в результаті злиття між собою конусів виносу окремих водно-льодовикових потоків, складені пісками з великою кількістю гравію і глини. Значне поширення зандри мають в Українському Поліссі. Флювіогляціальні відклади позначаються буквами (*fg*) і зафарбовуються в зелений колір.

***Інженерно-геологічні явища, пов'язані з мерзлотою.*** В районах розповсюдження багаторічної мерзлоти спостерігаються інженерно-геологічні явища, які своїм походженням зобов'язані різким змінам температури повітря і стану гірських порід. Серед цих явищ, що називаються криогенними (від грец. «кр'ю» (кріо) – холод, лід), широке розповсюдження мають *деформації здимання* – збільшення об'єму пилувато-глинистих та іноді піщаних порід при промерзанні водонасиченого діяльного шару. Здимання є наслідком утворення кристалів льоду за рахунок замерзлої в породах води. Воно виражається у локальному піднятті денної поверхні, а разом з нею – наземних будівельних споруд і комунікацій.

Здимання може відбуватись впродовж однієї зими або роками і називається відповідно сезонним і багаторічним. Сезонне здимання

пов'язане з тимчасовим замерзанням води у діяльному шарі на незначну глибину, а багатогорічне, крім того, охоплює і більш глибокі шари порід.

Здимання може бути причиною пошкодження різноманітних споруд. До деформацій споруд ведуть як самі здимання, так і нерівномірні осідання після відтанення ґрунтів в основі споруди. Внаслідок здимання часто виникають горби здимання, які інколи досягають декількох метрів висоти. У високих широтах з «вічною мерзлотою» формування горбів може відбуватись впродовж декількох років. Пояснюється воно двома причинами: 1) промерзанням надмерзлотої води і утворенням льоду у товщі діяльного шару і 2) напором води і ґрунтової маси, які підіймаються знизу і здимають верхні мерзлі шари гірських порід. Горби здимання, утворені за рахунок проникнення води, називають *гідролаколитами*. Після відтанення льодистого ядра на місці горба утворюється пониження, в якому розвиваються мочажини.

### 3.1.5. Геологічна діяльність підземних вод

Підземні води, рухаючись в порах і пустотах порід, за певних умов можуть розмивати і розчинювати породи. Іноді процеси розмивання і розчинення відбуваються одночасно. Розмивання виявляється в тому, що рухома вода захоплює дрібні частки породи і виносить їх з собою. В скельних породах вода розмиває стінки тріщин і пустот. Однак в основному розмиваюча дія підземних вод проявляється на нескельних породах. Внаслідок винесення водою найдрібніших фракцій, пористість породи збільшується, як збільшуються і розміри самих пор. Зрозуміло, що чим більші розміри пор, тим більші розміри фракцій, які можуть бути винесені через ці пори.

Розмивання породи супроводжується її розчиненням. Розчинюються всі породи без винятку; одні з них надзвичайно повільно, а інші – порівняно швидко. Процес розчинення порід залежить від ступеню мінералізації води. Внаслідок розчиняючої і розмиваючої дії підземних вод на гірські породи виникають явища, що називаються *суфозією* і *карстом*.

Підземні води зумовлюють динамічну активність водонасичених тонкодисперсних ґрунтів, що називається *пливуном*, а також в силу особливостей хімічного складу здійснюють руйнівний вплив на будівельні конструкції.

**Суфозія** (від лат. «suffosio» – підкопування, підмивання) – це процес механічного і хімічного руйнування та виносу рухомими підземними водами окремих компонентів і крупних мас дисперсних ґрунтів й зцементованих уламкових порід, що веде до осідання земної поверхні.

Основною причиною суфозії слід вважати виникнення в підземних водах значних сил гідродинамічного тиску та перевищення величини деякої критичної швидкості руху води. Це викликає відривання у водоносних породах мінеральних часток та винесення їх в завішеному стані. Завішування часток відбувається при *критичному градієнті* ( $I_{кр}$ ), який можна вирахувати за залежністю

$$I_{кр} = (\rho_s - 1)(1 - n) + 0,5n, \quad (3.1)$$

де  $\rho_s$  – щільність часток уламкової породи (піску) (про цей параметр ми дізнались раніше),  $n$  – пористість в частках одиниці.

Гідродинамічний тиск ( $D$ ), який діє по дотичній до депресійної кривої, визначають за формулою

$$D = \rho_w \cdot n \cdot I, \quad (\text{г/см}^3), \quad (3.2)$$

де  $\rho_w$  – густина води, котра дорівнює 1,  $n$  – пористість породи в частках одиниці,  $I$  – гідралічний градієнт.

Суфозії найчастіше піддаються неоднорідні породи. Процес суфозії в різнозернистих пісках відбувається таким чином. Пісок складається з часток різного розміру – великих і дрібних. Крупні частки складають структурний каркас породи. Пори між крупними частками досить великі і через них під дією рухомої води вільно проходять дрібні частки (глинисті, пилуваті). В пісках, як правило, суфозія починається при критичному градієнті більшому 5.

Суфозія відбувається порівняно повільно (роки, десятки років), але вона дуже поширена в природі і проявляється в різних формах. Наприклад, якщо в нижній частині схилу спостерігається вихід водонасичених піщано-галькових порід і має місце проявлення суфозії, то ці породи, особливо в зоні розвантаження підземних вод, внаслідок винесення дрібних часток збільшують пористість і щільність їхня зменшується. Це часто викликає їхнє ущільнення під дією вищезалігаючих мас порід, в котрих при цьому виникають тріщини, зони послаблення. Якщо суфозія розвивається під спорудами, то це може викликати значні і нерівномірні осідання, деформації і руйнування.

Суфозія часто є причиною утворення оповзів, провалів та «степових блюдць». Вона може різко змінити водопроникливість порід

та викликати утворення промитих шляхів поступлення підземних вод в будівельні котловани або в підземні виробки. Були випадки різкого збільшення фільтрації через тіло плотини. Суфозія часто призводить до порушення нормальної роботи дренажів та фільтрів через їхню кольматацію (вмивання дрібних часток порід в пори і пустоти заповнювачів дренажів та фільтрів).

Для захисту від суфозії потрібно припинити рух води через масив, котрий розмивається, для чого породи скріплюють твердіючими розчинами. Якщо не вдається повністю припинити рух підземних вод, то потрібно хоча б зменшити швидкість її руху і величину гідравлічного градієнта, для чого їх корегують дренажем і ущільненням водонасичених ґрунтів.

Фільтрація підземних вод може супроводжуватись не тільки розпушуванням, але і природним ущільненням ґрунту.

**Кольматація** (від франц. «colmatage», від італ. «colmata» наповнення, насипання) – процес природного проникнення або штучного внесення дрібних (головним чином колоїдних, глинистих і пиловатих) частинок і мікроорганізмів в пори і тріщини гірських порід, а також осадження на них хімічних речовин, що зумовлює зменшення їх водопроникності. Цей процес властивий палеоводонасиченим горизонтам піску, тріщинуватих крейди і мергелів, де відбувається вмивання глинистих і колоїдних частинок у водопроникні породи.

**Карст** (англ. «karst») – процес розчинення та вилуговування гірських порід поверхневими чи підземними водами і формування специфічного (поверхневого та підземного) рельєфу. Термін походить від назви вапнякового плато Карст, або Крас біля Трієсту у Словенії. Розчинюються або вилуговуються породи перш за все легкорозчинні: кам'яна сіль, гіпси, вапняки, доломіти, мергелі, крейда. А тому карст буває *соляним, гіпсовим, карбонатним*.

*Поверхневі прояви карсту* (рис. 3.6) досить чітко поділяються на так звані непокритий (рос. – «голый») і покритий карст. Непокритий карст утворюється при безпосередньому виході на поверхню порід, що карстуються (найчастіше це буває у горах, де переважають процеси руйнування), а покритий карст формується в умовах, коли карстові породи перекриваються відкладами, які не підлягають карстоутворенню. Особливою різноманітністю поверхневих форм відрізняється непокритий карст.

На поверхні Землі внаслідок розчиняючої дії атмосферних вод утворюються канавки, борозни, щілини глибиною від кількох



сантиметрів до метра. Всі ці утворення називаються карами, а площі розвитку карів – каровими полями. Серед карів зустрічаються і глибокі щілини, якими поверхневі води відводяться в горизонти підземних вод. Такі щілини називають *понорами*.

Найбільш характерними поверхневими формами прояву карсту є карстові блюдця (улоговини), розміри яких досягають сотні метрів в діаметрі і десятків метрів в глибину (такими, наприклад, є улоговини Шацьких озер на Волині).

Кількість карстових блюдець, їх розміри на тій чи іншій ділянці характеризують інтенсивність закарстованості порід. Блюдця, розташовані на невеликих відстанях одна від одної, можуть сполучатись і утворювати одну видовжену западину – сліпу долину, балку, яр, жолоб, а при великих розмірах – карстову котловину, при дуже великих розмірах – карстові поля.

Утворення карстових блюдець та інших улоговин може відбуватися: 1) шляхом вилуговування порід з поверхні по тріщинах з постійним їх розширенням і заглибленням (улоговини вилуговування); 2) при просіданні або провалі порід в результаті завалів склепінь підземних порожнин – печер (провальні улоговини); 3) при вмиванні в тріщини і порожнини пухких покрівних утворень (улоговини просочування). Можливі також сполуки і комбінації різних способів утворення карстових улоговин.

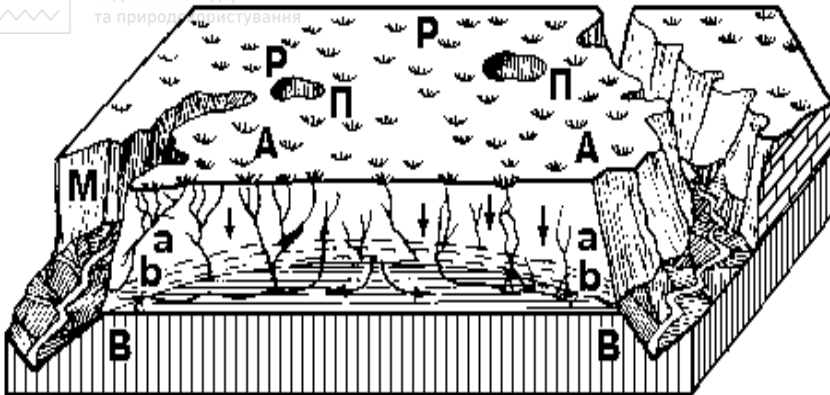


Рис. 3.6. Схема ідеального карстового масиву (за І. Щукіним). А-а – потужна вапнякова товща; В – водотривка порода; П – окремі провалля над порожнинами; Р – понори; М – каньйони; b-b – зона періодичного повного насичення з періодично діючими джерелами; (стрілки вказують напрямки циркуляції підземних вод)

*Підземні прояви карсту* – розширені розчиненням порід тріщини, каверни, різноманітні печери, розущільнені зони в товщі порід, що карстуються, зрушення залягання гірських порід в результаті їхнього обвалу над карстовими порожнинами.

Для карстового процесу (на відміну від суфозії) головним є розчинення порід і винесення з них речовин в розчиненому стані. Виникнення і розвиток карсту зумовлені здатністю порід до повного розчинення, наявністю протічної води і ступенем її мінералізації, геологічною будовою масиву, рель'єфом місцевості, тріщинуватістю порід, характером рослинності, кліматом і т.п.

Із усіх порід найкраще розчиняються водою солі (кам'яна, калійна), гіпси, ангідрити та різні вапняки. Для розчинення однієї частини кам'яної солі (котра складається з галіту) достатньо трьох частин води, а для гіпсу потрібно уже 480 частин води. Найважче розчиняються вапняки. Залежно від вмісту в воді  $\text{CO}_2$  та від температури, для розчинення однієї частини мінералу кальциту (а саме з нього складаються вапняки) необхідно від 1000 до 30 000 частин води. Так же важко розчиняються доломіти і магнезити.

Одним з основних факторів карстоутворення є дія води (атмосферної, річкової, підземної), якщо вона не має підвищеної мінералізації.

Найсильніше розчиняє породи прісна вода, а також та, що вміщує вільну вуглекислоту. У такому випадку розчиняюча дія води збільшується в багато разів. Розчиненню також сприяють підвищення температури та збільшення швидкості руху води. Вода з розчиненим сірчаноокислим кальцієм та іншими сульфатами має агресивні властивості (руйнує бетон).

Дуже важливою умовою розвитку карсту є ступінь водопроникливості порід. Чим водопроникливіша порода, тим інтенсивніше проходить процес її розчинення. Найсприятливіші умови в цьому відношенні створюються в тріщинуватих породах, особливо за наявності тріщин шириною не менше 1 мм, тому що це забезпечує вільну циркуляцію води. Вода поступово розширює тріщини в канали і печери, які розвиваються на глибину аж до водотриву або до рівня підземних вод. Нижню межу розвитку цього корозійно-ерозійного процесу називають *базисом корозії*. Ним найчастіше є рівень води у найближчій річці, озері або морі, а також поверхня водотривких порід.

Підняття або опускання карстового масиву, внаслідок рухів земної кори, викликає зміни положення базису корозії. При цьому карстовий процес або підсилюється, або послаблюється.

Ступінь закарстованості гірських порід можна оцінювати за показником закарстованості, що виражає відношення обсягів порожнин до обсягу порід, в межах якого визначено обсяг порожнин.

Оцінку ступені закарстованості виконують за даними: 1) геоморфологічних спостережень; 2) спостережень і безпосередніх вимірів карстових порожнин у відслоненнях і в самих карстових порожнинах; 3) спостережень при проходці гірничих виробок і бурових свердловин; 4) геофізичних розвідувальних робіт; 5) спеціальних гідрогеологічних і гідрологічних спостережень; 6) дослідних фільтраційних і дослідних цементаційних робіт; 7) спостережень за деформаціями споруд.

Для кількісної оцінки закарстованих територій рекомендується також визначати: а) середньорічну кількість провалів на одиницю площі, і б) середньорічну враженість карстовими провалами. Середньорічну кількість карстових провалів на одиницю площі (випадки / км<sup>2</sup>·рік), розраховується за формулою

$$P = n / Ft, \quad (3.3)$$

де  $n$  – число провалів зафіксованих на площі  $F$  за певний період часу  $t$ .

Середню враженість території карстовими провалами визначають за формулою

$$B = \Sigma f / 100 / Ft, \quad (3.4)$$

де  $\Sigma f$  – сума площ провалів, що утворились на площі  $F$  за проміжок часу  $t$ .

Особливі райони розвитку карсту складають ділянки приповерхневого залягання крейди, вапняків, кам'яної солі, гіпсу та ангідриту в межах солянокупольних структур.

Будівництво в карстових районах пов'язане зі значними труднощами, тому що породи, які піддаються карсту, є ненадійними основами для споруд. Наявність порожнин зменшує міцність і стійкість порід. Розвиток карсту може викликати недопустимі деформації і навіть повне руйнування конструкцій. Карстові провали та осідання земної поверхні над ними іноді спричиняють катастрофічні деформації і руйнування будівель. Особливо небезпечний карст для гідротехнічних споруд. Через карстові пустоти можливе витікання води з водосховищ.

При оцінці закарстованих територій з точки зору придатності їх для будівництва виділяють: 1) території стійкі і відносно стійкі, в межах яких розчинні породи слабозакарстовані і середньорічне число провалів на площі  $1 \text{ км}^2$  не перевищує 0,01, а також такі, де слабозакарстовані породи залягають на глибині понад 10 м і перекриті щільними і стійкими породами. При плануванні забудови таких територій їх закарстованість можна не враховувати; 2) території з дещо зниженою стійкістю, де розчинні породи мають підвищену закарстованість, середньорічне число провалів на площі  $1 \text{ км}^2$  досягає 0,01–0,05, товщина покривних відкладів мала бо недостатня порівняно з товщиною активної зони споруд. Рекомендується обмежувати висоту будинків і щільність житлової забудови до 20%; 3) території недостатньо стійкі характеризуються підвищеною закарстованістю порід, де середньорічне число провалів та осідань поверхні досягає 0,05–0,1 і вони проявляються часто. Будівництво будинків висотою до 5 поверхів тільки у виключних випадках, при спеціальних обґрунтуваннях можливості їх будівництва. Щільність житлової забудови до 10%; 4) території нестійкі, де розчинні породи мають підвищену закарстованість, часті провали і осідання поверхні. Будівництво капітальних будинків і споруд не допускається.

Для правильного проектування будов та споруд в карстових районах необхідні детальні інженерно-геологічні дослідження, які повинні мати комплексний характер.

*Заходи захисту від карсту* полягають в цементуванні та бітумізації порід, що карстуються. При цьому, якщо це можливо, стараються зменшити швидкість руху підземних вод, оскільки це один з активних чинників розвитку карсту. Найбільш поширені схеми протикарстового

захисту: 1) планування територій з регулюванням поверхневого стоку; 2) дренавання і каптаж обводнених порід; 3) влаштування опор (фундаментів) на породах, що не карстуються; 4) штучне ущільнення і закріплення порід; 5) влаштування профільтраційних завіс; 6) різноманітні конструктивні заходи на спорудах, що проєктуються для розміщення в карстових зонах.

**Пливунни** – водонасичені тонко- і дрібнозернисті піски, а також пилуваті суглинисті ґрунти, котрі часто вміщують органічну речовину і проявляють динамічну активність. Такі породи приходять в рух і опливають при струсі або розкритті їх будівельними і гірничими виробками, чимносять величезні ускладнення будівництву. Явище пливунності виражається в тому, що водонасичені породи приходять в рух, набуваючи властивостей дуже в'язкої рідини. Чим більше ґрунту вибирається з виїмки, тим більша його кількість поповнюється з боку дна та стінок. Пливунни поділяють на фільтраційні (псевдопливунни) і тіксотропні (істинні).

**Фільтраційні** пливунни переходять до стану пливунності під дією гідродинамічного тиску води, що фільтрується. Перехід фільтраційного пливунна до пливунного стану визначається величиною *критичного* напірного градієнта, яку дуже часто приймають чисельно рівною щільності ґрунту, завішеного в воді.

**Тіксотропні** (від грец. «τύχης (тіксіс)» – дотик і грец. «τροπή (тропе)» – поворот, зміна) пливунни спостерігаються в колоїдних системах і виникають під впливом зовнішніх факторів: поштовху, струшування, вібрації, дії ультразвуку тощо. Колоїдна система втрачає свою структуру і руйнується, а після припинення зовнішнього впливу відновлює свої первинні властивості. Явище зміни стану дисперсної речовини під впливом зовнішніх факторів називається *тіксотропією*.

При розгляданні істинних пливунів під мікроскопом, видно, що безпосередніх контактів між зернами породи немає. Коефіцієнт фільтрації таких порід мізерний і складає біля 0,01 м/добу.

Вчені експериментально встановили, що в істинних пливуннах причиною утворення колоїдної маси є діяльність особливих організмів. Досліджуючи істинні пливунни, вчені звернули увагу на те, що поверхня піщаних часток пливунна ніби з'їдена. Подальші дослідження показали, що в 1 см<sup>3</sup> пливунна вміщується до 8 млн мікроорганізмів. Ці організми з'їдають органічні і мінеральні речовини і виділяють колоїдну масу – слиз, який і зумовлює рухливість пливунного ґрунту.

Досліди по відтворенню властивостей істинного пливуну були поставлені з дрібними кварцовими пісками. Посіви колоній мікроорганізмів показали, що вже через три місяці в піску з'явилися кульки газу і утворився пливун. Через 5–8 років відмічалась чітко виражена кородованість зерен, які набували зв'язності і злипались при висиханні за рахунок появи пилюватих часток. При знищенні мікроорганізмів антисептиками порода втрачала рухливість.

Знешкодження пливунів передбачає використання наступних заходів: 1) осушення (заморожування) пливунного ґрунту; 2) знищення мікроорганізмів антисептиками; 3) механічне закріплення пливунних ґрунтів.

### 3.1.6. Геологічна діяльність сил гравітації

На територіях з розчленованим рельєфом, штучних схилах укосів і виймок ґрунтів, в гірських виробках внаслідок дії сил гравітації, зумовлених земним тяжінням і посилених або спричинених діяльністю людини, нерідко відбувається відривання, сколювання, або пластичне переміщення гірських порід дотолу під дією їхньої власної ваги. Зміщення порід можуть бути у вигляді зсувів, обвалів, осипів, опливин, лавин, селів, тощо.

**Зсуви** – це ковзаючі зміщення масивів гірських порід (ґрунтів) на схилах під дією сили тяжіння, коли зсувні зусилля більші міцності порід. Зсуви – явище досить часте і властиве для схилів долин, ярів, балок, берегів морів, гірничих виробок. В результаті зсувів деформуються і руйнуються будівлі, насипи шосейних доріг та залізниць, колодязі, труби тощо.

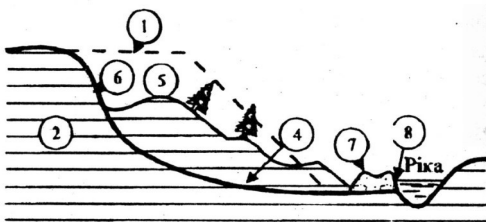


Рис. 3.7. Морфологічні елементи зсуву і рельєф зсувного схилу:

- 1 – початкове положення схилу;
- 2 – непорушений (корінний) схил;
- 3 – тіло зсуву; 4 – поверхня сковзання; 5 – зсувна тераса;
- 6 – стінка відриву зсувного блоку;
- 7 – напірний зсувний вал; 8 – уріз води в річці

Зсуви ґрунтового масиву відбуваються у вигляді його сковзання дотолу (рис. 3.7). Поверхня, якою відривається і ковзає вниз тіло зсуву, називається *поверхнею ковзання*. В однорідних глинистих породах ця

поверхня, як правило, плавна, близька до циліндричної, в неоднорідних – плоска, хвиляста або ламана (тут дає себе знати шаруватість). Місце виходу площини сковзання на земну поверхню в основі схилу чи відкосу називають підшовою зсуву, а у верхній частині схилу – вершиною. Виходи її на схилі справа і зліва від осі позначаються як борти зсуву.

Зсувами формується особливий комплекс форм рельєфу, головними елементами якого є *зсувний цирк*, обмежений стінкою відриву; *зсувний блок*, обмежений похилою зсувною терасою та крутим укосом у напрямку падіння схилу; часто біля підніжжя схилу формується *напірний зсувний вал*, що являє собою деформовані під тиском зсувної маси корінні породи схилу.

Залежно від умов формування і морфологічних особливостей виділяють різні *типи зсувів*: *детрузивні* (штовхаючі), що починаються у верхній частині схилу; *делясивні* (сповзаючі), які утворюються у нижній частині схилу; *зсуви-опливини* тощо.

Загальний вигляд зсувонебезпечних схилів має ряд характерних ознак, за якими можна встановити, що схили перебувають в нестійкому стані. В місцях відривання маси порід утворюється серія концентричних тріщин, котрі зорієнтовані вздовж схилів. За рахунок тиску оповзаючих порід утворюються вали витискування. Між валами часто накопичуються поверхневі води, котрі призводять до заболочення схилів. Часто ознакою оповзання є *терасованість* схилів, п'яний ліс та розірвані стовбури дерев. На зсувних схилах будинки і деформуються, в них утворюються тріщини, котрі мають найбільше розкриття в нижній частині споруди.

Утворенню зсуву зазвичай передують виникнення тріщин в його тілі. В верхній частині схилу біля вершини зсуву утворюються тріщини відриву – круті, орієнтовані по дузі (концентрично) або паралельно простяганню схилу. В нижній частині, біля підшови зсуву, з'являються поздовжні і косі тріщини сколу. Такі тріщини пересікають тіло зсуву поперек і орієнтовані також паралельно схилу. Дані тріщини появляються внаслідок різної швидкості зміщення мас гірських порід в тілі зсуву.

Зсуви виникають за певних умов, під якими потрібно розуміти всю сукупність природних та техногенних чинників, що порушують рівновагу мас гірських порід на схилах. Найважливіші з них наступні: 1) кут нахилу схилу; 2) наявність на схилі глинистих високопластичних (з числом пластичності  $>7\%$ ) гірських порід; 3) надмірна зволоженість схилів від опадів, підземних вод чи водогосподарських комунікацій; 4) нахил шарів порід в бік пониження схилу; 5) наявність техногенних та природних вібрацій гірських порід на схилах; 6) розорювання і підрізка

схилів людиною; 7) знищення на схилах лісів і чагарників.

Наприклад, місцевості з розчленованим рельєфом більш придатні для розвитку зсувів, навпаки, рівнинні території найменш придатні. Круті опуклі та нависаючі схили частіше піддаються зсуванню, ніж пологі.

В районах з вологим кліматом зсуви зустрічаються частіше, ніж в районах з сухим кліматом.

В межах зони впливу водойм, в глибоководній і обривистій їх частині утворення зсувів більш можливе, порівняно з пологими схилами водойм.

Стійкість зсувного схилу в значній мірі залежить і від характеру циркуляції підземних вод в його масиві. Часто саме дія підземних вод є найбільш істотним фактором зміщення земляних мас на схилі. Значну роль в утворенні оповзів на окремих ділянках схилів відіграє гідродинамічний тиск. Як відомо, він направлений вздовж фільтраційного потоку і є тим більшим, чим менша водопроникність порід. В періоди різкої зміни напірного градієнту він може стати причиною порушення стійкості мас гірських порід на схилі або нахилі. Якщо під час повені рівень води в річці різко підніметься і затопить нижню частину схилу, а потім також різко опуститься, то у водопроникних породах, особливо в слабопроникних, в цей час виникає гідродинамічний тиск при зворотній фільтрації води.

Велике значення при утворенні зсувів мають геологічна будова та літологічний склад порід схилів. Найчастіше зсуви утворюються на схилах при падінні пластів в бік схилу. Типовими зсувними породами вважають різні глинисті відклади, для котрих характерна підвищена пластичність при зволоженні. Дуже часто зсуви пов'язані з лесовими породами, особливо в місцях виходів підземних вод. При наявності в основі нашарувань гірських порід, що відслонюються на схилі, пластичних глин часто розвиваються ступінчаті (терасовані) зсуви (рис. 3.8). Із природних умов, які найчастіше сприяють виникненню зсувів, можна назвати наступні: кліматичні особливості району, гідрологічний і гідрогеологічний режим поверхневих і підземних вод, ландшафт місцевості, геологічна будова нахилів і відкосів, сучасні тектонічні рухи і природні сейсмічні явища.

Існує ціла низка методів розрахунку стійкості схилів. *Ступінь стійкості схилу* визначається співвідношенням сил, котрі прагнуть зіштовхнути масу гірських порід вниз по схилу та сил, котрі утримують ці маси. Стійкість ґрунтових мас на схилах виражається рівнянням

$$T = Ntg\phi + cF, \quad (3.5)$$



де  $T$  – зрушуючі складова ваги масиву;  $N$  – нормальна складова ваги;  $F$  – поверхня скочзання зсуву;  $c$  – зчеплення;  $tg\varphi$  – коефіцієнт внутрішнього тертя (з визначенням цих параметрів ми вже познайомимось при вивченні фізико-механічних властивостей ґрунтів).

Ступінь стійкості схилу визначається *коефіцієнтом стійкості* ( $K_{cm}$ )

$$K_{cm} = Ntg\varphi + cF/T. \quad (3.6)$$

Чисельник складає суму сил, які створюють опір виникненню зсуву, в знаменнику – зіштовхуючі сили.

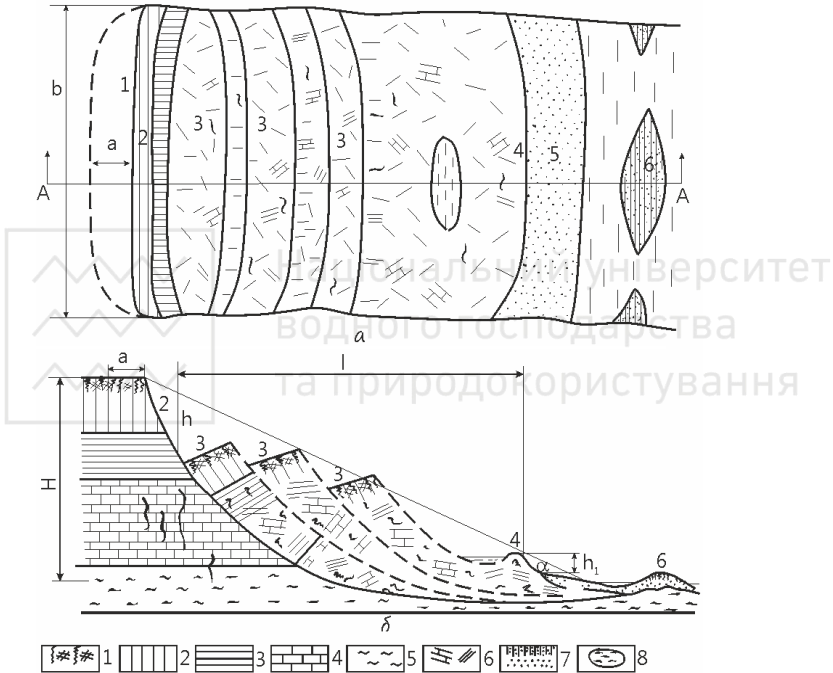


Рис. 3.8. Схема розвитку зсувних деформацій на береговому схилі при наявності в його основі пластичної глини (за Демчишиним М.Г.): а – план; б – розріз; 1 – ґрунтовий покрив; 2 – леси; 3 – глина; 4 – вапняки; 5 – глина пластична; 6 – ґрунти, що змістились; 7 – сучасні морські відклади; 8 – скупчення води на схилі. Цифри на малюнку: 1 – брівка схилу; 2 – стінка зриву; 3 – зсувні уступи (тераси); 4 – кліф; 5 – пляж; 6 – горб (вал) випирання. Букви на малюнку: Н – висота схилу; а – ширина кроку зсувного руйнування; б – ширина зсуву; l – довжина зсуву; h – висота стінки обрива;  $h_1$  – висота кліфа;  $\alpha$  – загальний кут нахилу схилу

Опір зсуву створюють зчеплення та внутрішнє тертя порід. До зіштовхуючих сил відносять вагу маси породи, розташованих на ній будов та споруд, гідростатичний та гідродинамічний тиск підземних вод тощо.

При  $K_{cm} > 1$  схил знаходиться в стійкому стані; при  $K_{cm} = 1$  цей стан називають граничною рівновагою, тобто за певних умов зсув може відбутись; якщо  $K_{cm} < 1$  – схил нестійкий, відбувається оповзання.

Варто розглянути ще один досить простий спосіб визначення стійкості схилу.

Допустимо, що породи, які складають частину природного схилу, знаходяться в стані граничної рівноваги і зміщення порід відбувається по циліндричній поверхні  $ABEC$ , описаної радіусом  $R$  з точки  $O$  (рис. 3.9). Припустимо при цьому, що опір породи зсуванню залежить лише від сил зчеплення. Проведемо з точки  $O$  перпендикуляр  $OE$ , котрий розділить зсув на дві частини: справа виявиться частина, котра сповзає (активна), а зліва – частина, котра виштовхується (пасивна частина). На оповзаючий масив діють такі сили:  $P$  – вага активного масиву  $DGABE$  з центром  $O_1$ ;  $Q$  – вага пасивного масиву з центром ваги  $O_2$ ;  $\tau$  – опір зсуву на одиницю поверхні ковзання, який визначається лише силами зчеплення;  $\Sigma\tau R$  – опір зсуву по всій поверхні сковзання  $ABEC$ .

В рівнянні моментів сил додатними будуть моменти, котрі обертають систему за годинниковою стрілкою, а від’ємними – моменти, що обертають систему в протилежному напрямку

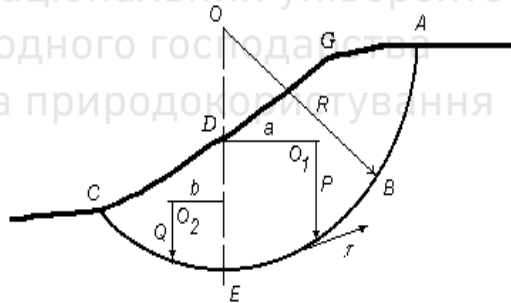


Рис. 3.9. Схема зсування схилу

$$Pa - Qb - \Sigma\tau R = 0, \quad (3.7)$$

де  $a$  – плече сили  $P$  відносно точки  $O_1$ ;  $b$  – плече сили  $Q$  відносно точки  $O_2$ .

Наведене рівняння визначає стан граничної рівноваги. Збільшення навантаження на правій частині зсуву, тобто на поверхні  $AGDEB$ , призведе до зсування ґрунтів на схилі. Збільшення ж навантаження на

поверхні *DEC* збільшить стійкість схилу, тому що зросте значення моменту сили *Qb*, яка протистоїть зсуву.

Ряд дослідників вважають, що причинами зсувів можуть слугувати три групи процесів:

1) процеси, котрі змінюють форму та висоту схилу: коливання базису ерозії річок, ярів; руйнуюча робота хвиль та текучих вод; підрізання схилів штучними виїмками;

2) процеси, що призводять до зміни будови і фізико-технічних властивостей порід, котрі складають схил: погіршення фізико-механічних властивостей за рахунок процесів вивітрювання; погіршення фізико-механічних властивостей порід за рахунок зволоження їх підземними, дощовими, талими та господарськими водами; погіршення фізико-технічних властивостей за рахунок їхнього зміщення; погіршення фізико-технічних властивостей порід за рахунок вилуговування з них водорозчинних солей та винесення часток водою з утворенням в породи пустот та ніш (суфозія);

3) процеси, котрі створюють додатковий тиск на породи, що складають схил: гідродинамічний тиск при фільтрації води в бік схилу; гідростатичний тиск води в тріщинах та порах породи; штучні статичні та динамічні навантаження на схил; сейсмічні явища.

Сходження зсувів може мати катастрофічний характер. Так, наприклад, в 1963 р. в Італії, в долині р. П'яве від сходження зсува об'ємом понад 240 млн м<sup>3</sup> загинуло близько 3 тис. людей. Катастрофа тривала не більше 7 хв. Причиною її стали несприятливі інженерно-геологічні умови на схилі в зоні його взаємодії з водосховищем.

Запобігти зсуву можна лише, ліквідувавши його причини. Залежно від факторів, які зумовлюють утворення зсувів, *заходи захисту від зсувів* можуть бути різними і їх поділяють на дві групи: пасивні та активні.

*Пасивні протизсувні заходи* є профілактичними за змістом і забороняють ті чи інші дії. Забороняється: підрізати зсувонебезпечні схили; будувати споруди на схилах та біля їхніх брівок; проводити вибухові і гірничі роботи поблизу зсувонебезпечної зони; швидкий рух транспорту; знищення рослинності на схилах; поливання земельних ділянок та скидання на схили поверхневих або підземних вод.

До пасивних відносять заходи, скеровані проти руйнівної роботи морських хвиль та річкової ерозії, замочування схилів та відкосів виїмок підземними та поверхневими водами. Поверхневі води відводять нагірними канавами і скидають їх у безпечне місце. Водовідведення часто вимагає великих матеріальних затрат. В основному воно полягає в

будівництві поверхневих дренажів, хоча інколи доводиться проходити і штольні.

*Активні протизсувні заходи* – це зведення інженерних споруд та спеціальні роботи з закріплення зсувного схилу або укосу гірничої виїмки. Ці заходи поділяють на 4 групи: 1) запобігання процесам, які викликають зсування; 2) динамічна стабілізація і утримання тіла зсуву; 3) збільшення опору порід зсуваючому зусиллю та 4) знімання зсувних ґрунтових мас до стійких корінних порід.

До активних протизсувних заходів відноситься влаштування підпірних стінок, паль-шпонок тощо. Палі-шпонки – це залізобетонні, металеві, інколи дубові стовпи, вставлені в попередньо пробурені в тілі зсува свердловини. Нижня частина цих паль входить в стійку частину схилу і утримує тіло зсува. Часто також застосовують привантажування ґрунтом нижньої частини схилу і виположують його. До активних заходів відносяться також силікатизація, цементування, електрохімічні способи закріплення ґрунтових мас тощо. Іноді застосовується знімання зсувних мас, але цей метод пов'язаний із значними матеріальними затратами. Його застосовують до невеликих зсувних тіл. Інколи тіло зсуву змивають гідромоніторами.

**Обвали** вляють собою раптове відокремлення скельних ґрунтів на крутих схилах внаслідок вивітрювання або якихось поштовхів (землетрусів, техногенних вібрацій, вибухів) чи підрізки схилів. Обвали, як правило, відбуваються в гірських районах і викликають інколи велике стихійне лихо. Маси уламків накопичуються біля підніжжя схилів і створюють завали, які часто є загрозою для будов та інженерних споруд, розташованих на цих ділянках: гідроелектростанцій, напірних водопроводів, мачт електропередач, шосейних доріг та залізниць.

Про можливість виникнення обвалів свідчать руйнівний характер схилів та наявність біля їхніх підніж обвальних накопичень. Якщо вершина схилу розчленована, гостроверха, нависає над нижньою частиною схилу, а нашарування порід падають з таким же нахилом, як і поверхня схилу, і на ній помітні свіжі сліди зміщення окремих шарів, то все це свідчить про активний обвальний процес.

Заходи захисту від обвалів зводяться до розчищення схилів від брил та проведення вибухових робіт з метою штучного обрушення. Інколи проводять цементування тріщин, влаштовують захисні сітки. Якщо ці роботи вимагають дуже великих затрат, то розглядають варіанти підземного розташування споруд або будівництва потужних перекриттів над наземними спорудами.

**Осипи** — це накопичення щебенистих уламків порід, які скотились зі схилів. Ці нагромадження звичайно приурочені до балок і лощин, по яких вони, як в руслі, зміщуються вниз. Рух осипу переривчастий: при збільшенні кількості щебенистого матеріалу кут відкосу осипу збільшується до певної межі, яка відповідає межі стійкості. Осип зміщується вниз і рухається до тих пір, доки внаслідок природного виположування укосу знову наступить рівновага і т.д. Рух осипу може початись, коли по ньому пробіжить звір, коли пройде дощ або внаслідок землетрусу.

При будівництві малі осипи розчищують, а великі стараються обійти (наприклад, при будівництві доріг) або закріпити їх фашинами, шпунтами тощо.

**Осуви** відрізняються від осипів тим, що щебенистий матеріал їх складається із суміші твердих і м'яких порід. Наявність уламків таких порід як мергелі, глини, сланці, призводить до того що осуви затримують воду, насичуються нею і починають рухатись. Звичайно спочатку раптово відокремлюється нижня ділянка тіла осуву, уворюючи обрив по границі зміщення, потім ділянка, яка залягає вище по схилу і т.д.

Способи захисту від осувів аналогічні до способів боротьби з осипами.

**Опливини** — це зміщення по схилах розріджених земляних мас. Розрідження відбувається внаслідок насичення пилувато-глинистих порід і ґрунту водою і переходу їх в текучий стан. Особливо цьому піддаються породи, котрі легко розмокають (леси, лесоподібні суглинки). Для захисту від опливин необхідно влаштовувати нагрірно-ловчі канали, які не дають можливості поверхневим та підземним водам попадати на територію схилу.

**Снігові лавини** також належать до зсувів і виникають так само, як і інші зсувні зміщення. Сили зчеплення снігу переходять певну межу, і гравітація викликає зміщення снігових мас уздовж схилу.

Великі лавини виникають на схилах 25–60° через перевантаження схилу після значного випадання снігу, частіше під час відлиги, внаслідок формування в нижніх частинах снігової товщі горизонту розрихлення.

В історії людства відомо багато лавинних катастроф. В Альпах відома страшна трагедія, яка сталася під час Першої світової війни. На австро-італійському фронті, який проходив засніженими гірськими перевалами, стихія забрала життя близько 10 тис. солдат. Найбільш лавиннонебезпечною країною вважається Швейцарія, де впродовж року

сходить приблизно 10 тис. лавин. На території України снігові лавини поширені в гірських районах Карпат та Криму.

Причини сходження снігових лавин: перенапруження снігового покрыву, різкий порив вітру, звукова хвиля, різка зміна метеорологічних умов.


Лавина, яка несе з собою десятки і сотні тисяч тонн снігу та каміння зі швидкістю майже 200 км/год спустошує все на своєму шляху. Небезпека руйнівної сили лавини полягає ще в тому, що сніговий вал жене поперед себе повітряну хвилю, а повітряний таран більш небезпечний, ніж удар снігової маси – перевертає будинки, ламає дерева, контузить і душить людей. Така хвиля повітря мало чим відрізняється від викликаного вибухом великої бомби.

Існує пасивний та активний *захист від лавин*. При пасивному захисті уникають використання лавинонебезпечних схилів або ставлять на них загороджувальні щити. При активному захисті проводять обстріл лавинонебезпечних схилів, що викликає сходження невеликих, безпечних лавин, запобігаючи таким чином накопиченню критичних мас снігу.

**Селі** – це короткочасні паводки з великою концентрацією ґрунту, мінеальних частин, каміння, уламків гірських порід (від 10–15 до 75% об'єму потоку). «Сель» (сайль) – слово арабського походження, що в перекладі означає грязекам'яний потік. За зовнішнім виглядом – це шалено вируюча хвиля, яка мчить ущелиною з великою швидкістю. Швидкість селевого потоку зазвичай становить 2,5–4,5 м/с, але під час прориву заторів вона може досягати 8–10 м/с і більше.

За складом твердого матеріалу, який переносить селевий потік, їх можна поділити на: а – грязьові (суміш води з ґрунтом при незначній концентрації каміння, об'ємна вага складає 1,5–2 т/м<sup>3</sup>); б – грязекам'яні (суміш води, гравію, невеликого каміння, об'ємна вага – 2,1–2,5 т/м<sup>3</sup>); в – водокам'яні (суміш води з переважно великим камінням, об'ємна вага – 1,1–1,5 т/м<sup>3</sup>).

Селі виникають в басейнах невеликих гірських річок внаслідок злив, інтенсивного танення снігів, проривів завальних озер, обвалів, зсувів, землетрусів. В гирлі гірської ущелини або яру сель втрачає швидкість і розтікається у вигляді дельтоподібного конусу виносу. Відклади конусів виносу називають *пролювіальними* (від лат. «proluo» – виношу течією). Пролувій індексується буквою (р) і зафарбовується в палево-жовтий колір.

 В Україні селеві потоки трапляються в Карпатах та Криму. У Карпатах найчастіше трапляються водокам'яні селеві потоки невеликої потужності, у Криму грязекам'яні потоки.

Небезпека селів не тільки в їх руйнівній силі, а й у раптовості їх появи. Засобів прогнозування селів на сьогодні не існує, оскільки наука точно не знає, що саме провокує початок сходження потоку. Однак відомо, що необхідні дві основні передумови – достатня кількість уламків гірських порід і вода. Разом з тим для деяких селевих районів встановлені певні критерії, які дозволяють оцінити вірогідність виникнення селів.

*Заходи захисту від селів* полягають в будівництві захисних кам'яних або бетонних гребель в долинах гірських річок. Будують також потоковідвідні дамби, які направляють сельові потоки в бік від населеного пункту, риють великі і глибокі басейни з метою заповнення їх цими потоками. Нерідко роблять штучні тераси на схилах гір та водовідвідні канали. В тих місцях, де виникають селі, забороняється розорювання схилів і випас худоби, яка розбиває копитами ґрунт. Дуже поширені насадження дерев і кущів, висівання трав, які своєю кореневою системою закріплюють ґрунти і зменшують їх руйнування процесами вивітрювання і ерозії. Щодо попередження селю, то технічні можливості сьогодення дозволяють установлювати в долинах річок прилади, які автоматично подають звукові сигнали про те, що почався рух сельового потоку.

Утворені в результаті оповзів, обвалів, осипів, осувів, опливин, лавин, селів *гравітаційні* відклади мають індекс (*c*) і зафарбовуються в червоно-брунатний колір.

### **3.1.7. Деформації ґрунтів в основах споруд**

Інженерні споруди і проведення будівельних робіт справляють суттєвий вплив на геологічне середовище, взаємодіють з ним і викликають нові інженерно-геологічні явища, які ускладнюють умови будівництва або можуть бути навіть небезпечними для запроектованих споруд. Це: деформація порід основи, зміни міцності порід, виникнення пливунів в котлованах, порушення стійкості відкосів, усідання глинистих порід в основах споруд в результаті висихання.

Створення глибоких будівельних котлованів для міських та промислових будівель (до 15–20 м) і для гідротехнічних споруд (до 40–

50 м) пов'язано зі значними змінами напруженого стану порід, їхніх механічних властивостей, а також режиму підземних вод.

Зсуви, і обвалення брил, в тому числі великих, – часті явища у відкосах глибоких котлованів, а виявлені ними сезонні або постійні підземні води суттєво сприяють порушенню їхньої стійкості, викликають суфозію, гідродинамічний тиск, розмочування ґрунтів, розвиток пливунів.

Розподіл і величини додаткових напружень, крім навантаження на ґрунти від маси споруд, залежать від багатьох факторів: 1) розмірів, міцності і форми фундаментів; 2) нерівномірності прикладення навантаження по площі, 3) особливостей літологічного розрізу і механічних властивостей порід; 4) положення рівня ґрунтових вод та ін.

**Просідання ґрунтів та осідання споруд.** В практиці будівництва відомі численні випадки, коли нерівномірне просідання ґрунтів призводило до осідання і порушення нормальної експлуатації споруд, до проведення додаткових закріплювальних заходів і серйозних деформацій будівель. Унікальним прикладом є нерівномірне просідання ґрунтів і крен башти в Пізі з 1186 р. до 50-х років ХХ ст. Висота башти 90 м, діаметр – 30 м. В основі цієї споруди залягають четвертинні водонасичені глинисті ґрунти. За період існування башти її осідання біля північного краю склало 120 см, біля південного – 300 см, що зумовило її нахил на 9°.

Забезпечення максимальної надійності споруд на просідних ґрунтах може бути досягнуто при повному прорізанні просідної товщі. Для палевих фундаментів, що прорізають ґрунти і впираються у непросідний ґрунт, велику роль відіграє модуль деформації шару цього непросідного ґрунту. Якщо в основі окремих паль споруди залягають однорідні за модулем деформації ґрунти, то необхідно вести розрахунок деформацій окремих паль, не допускаючи нерівномірності просідань.

На освоєних міських і промислових територіях нерідко виникає необхідність прибудови до існуючих будівель нових більш високих споруд, але з однаковим тиском на ґрунти основи. В цих випадках можливе нерівномірне осідання і крен нової будівлі внаслідок того, що глинисті ґрунти ущільнились і стали більш міцними під старою будівлею і на деякій віддалі від неї. Нерівномірне осідання будівель можливе внаслідок неоднакового висихання глинистих ґрунтів основи під гарячими цехами (доменні печі, котельні тощо).

Глибини закладення фундаментів будинків і споруд визначаються їхнім призначенням, конструкцією, інженерно-геологічними умовами, заляганням і режимом ґрунтових вод, а також сезонними деформаціями



ґрунтів основи, пов'язаними з процесами промерзання, відтанення, зволоження і висихання. При неможливості закладення фундаментів вище максимального рівня ґрунтових вод передбачаються постійно діючі дренажні пристрої, спеціальна гідроізоляція підземних частин будинків та інші заходи. Глибина сезонних змін стану і деформування ґрунтів основ визначається за даними багаторічних натурних спостережень, узагальнених у вигляді загальних і регіональних карт глибин сезонного промерзання.

У випадках неоднорідної основи, усунення нерівномірності осідання споруд може бути досягнуто: 1) закладенням фундаментів окремих частин будинку на різних глибинах, на яких знаходяться породи з приблизно однаковою або більшою несучою здатністю; 2) розширенням фундаментів, створенням піщано-гравійних подушок; 3) особливими типами фундаментів для різнодіючих частин споруд (наприклад, в тепловій електростанції: машинний зал, котельня, бункери, адміністративний будинок і т.п.); 4) зміцненням ґрунтів основи ін'єкціями цементних, силікатних та інших розчинів.

Сумарне осідання фундаменту окремої споруди ( $S$ ) визначається методом пошарового підсумовування ущільнення окремих шарів

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{p_i h_i}{E_i}, \quad (3.8)$$

де  $n$  – кількість шарів в товщі, яка стискується;  $h_i$  – потужність  $i$ -го шару ґрунту;  $E_i$  – модуль деформації  $i$ -го шару ґрунту (модуль деформації являє собою коефіцієнт пропорційності між тиском і відносною лінійною загальною деформацією ґрунту, МПа, кгс/см<sup>2</sup>);  $p_i$  – середній додатковий тиск  $i$ -го шару;  $\beta$  – безрозмірний коефіцієнт рівний 0,8.

**Осідання земної поверхні при експлуатації рідинних і газоподібних корисних копалин.** Нафта, природний газ, міжпластові води знаходяться в шпаруватих гірських породах, які складені окремими зернами мінералів, що дотикаються між собою. Проміжки між зернами (пори) та інші шпарини в породі заповнені водою, нафтою і газом. Такі родовища складаються з одного або декількох пластів, що залягають на значних глибинах. Для викачування води, нафти і газу бурять свердловини. Оскільки ці корисні копалини знаходяться в порах під тиском, вони струменять вгору. В міру того, як вони відбираються, пластовий тиск, природньо, спадає а твердий скелет породи зазнає зростаючої напруги під вагою земної товщі, що залягає вище. При цьому він може пружно чи пластично деформуватись, ніби-то зминатись, що

часто супроводжується осіданням земної поверхні і деформацією наземних споруд. Такі явища спостерігаються в місцях функціонування крупних водозаборів підземних вод, над родовищами нафти і газу, що активно експлуатуються.

Таким чином, усі інженерно-геологічні процеси як природного, так і природно-техногенного генезису змінюють фізико-механічні властивості гірських порід, що призводить до різкого зниження головного критерію оцінки стійкості території, а саме, несучої здатності приповерхневих зон породних масивів. У свою чергу це призводить до різкого здорожчання різних видів будівництва чи обмеження його можливої реалізації.

У цих умовах основною задачею є прогнозування і моделювання розвитку інженерно-геологічних процесів у природних та техногенних умовах, а також розробка систем випереджуючих природоохоронних заходів.

### **3.2. Оцінка проявів екзогенних геологічних процесів**

Для оцінки стану еколого-геологічних умов території необхідно володіти інформацією про ураженість її різними типами ЕГП та про можливість поширення і активізації певних типів ЕГП за межами ураженої частки цієї території [29; 30].

Оцінка ураженості території окремим типом ЕГП на регіональному рівні виконується в межах інженерно-геологічних районів або ділянок, що мають певні умови розвитку ЕГП. При детальних дослідженнях може бути виконана оцінка ураженості окремої спеціально виділеної території, але вона виконується з урахуванням регіональної, характерної для даного інженерно-геологічного району (ділянки) ураженості. Ураженість певним типом ЕГП оцінюється відношенням площі, ураженої цим процесом, до загальної площі інженерно-геологічного району (ділянки) в відсотках або в частках одиниці.

Таким чином, основним критерієм стану екологічних умов геологічного середовища стосовно ЕГП є ураженість кожним окремим типом ЕГП.

Активність кожного типу ЕГП є допоміжним критерієм і оцінюється відношенням кількості активних проявів цього ЕГП до загальної кількості існуючих його проявів в межах території, що досліджується.

Ці критерії еколого-геологічного стану існують з 80-х років минулого століття і дозволяють не тільки оцінювати еколого-геологічні умови на час виконання робіт, а й прогнозувати їх зміни.

Для повної оцінки екологічного стану території необхідно передбачати можливі зміни його в просторі та часі. Більш складною, ніж оцінка ураженості на момент досліджень, є оцінка можливості розвитку кожного типу ЕГП в просторі і часі. Складність її полягає в тому, що оцінка можливості виникнення окремого типу ЕГП повинна виконуватися окремо для кожного процесу і з урахуванням впливу, як постійних, так і змінних у часі чинників.

Отже, для оцінки екологічного стану геологічного середовища в межах певної території (окремого аркуша, інженерно-геологічного району, ділянки тощо) необхідні дані щодо ураженості її кожним із небезпечних екзогенних геологічних процесів (зсуви, обвали, підтоплення, карст, осідання та просідання земної поверхні, абразія, ерозія, селі), активності цих процесів у часі і можливості виникнення нових проявів певного типу ЕГП під впливом постійних і змінних у часі природних та техногенних чинників.

Для вирішення цього питання виконується районування території, яка досліджується, за умовами просторового розвитку кожного типу ЕГП з оцінкою районів (ділянок) відносно можливості виникнення ЕГП та зумовлених їм НС.

Стан еколого-геологічних умов кожної території, що досліджується, оцінюється також рівнем ризику виникнення надзвичайних ситуацій, відповідно до рівня її ураженості ЕГП за показниками, наведеними в таблиці 3.1.



Критерії ризику виникнення надзвичайних ситуацій,  
зумовлених розвитком екзогенних геологічних процесів [30]

Критерії	Одиниця виміру	Класи стану			
		норма I	ризик II	криза III	катастрофа (лихо) IV
1. Враженість території небезпечними екзогенними геологічними процесами	%	до 5	5–25	25–50	більше 50
2. Складність інженерно-геологічних умов	-	нескладні, можливий локальний захист від ЕГП	складні, інженерний захист потрібен на окремих площах	дуже складні, інженерний захист потрібен всюди	систематичне проявлення катастрофічних явищ

### 3.3. Оцінка техногенного впливу на геологічне середовище

Високий рівень техногенного навантаження обумовив комплексні зміни геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов, які в ряді регіонів призвели до стійкого погіршення природної обстановки. Довготривалий розвиток промисловості, нераціональне використання природного потенціалу суттєво впливають на стан довкілля. Основною характеристикою такого нераціонального розвитку є концентрація і розміщення крупних промислових і сільськогосподарських комплексів на обмежених територіях. Все це призводить до змін функціонування природних ландшафтів, виникнення необоротних змін водних систем тощо.

Пропонується при регіональних еколого-геологічних досліджень техногенний вплив на геологічне середовище характеризувати за

функціональним призначенням територій (природокористуванням), наявністю і характеристиками промислових об'єктів, промвузлів, промрайонів, вплив яких картується і картографується в регіональному масштабі, а також за допомогою модуля техногенного навантаження.

Зміни природного середовища спричиняються внаслідок забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, джерел питної води. Тому, як вже зазначалося вище, в процесі регіональних еколого-геологічних досліджень необхідно послідовне дослідження джерел та осередків забруднення, ґрунтів, порід зони аерації, підземних вод.

Забруднення атмосфери внаслідок роботи чисельних підприємств різних галузей промисловості спричиняє негативний вплив не тільки внаслідок безпосереднього контакту із забрудненим повітрям, але за рахунок випадіння забруднювачів і, як наслідок, забруднення ґрунтів і вод. Просторовий масштаб такого впливу змінюється в широких межах в залежності від характеристик джерел забруднення та об'єктів впливу. Необхідно пам'ятати, що при виконанні регіональних еколого-геологічних досліджень вивченню підлягають ті об'єкти, встановлений вплив яких спричиняє забруднення ґрунтів та підземних вод.

При визначенні еколого-геологічного стану ґрунтів необхідно пам'ятати, що концентрація забруднюючих речовин від окремих локальних джерел достатньо швидко зменшується з відстанню та залежить від ряду технічних характеристик. Максимальні концентрації фіксуються на відстані біля 20 висот труб. В крупних ПМА відбувається накладення забруднення від окремих джерел, загальна площа негативного впливу може наближатися до площі самої агломерації. Небезпека забруднення ґрунтів токсичними хімічними речовинами визначається можливістю її негативного впливу на суміжні компоненти довкілля (рослинність, воду, повітря), а через них до трофічних ланцюгів. Особливу небезпеку становить забруднення підземних вод, коли шкідливі компоненти через ґрунти та породи зони аерації досягають їх рівня. Про техногенні об'єкти та системи, вплив яких встановлюється в регіональному масштабі, бажано мати таку інформацію:

- загальні відомості (тип підприємства, галузь промисловості тощо);
- використання земельних, водних, сировинних, паливно-енергетичних ресурсів;



- характеристика рідких, твердих, газоподібних промислових відходів, які надходять в навколишнє середовище, ступінь їх очищення, дані про елементи-забруднювачі і їх кількість;

- наявність очисних споруд;
- характеристика водовикористання і водовідведення.

Крім того, для обґрунтування техногенного навантаження необхідно в першу чергу керуватися такими відомостями:

- місця скиду рідких відходів (балка або рельєф місцевості, безпосередньо у річки, водойми, ставки–накопичувачі промстоків, поля фільтрації тощо);

- наявність забруднення ґрунтового шару;

- наявність встановлених видів забруднення гідросфери в районі функціонування техногенних об'єктів (зростання мінералізації, хімічне, бактеріологічне, радіоактивне забруднення ґрунтових, міжпластових та поверхневих вод).

За статистичними даними до загального переліку підприємств, негативний внесок яких у формування екологічної обстановки за рахунок викидів у повітряний басейн найбільш відчутний, відносяться, здебільшого, підприємства, що виробляють електроенергію, газ та воду, виробничі об'єкти обробної і добувної промисловості. До промислових об'єктів, які здійснюють негативний вплив на окремі компоненти ГС, відносяться, в першу чергу, шахти, кар'єри, скиди стічних вод, відстійники, хвостосховища, нафто- та газопроводи, накопичувачі промислових, побутових, сільськогосподарських стоків чи відходів, меліоративні системи, канали, тваринницькі комплекси, склади отрутохімікатів та добрив, склади і місця зберігання та поховання шкідливих і токсичних відходів, звалищ побутового сміття, відвали кар'єрів.

В регіональному масштабі для характеристики техногенного навантаження на геологічне середовище можна використовувати інтегральний показник – модуль техногенного навантаження, тобто суму викидів в атмосферу, рідких скидів і твердих відходів (тис. т (м<sup>3</sup>) на км<sup>2</sup> за рік) відповідно [29], який дозволяє скласти загальне уявлення про рівень техногенного впливу.



### 3.4. Оцінка ураженості території небезпечними геологічними процесами та явищами

водного господарства  
та природокористування

Серед небезпечних геологічних процесів найбільший вплив на морфогенез рельєфу мають еолові, флювіальні, карстові, суфозійні процеси та антропогенне перетворення рельєфу.

Еолові процеси включають розвіювання пісків та вітрову ерозію ґрунтів. Розвіювання пісків – один з найхарактерніших процесів рельєфоутворення на Поліссі. Розвіюванню піддаються піски всіх генетичних типів, розміщених на припіднятих ділянках рельєфу і незакріплених рослинністю. Особливо часто охоплені процесами розвіювання піски еолового і делювіально-еолового генезису пізньогонеоплейстоценово-голоценового віку, що призводить до майже повного руйнування позитивних форм рельєфу. Вітровій ерозії сприяє нерациональне антропогенне втручання. Надмірне осушування поліських земель меліоративними роботами привело до видування торфових, мулистих, пилюватих і глинистих частинок з пухких ґрунтів і торфовищ. Видуванню пилюватих частинок з ґрунтів сприяють розорані моренні і лесові пагорби біля населених пунктів Козлиничі, Старий Чарторийськ, Верхи, Покаців та інші.

Флювіальні процеси на ділянках активізації висхідних неотектонічних рухів виражені у площинній та лінійній ерозійній діяльності водних потоків. Площинна ерозія найбільш проявлена на ділянках крутосхилів, які тяжіють до кінцево-моренних пасм і пагорбів та середньо-, та сильнорозчленованого рельєфу Волинської лесової височини.

Лінійна ерозія в річкових долинах проявляється в таких елементах рельєфоутворення, як ерозійні уступи, переzagлиблені ділянки річок, меандри тощо. Деякі елементи флювіального рельєфу: випрямлені відрізки русел та тилових швів річкових долин, різкі зміни напрямків долин, що співпадають із віддешифрованими на МАКЗ лініаменами, можуть трактуватися як тектонічні порушення.

На міжріччях лінійна ерозія проявляється на схилах вузькими улоговинами, які донизу переходять в глибокі яри. Яроутворенню найбільш піддаються форми рельєфу, складені породами з високим вмістом пилюватих частинок та з досить крутими схилами. Ділянки з розвиненою яружною системою розташовані на схилах кінцево-моренних пасм і пагорбів в околицях сс. Арсеновичі, Цміни, Козлиничі, Старий Чарторийськ. В межах Волинської лесової височини в більшості

яри складають лише верхів'я балок, лише по периметру Кадищенської локальної позитивної неотектонічної морфоструктури, яри досягають довжини в 2–5 км з прямовисними, урвистими стінками і глибиною до 10–15 м.

Карст в межах аркуша має широкий розвиток через карстування карбонатних верхньокрейдових порід, які залягають на незначних глибинах на більшій частині території. Представлений як глибинними, так і поверхневими формами. Глибинний карст виявлений в процесі геологозйомочних робіт у північній, північно-східній частинах аркуша розвинений у вигляді пустот, виповнених піщано-глинисто-карбонатною масою, та карстових воронок, виповнених еоценовими, олігоценовими відкладами. Поверхневий карст, представлений воронками і, ускладненими суфозійними процесами, блюдцеподібними западинами, приурочений до площ високоцокольного залягання верхньокрейдових порід, переважно на ділянках, що відчують неотектонічні підняття. Воронки, в плані ізометричної або овальної форми, мають круті ( $30^{\circ}$ – $40^{\circ}$ ), часто біля верхньої бровки прямовисні, урвисті борти та, зазвичай, заболочене або залите водою днище. Розміри воронок від кількох метрів до 150–250 м в поперечнику, глибина – 1–2, іноді до 4–5 м. В сс. Озеро і Пісочне воронки повністю зайняті карстовими озерами. Блюдцеподібні западини значно більші за розмірами (до 300 м в поперечнику) і більш мілкі (0,5–1 м), з плоским, іноді заболоченим днищем. Найбільше карстових форм рельєфу зафіксовано між сс. Козлиничі – Пісочне – Шкурат; Тростянець – Озеро. Глибинний і поверхневий карст у карбонатних верхньокрейдових породах в межах промайданчика Рівненської АЕС під впливом антропогенного втручання інтенсифікувався і становить певну загрозу як для АЕС, так і м. Кузнецовськ.

Техногенні морфоскульптури представлені численними кар'єрами, дамбами, меліоративними системами, промайданчиками, транспортними комунікаціями тощо. Кар'єри в межах аркуша неглибокі, не займають великих площ (1–1,5 км<sup>2</sup>), використовуються для видобування піщаних, глинистих і карбонатних порід. Лише північніше, північно-західніше с. Байківці піщаний кар'єр більший (4 x 1 км) і глибиною до 6–7 м. Для понижених ділянок рельєфу характерні лінійні техногенні форми рельєфу – осушувальні меліоративні канали різного розміру, спрямлені ділянки водостоків різної водоносності тощо. Значні за розміром (в декілька квадратних кілометрів) площі займають промайданчики Рівненської АЕС, Луцьких автомобілебудівного і підшипникового заводів, елеваторів та деревообробних підприємств.



## РОЗДІЛ 4. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ОЦІНКА ЕСГС НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК)

### 4.1. Фізико-географічна характеристика

Територія аркуша М-35-VIII (Луцьк) площею 5208 км<sup>2</sup> розташована (рис. 4.1) переважно у південно-східній частині Волинської області (Ковельський, Маневицький, Рожищенський, Луцький і Ківерцівський адміністративні райони), на сході і півдні частково належить до Рівненської області (Володимирецький, Костопільський, Рівненський і Млинівський райони). Обмежена географічними координатами 25°00'–26°00' східної довготи і 50°40'–51°20' північної широти.

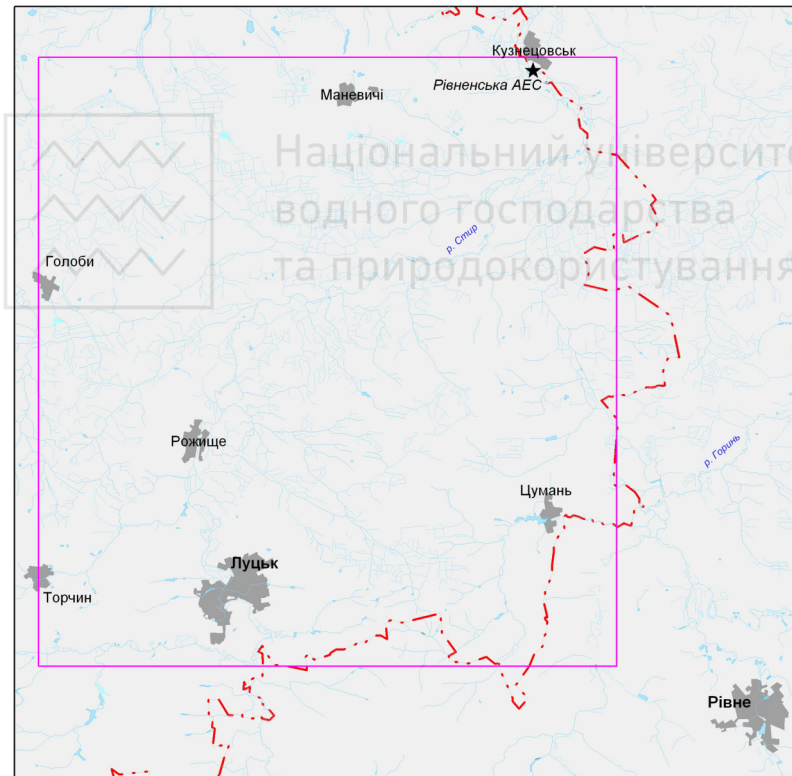



Рис. 4.1. Позиція території екологічних досліджень геологічного середовища басейну р. Стир в межах аркуша М-35-VIII

 В орографічному відношенні більша за площею (близько 80%) частина території, що охоплює північ та центр аркуша, належить до полого-хвилястої моренно-зандрової рівнини Волинського Полісся в межах Південно-Поліської пластово-аккумулятивної низовинної рівнини, ускладненої моренними і крейдовими пагорбами, еоловими горбисто-грядовими акумуляціями, озерними ваннами та заболоченими низинами; південна – розташована в межах Волинської лесової денудаційної височини, яка характеризується полого-горбистим рельєфом, різко зрізаними долинами річок і струмків, балками і ярами.

Волинське Полісся характеризується незначним розчленуванням рельєфу, відносно перевищення вододільних ділянок над днищами долин коливається від 1 до 10 м, в місцях поширень крайових льодовикових утворень та в перехідній смузі до Волинської височини – до 20–30 м. Абсолютні відмітки денної поверхні змінюються від 160,1–160,4 м (у північній частині) до 190–210 м (в південній частині), тобто спостерігається незначний нахил денної поверхні в північному, північно-східному напрямках. В межах цієї частини території спостерігається значна залісненість (до 60%) і заболоченість (до 30%). Заболочені землі інтенсивно меліоровані.

Волинська лесова височина здіймається над Поліссям на 20–70 м, над заплавами річок – до 90 м. Її абсолютні відмітки досягають 220,0 м (в перехідній смузі до Волинського Полісся) – 246,9–253,5 м (біля південної рамки аркуша) і також спостерігається пологий нахил цієї частини території в північному напрямку. Рельєф лесової височини характеризується глибокими (20–50 м) врізами річкових долин, густою яружно-балковою мережею. В межах Волинської височини залісненість території слабка, заболоченість спостерігається лише в заплавах річок, днищах балок і ярів.

Гідрографічна мережа території аркуша досить розгалужена. З півдня на північ територію пересікає р. Стир, розділяючи її практично навпіл, і є найбільшою водною артерією (нижче за течією від м. Луцьк є судохідною) та належить до басейну р. Прип'ять. Також до цього басейну належать р. Стохід та рр. Путилівка і Стубла (ліві притоки р. Горинь). Ширина перелічених річок від 10 до 50 м, глибина від 1 до 4–5 м, в р. Стир до 6–7 м. Вріз русел річок в заплави в межах Волинської височини складає до 2–4 м, на Поліссі – 1–3 м, в північній частині території місцями не перевищує 1 м. Інші річки (Жоринь, Оконка, Конопелька, Лютиця, Черногуска, Полонка, Серна) є притоками р. Стир,

малі (ширина до 10 м, глибина до 1–2 м), мають незначний вріз русел і спокійну течію, на більшій частині своєї протяжності каналізовані.

На території аркуша широко поширені озера льодовикового, карсто-льодовикового, алювіального походження, більшість з них зосереджені у північній частині аркуша, в т. ч. і найкрупніші – Лісовське, Повурське, Озерянське. Береги озер низькі (0,5–1,0 м над урізом води), переважно заболочені.

Клімат території помірно-континентальний, з теплим літом, м'якою зимою і значною кількістю атмосферних опадів. Середньомісячна температура найхолоднішого місяця (січня) становить  $-4^{\circ}$ – $-5^{\circ}$ , мінімальна –  $-33^{\circ}$ , найтеплішого (липня) –  $+18^{\circ}$ – $+20^{\circ}$ , максимальна –  $+37^{\circ}$ . Середня кількість опадів 600–700 мм, навесні часто спостерігаються повені, влітку при інтенсивних дощах – паводки. Сніговий покрив тримається 100–120 днів, середня висота його 20–35 см. Для зими характерні часті відлиги до повного танення снігу. Вітри на території переважають західні і північно-західні.

Густота населення території нерівномірна, найменша спостерігається на Поліссі, більш густо населені райони вздовж лівобережжя рр. Стохід і Стир, найгустіше заселена південна частина території, в межах Волинської лесової височини. Найбільші населені пункти: обласний центр м. Луцьк, районні центри Маневичі, Рожище, Ківерці, смт. Голоби, Колки, Цумань, Олика, Торчин, залізничні станції Поворськ, Чарторийськ (розташована в с. Цміни), Рафалівка, Переспа, Олика (розташована в с. Дерно), Клевань.

Місто Луцьк є крупним промисловим центром та транспортним вузлом північно-західної України, в якому розвинені машинобудування (в тому числі автомобілебудівний та підшипниковий заводи), будівельна індустрія, легка, лісопереробна і харчова промисловість. На північному сході території аркуша розташована Рівненська АЕС, на якій зайняте населення м. Кузнецовськ. В інших містах і селищах розташовані переважно підприємства з переробки сільськогосподарської продукції, обслуговування транспортних, електро- і телекомунікаційних мереж, деревообробної та гірничовидобувної (будівельної сировини і торфу) промисловості.

Сільське населення зайняте, в основному, у сільському і лісовому господарствах, рибальстві, а також у сферах послуг, торгівлі, частина його щоденно зайнята в найближчих містах і райцентрах.

Основною галуззю сільського господарства в Поліській частині території є молочно-м'ясне тваринництво, що зумовлено великими

площами пасовищ і сінокосних угідь на заболочених землях, в заплавах річок і струмків. Основними сільськогосподарськими культурами є картопля, жито, ячмінь, льон. В південній частині території поряд з тваринництвом розвинуте зернотварне виробництво, із сільськогосподарських культур поширені також пшениця, кукурудза, хміль.

На території аркуша розташовані Оконський форелевий розплідник та ряд крупних риборозвідних господарств: Маневицьке, Рафалівське, Соф'янівське, Цуманське, Лиценське.

В межах аркуша добре розвинута мережа шляхів сполучення. Через неї проходять лінії залізничних шляхів: Здолбунів – Ківерці – Брест, Київ – Ковель, Луцьк – Львів, автомагістралі міждержавного значення: Київ – Рівне – Брест, Київ – Ковель – Варшава, Луцьк – Устилуг – Люблін, Луцьк – Львів – Краковець, Брест – Луцьк – Тернопіль, обласного значення: Луцьк – Турійськ, Луцьк – Любешів. Усі районні центри з'єднані з обласним центром і між собою шосейними дорогами з асфальтовим покриттям. На всій території широко розвинута мережа місцевих автошляхів з покращеним покриттям.

#### 4.2. Оцінка будови геологічного середовища

В геоструктурному відношенні територія аркуша належить до центральної частини Волино-Подільської плити і охоплює суміжні ділянки Волино-Подільської монокліналі, Волинського палеозойського підняття та Львівського палеозойського прогину.

В геологічній будові території приймають участь стратифіковані кристалічні породи фундаменту, які належать до палеопротерозою, та численні мезопротерозойсько-неопротерозойські і фанерозойські стратони, характерні для потужного чохла Волино-Подільської плити. Поверхня кристалічного фундаменту похило занурюється в західному і південно-західному напрямках, в тих же напрямках збільшуються і потужності платформного чохла, від 950 до 3070 м. Докембрійські утворення чохла належать до рифею та вендської системи; фанерозойські відклади представлені кембрійською, ордовицькою, силурійською, девонською, крейдовою, палеогеновою, неогеновою та четвертинною системами.

Сучасний тектонічний каркас території є результатом складної (вікової та просторової) взаємодії, в тому числі з успадкуванням крупних різновікових регіональних структур. В межах та на рівні

палеопротерозойського фундаменту це Осницько-Мікашевицький вулканоплутонічний пояс, в межах якого за геофізичними даними виділяються два блоки: Луцький та Мощанський, розділені Горинською глибинною тектонічною зоною. В межах та на рівні рифейської частини платформного чохла це Волино-Поліський палеопротегин як складова частина Волино-Оршанського авлакогену. Нижньовендські трапові комплекси в структурі південно-західної частини Східно-Європейської платформи частково успадковують авлакоген, але поширюються далеко за його межі. В подальшому розвитку тектонічної будови території провідну роль відіграв Дністровський перикратонний прогин як фрагмент крайової структури Східно-Європейської платформи. В межах аркуша прослідковуються фрагменти окремих більш пізніх за віком структурних елементів Дністровського перикратону: Волинського палеозойського підняття та Волино-Подільської монокліналі. Західна й південно-західна частини аркуша належать до північно-східної частини Львівського палеозойського прогину.

#### **4.2.1. Палеопротерозойський кристалічний фундамент**

Кристалічний фундамент території гетерогенний. Він складений метаморфічними, ультраметаморфічними, інтрузивними та метасоматичними комплексами, вивченими дуже слабо, в основному, геофізичними методами.

Вивчення формаційних особливостей і просторових співвідношень нижньодокембрійських комплексів Волино-Поділля свідчить про наявність в межах регіону двох типів цих комплексів. Так, північно-західніше Стохід-Могилівської зони розломів розвинутий протогеосинклінальний тип, який був сформований на океанічному субстраті. Цей тип складає Центрально-Білоруську складчасту систему, яка розділяє, за даними білоруських геологів, праматерики Феноскандію та Сарматію. Південно-східніше Могилів-Стохідської зони розломів розвинутий протоплатформний тип докембрійських комплексів, який характерний для Осницько-Мікашевицького вулканоплутонічного поясу.

#### **4.2.2. Осадовий чохол**

Осадовий чохол території сформований трьома структурними ярусами [22]: нижнім – рифейсько-нижньовендським, середнім –

верхньовендсько-палеозойським та верхнім – мезозойсько-кайнозойським, між якими існує стратиграфічне та структурне неузгодження. Нижній та середній структурні яруси осадового чохла деформовані з утворенням пологих складок і слабо успадкованою від кристалічного фундаменту блоковою будовою та міжблоковими розривними зонами активізації. Нашарування верхнього ярусу чохла залягають практично горизонтально, зі слабким нахилом його підшви на захід.

***Рифейсько-нижньовендський (байкальський) структурний ярус.***

В нижній частині осадового чохла виділяється рифейсько-нижньовендський структурний ярус, формаційні комплекси якого відрізняються між собою речовинним складом та геодинамічними умовами формування. Даний ярус сформований двома під'ярусами (структурно-речовинними комплексами): рифейським (ранньобайкальським), представленим червоноколірною теригенною формацією, поширеною в межах авлакогенного Волино-Поліського прогину (ВППр), та нижньовендським (пізньобайкальським), представленим глинисто-гравеліто-пісковиковою і вулканогенною траповою субконтинентальними формаціями. Нижньовендський під'ярус має значно ширший ареал поширення, ніж рифейський, і виходить далеко за межі ВППр, хоча має з ним успадкований просторовий зв'язок.

***Верхньовендсько-нижньодевонський (каледонський) структурний ярус.*** Сформований трьома структурно-стратиграфічними (речовинними) комплексами: верхньовендським, представленим вулканоміктово-теригенною строкатоколірною континентально-морською надформацією, кембрійським, представленим теригенною сіроколірною морською пісковиково-глинистою надформацією та ордовицько-силурійсько-нижньодевонським, представленим глинисто-карбонатною надформацією.

Комплекси з структурним неузгодженням розташовані на утвореннях Волино-Поліського прогину та трапових утвореннях і поступово вибудовують іншоплановий Дністровський перикратон та його окремі складові частини.

***Середньо-верхньодевонський (герцинський) структурний ярус.***

Сформований двома структурно-стратиграфічними комплексами: середньодевонським, представленим лагунно-морською сульфатно-теригенно-карбонатною трансресивною надформацією та верхньодевонським, представленим морською теригенно-карбонатною інундаційно-регресивною надформацією. Комплекси з структурним

неузгодженням розташовані на утвореннях Дністровського перикратонного прогину і поступово вибудовують іншопланову та іншовікову структуру Львівського палеозойського прогину та її окремі складові частини.

**Мезозойсько-кайнозойський структурний ярус.** Нижню частину мезозойсько-кайнозойського структурного ярусу – мезозойський структурний під'ярус – утворюють відклади верхнього відділу крейдової системи, які плащеподібно перекривають палеозойські і вендські утворення і поширюються за рамки аркуша.

**Верхньокрейдовий структурний під'ярус.** Верхньокрейдовий структурний під'ярус в будові верхнього ярусу осадового чохла регіону займає чільне місце. Він представлений потужною карбонатною формацією, до якої належать відклади володимирецької, здолбунівської та березнинської світ та верств іноцерамових вапняків, сумарною потужністю до 152 м.

#### **Палеогеновий та неоген-четвертинний структурні під'яруси.**

У верхній частині мезозойсько-кайнозойського структурного ярусу виділяються палеогеновий та неоген-четвертинний структурні під'яруси.

**Палеогеновий структурний під'ярус** складений морською карбонатно-теригенною формацією середнього еоцену-нижнього олігоцену та континентально піщано-глинистою теригенною формацією верхнього олігоцену.

У складі морської карбонатно-теригенної формації виділено 2 підформації:

- морську відносно глибоководну теригенно-карбонатну середньоеоценову (тсП<sub>2</sub>);
- мілководно- і прибережно-морську теригенну верхньоеоцен-нижньоолігоцену (тП<sub>2,3</sub>).

**Неоген-четвертинний структурний під'ярус.** Розвиток Волино-Поділля в неогеновий і четвертинний періоди пов'язаний з проявом переважно вертикальних диференційованих рухів земної кори, котрі суттєво вплинули на характер осадонакопичення та рельєфоутворення. Співставляючи масштаби денудаційних і акумулятивних процесів території аркуша можна зробити висновок, що найбільший розмах неотектонічних рухів визначався в північно-західній та південній частинах території, тоді як в інших частинах переважали помірні та слабкі позитивні рухи.

По всій вірогідності, в неогені у формуванні денудаційного рельєфу визначальна роль належала діагональній (північно-східній)

системі порушень. Невеликі амплітуди неогенових опускань території в межах Маневицько-Столинської і Горинської зон розломів зберегли тут фрагментарно відклади неогенової системи.

З початком четвертинного періоду пов'язана активізація субмеридіональних та субширотних розривних порушень, котрі визначили особливості геоморфологічного розвитку та закономірності будови рельєфу, особливості формування гідрографічної мережі, систем гляцієнних улоговин, кінцево-моренного пасма. В цей період на території аркуша формувалися пластово-акумулятивні та денудаційні морфоструктури.

Структура мезозой-кайнозойського чохла ускладнюється тектонічними порушеннями, прояв яких пов'язаний з активізацією раніше закладених головних і другорядних розломів та зон розломів. Прояв їх в мезозой-кайнозойських відкладах простежується слабо через малоамплітудні зміщення. Очевидно, значна частина тектонічних порушень в приповерхневих частинах осадового чохла мають флексеуроподібний характер та проявляється в розтріскуванні та розпушуванні порід, посиленні циркуляції підземних вод, інтенсифікації карстування верхньокрейдових порід та ерозійних процесів вздовж них.

Найчіткіше в мезозой-кайнозойському чохлі проявляються тектонічні порушення діагонального (північно-східного і північно-західного) та субширотного простягання.

#### **4.3. Оцінка стану підземних вод**

У гідрогеологічному відношенні територія аркуша розташована в центральній частині Волино-Подільського артезіанського басейну [16]. Загальні гідрогеологічні закономірності визначаються сукупністю геологічних, тектонічних, геоморфологічних, кліматичних факторів та палеогідрогеологічними особливостями регіону. В цілому, перелічені фактори створюють сприятливі умови для живлення ґрунтових вод майже по всій території аркуша. Ґрунтові води служать джерелом поповнення природних ресурсів більш глибоких водоносних горизонтів і численних річок.

В межах аркуша за умовами формування та циркуляції підземних вод, їх мінералізацією та хімічним складом виділяються три гідродинамічні зони:

- активного водообміну;
- утрудненого водообміну;





- дуже утрудненого водообміну.

Північно-східна частина аркуша (площа виходу на домезозойський зріз вендських утворень) належить до зони активного водообміну, яка охоплює всю товщу порід вулканогенно-осадового чохла до кристалічного фундаменту. На решті території виділяються зони активного та утрудненого водообміну. Перша охоплює відклади мезозой-кайнозойського чохла та верхню (100–120 м) частину палеозойських порід, друга – нижню частину палеозойських відкладів та більш давні утворення. У південно-західній частині аркуша на глибині близько 2000 м розвинута зона дуже утрудненого водообміну.

Наявність у вулканогенно-осадовому чохлі території пухких і слабопроникних утворень зумовлює диференціацію гідрогеологічного розрізу на водоносні товщі, до яких приурочені водоносні горизонти і комплекси, і водотривкі утворення, котрі розділяють водоносні товщі. За основу гідрогеологічної стратифікації аркуша прийнятий фаціально-стратиграфічний принцип.

#### 4.3.1. Водоносні горизонти і комплекси

В залежності від умов залягання, літологічного складу, фільтраційних властивостей порід в межах аркуша виділяються наступні водоносні горизонти і комплекси [17; 22]:

1. Локально слабоводоносний комплекс у болотних та озерно-болотних відкладах голоцену (b, lbH);
2. Водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену (aH);
3. Водоносний горизонт в алювіальних відкладах 1–5 надзаплавних терас середнього та верхнього неоплейстоцену ( $a^{1-5}P_{II-III}$ );
4. Локально слабоводоносний комплекс в елювіально-делювіальних і еолово-делювіальних відкладах середнього та верхнього неоплейстоцену (ed, vdP<sub>II-III</sub>);
5. Водоносний комплекс у флювіогляціальних, льодовикових і озерно-льодовикових відкладах середнього неоплейстоцену та у еолово-делювіальних відкладах середнього і верхнього неоплейстоцену (f, g, lgP<sub>II</sub> + vdP<sub>II-III</sub>);
6. Водоносний горизонт в озерних, озерно-алювіальних відкладах середнього неоплейстоцену (l, laP<sub>II</sub>);
7. Водоносний комплекс у водно-льодовикових, льодовикових і в алювіальних відкладах нижнього неоплейстоцену (f, g, aP<sub>I</sub>);

8. Водоносний горизонт у відкладах київського і обухівського регіоярусів еоцену та межигірського і берекського регіоярусів олігоцену ( $\Pi_2kv-ob + \Pi_3mz-br$ );

9. Водоносний горизонт у відкладах туронського-сантонського ярусів верхньої крейди ( $K_{2t-st}$ );

10. Водоносний горизонт у відкладах сеноманського ярусу верхньої крейди ( $K_{2s}$ );

11. Водоносний комплекс у відкладах живетського ярусу середнього девону та франського і фаменського ярусів верхнього девону ( $D_2g + D_3f-fm$ );

12. Водоносний комплекс у відкладах іквінської та воютинської світ нижнього девону ( $D_1ik-vt$ );

13. Водоносний комплекс у відкладах лудловського ярусу верхнього силуру ( $S_2ld$ );

14. Водоносний комплекс у нерозчленованих відкладах середнього і верхнього ордовіку та нижнього силуру ( $O_{2-3}-S_1$ );

15. Водоносний горизонт у відкладах бережківської серії нижнього кембрію ( $C_1br$ );

16. Слабоводоносний комплекс у відкладах рівненської світи балтійської серії нижнього кембрію ( $C_{1rv}$ );

17. Слабоводоносний комплекс у нерозчленованих відкладах канилівської серії верхнього венду ( $V_2kn$ );

18. Водоносний комплекс у нерозчленованих відкладах могилів-подільської серії верхнього венду ( $V_2mp$ );

19. Водоносний комплекс у нерозчленованих утвореннях бабинської і ратнівської світ нижнього венду ( $V_1bb-rt$ );

20. Водоносний горизонт у відкладах горбашівської світи волинської серії нижнього венду ( $V_1gb$ );

21. Водоносний комплекс у відкладах поліської серії середнього і верхнього рифею ( $R_{2-3}pl$ );

22. Водоносний горизонт у зоні тріщинуватості утворень палеопротерозою ( $PR_1$ ).

Водоносні горизонти і комплекси у верхньокрейдових, неоплейстоценових та голоценових відкладах найбільш вивчені, тоді як у домезозойських утвореннях – нерівномірно.

Водоносні горизонти і комплекси розділяються між собою водотривкими утвореннями, коефіцієнт фільтрації яких не перевищує  $10^{-3}$  м/добу.



### 4.3.2. Водотриви

На території аркуша поширені наступні водотриви:

1. Водотривкий комплекс в озерних, озерно-алювіальних, озерно-болотних відкладах льодовикової області і у елювіально-делювіальних відкладах перигляціальної області середнього неоплейстоцену ( $l, la, lb, edP_{II}$ );
2. Водотривкий горизонт у покрівлі (в зоні кольматації) туронського-сантонського ярусів верхньої крейди ( $eK_2$ );
3. Водотривкий горизонт у відкладах туронського ярусу верхньої крейди на глибині 80–100 м ( $K_2t$ );
4. Водотривкий горизонт у відкладах ейфельського ярусу середнього девону ( $D_2ef$ );
5. Водотривкий комплекс у відкладах пржидольського ярусу верхнього силуру ( $S_2p$ );
6. Водотривкий комплекс у відкладах венлокського ярусу нижнього силуру ( $S_1w$ );
7. Водотривкий комплекс у відкладах стохідської світи балтійської серії нижнього кембрію ( $C_{1st}$ ).

Виділені водотривкі товщі не відносяться до абсолютних водотривів, оскільки їх фільтраційні властивості в тій чи іншій мірі пов'язані з поровою та тріщинною водопроникністю. Взаємозв'язок між водоносними горизонтами та комплексами здійснюється також в зонах тектонічних розломів та ділянок відсутності водотривів. Отже, всі виділені водоносні горизонти і комплекси в тій чи іншій мірі взаємопов'язані і представляють єдину гідродинамічну систему, а у верхній (до 200–300 м) частині характеризуються тісним гідравлічним взаємозв'язком, що підтверджується близькими відмітками статичних рівнів і подібністю хімічного складу води.

### 4.3.3. Основний водоносний горизонт

Водоносний горизонт у відкладах туронського-сантонського ярусів верхньої крейди ( $K_2t-st$ ) є основним в межах аркуша (рис. 4.2). Розвинутий практично на всій території аркуша, за виключенням окремих ділянок у північно-східній частині, де верхньокрейдові відклади відсутні. Водовмісними породами є товща тріщинуватої крейди і крейдоподібних мергелів туронського, коньякського і сантонського ярусів. Практично на всій території в покрівлі мергельно-крейдяної

товщі розташована зона кольматції (зона замулювання), яка представлена водотривкими, слаботріщинуватими мергелями і слугує верхнім водотривом верхньокрейдового водоносного горизонту. Потужність її в основному складає 5–10 м. В долинах річок і балок зона кольматції відсутня. В західній і центральній частинах аркуша верхньокрейдіві утворення часто виходять на денну поверхню у вигляді невеликих за площею ділянок. Покрівля водоносного горизонту, в залежності від рельєфу місцевості, знаходиться на глибинах від 0,4 м до 49,0 м, переважно 10–35 м, від денної поверхні. За гідравлічними особливостями горизонт напірний, п'єзометричні рівні встановлюються: в заплаві біля денної поверхні і до 10–12 м від денної поверхні – в межах вододільних ділянок. Дзеркало підземних вод майже повністю повторює конфігурацію сучасного рельєфу. Часто в пробурених свердловинах спостерігається самовилив підземних вод з верхньокрейдового водоносного горизонту. Величина напорів підземних вод встановлюється від 4,5 м (с. Оконськ) до 38,0 м (с.мт Клевань).

Живлення водоносного горизонту відбувається шляхом перетікання вод із вищезалігаючих водоносних четвертинних і палеогенових відкладів, а в місцях їх відсутності – безпосередньо за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Розвантаження водоносного горизонту проходить в долинах річок. Водоносний горизонт мергельно-крейдяних відкладів турону-сантону на ділянках регіональних витриманих водотривів живить водоносні горизонти і комплекси сеноману, палеозою та венду. Водозбагаченість мергельно-крейдяної товщі вкрай неоднорідна й обумовлена тріщинуватістю і закарстованістю порід. Найбільш інтенсивна тріщинуватість фіксується до глибини 60–80 м. На вододільних ділянках породи характеризуються переважно незначною тріщинуватістю, по мірі наближення до долин річок суттєво збільшується кількість та розмір тріщин. На окремих ділянках річкових долин в південній частині аркуша водозбагаченість горизонту досягає 1500–2000 м<sup>3</sup>/добу. Розвиток карсту часто пов'язаний з існуванням тектонічних напруг. Карстоутворення продовжується і в теперішній час під впливом неотектонічних рухів та активізації суфозійних процесів. Активізація карстово-суфозійних процесів спостерігається в районі Рівненської АЕС. Через значні втрати води підвищеної температури з підземних комунікацій електростанції, строкатість хімічного складу, змін і зростання водневого показника (рН 9) та інші процеси посилюють розчинення карбонатних порід. Наявність карсту сприяє нерівномірному поліпшенню колекторських властивостей

водовмісних порід. Райони розвитку карсту характеризуються різкими змінами водозбагачення.

Підтвердженням тому є значні дебїти свердловин (до 12–200  $\text{дм}^3/\text{с}$ ) при невеликих зниженнях (сс. Оконськ, Кукли та інші). У зв'язку з нерівномірною тріщинуватістю і закарстованістю мергельно-крейдових відкладів, водозбагачення водоносного горизонту коливаються в дуже широких межах і часто різко змінюються на невеликих відстанях. Дебїти джерел коливаються в межах від 0,11  $\text{дм}^3/\text{с}$  (с. Грем'яче) до 2,0  $\text{дм}^3/\text{с}$  (с. Старий Чарторийськ), найчастіше дебїти становлять 0,2–0,3  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Особливо велике водозбагачення верхньокрейдових відкладів відмічається у свердловинах біля с. Оконськ, в яких спостерігався самовилив води. Сумарний дебїт свердловин при самовиливі досяг 41,7  $\text{м}^3/\text{добу}$ , що призвело до утворення озера.

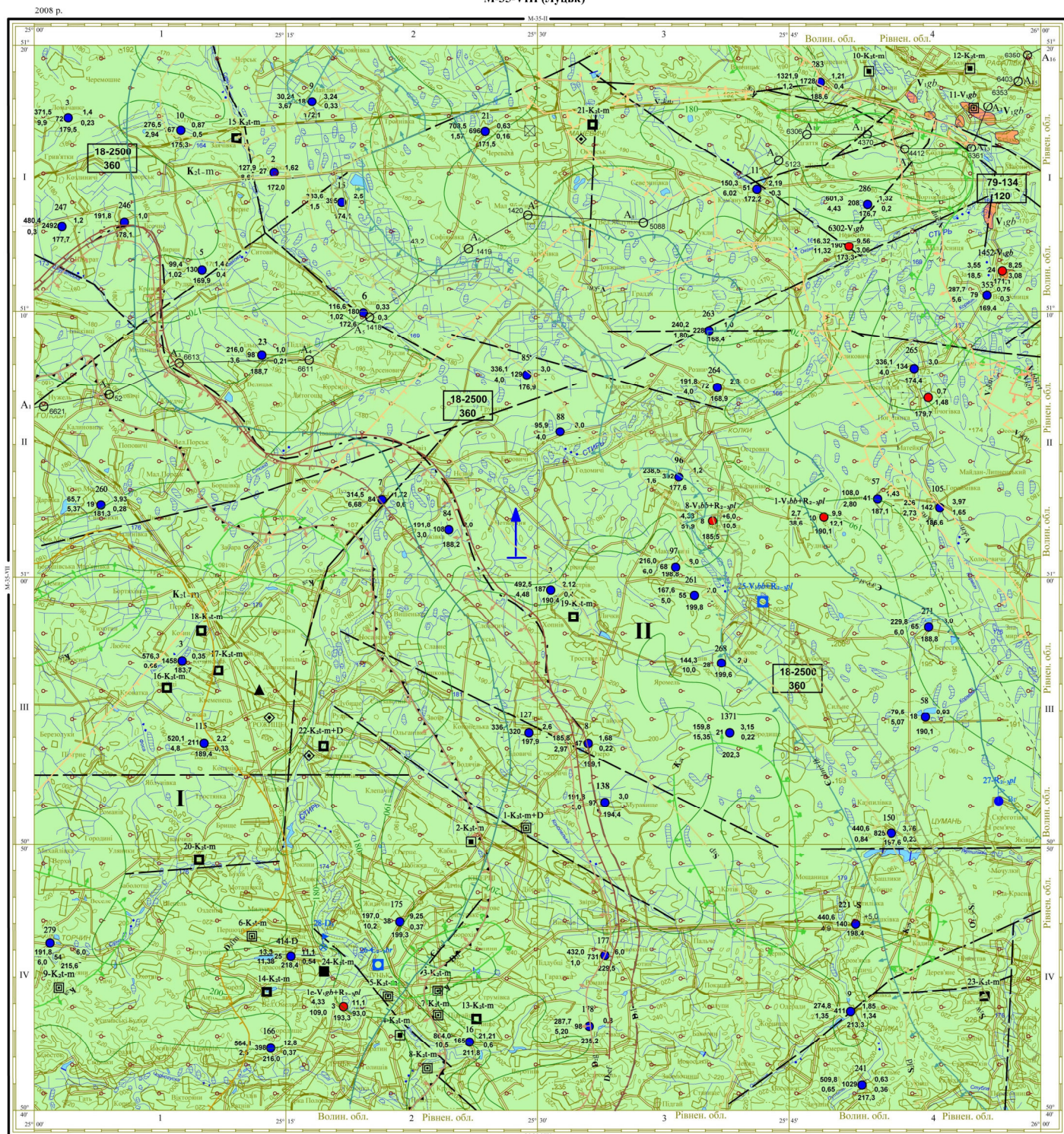
Коефіцієнти фільтрації водовмісних порід коливаються в межах від 0,2–0,5 м/добу до 35–40 м/добу при найбільш характерних значеннях 1–8 м/добу. Найменші коефіцієнти фільтрації (в основному 0,3–3 м/добу) характерні для дуже зденудованої крейдово-мергельної товщі в межах Поліської низовини, в межах Волинської височини і в долинах річок коефіцієнти фільтрації складають від 1 до 10 м/добу. Найбільш різке коливання величин коефіцієнтів фільтрації спостерігаються на ділянках розвитку карсту, де на незначній віддалі їх величини змінюються від 0,05 до 30–35 м/добу.

Води туронсько-сантонських відкладів характеризуються, в основному, гідрокарбонатним кальцієвим складом, з мінералізацією 0,2–0,5  $\text{г}/\text{дм}^3$ . Загальна твердість змінюється в межах 0,05–0,35  $\text{ммоль}/\text{дм}^3$ . Концентрація іонів водню рН складає 6–8. Інколи у водах відмічається підвищений вміст заліза. Аміак і нітрати в цих водах, в основному, відсутні, або знаходяться в невеликій кількості (до 1  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ).

# ГІДРОГЕОЛОГІЧНА КАРТА ОСНОВНИХ ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ

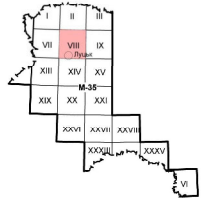
Масштаб 1 : 200 000

М-35-VIII (Луцьк)



Национальний університет водного господарства та природокористування

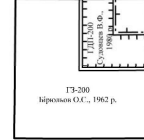
СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ АРКУШІВ ВОЛЫНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ СЕРІЇ



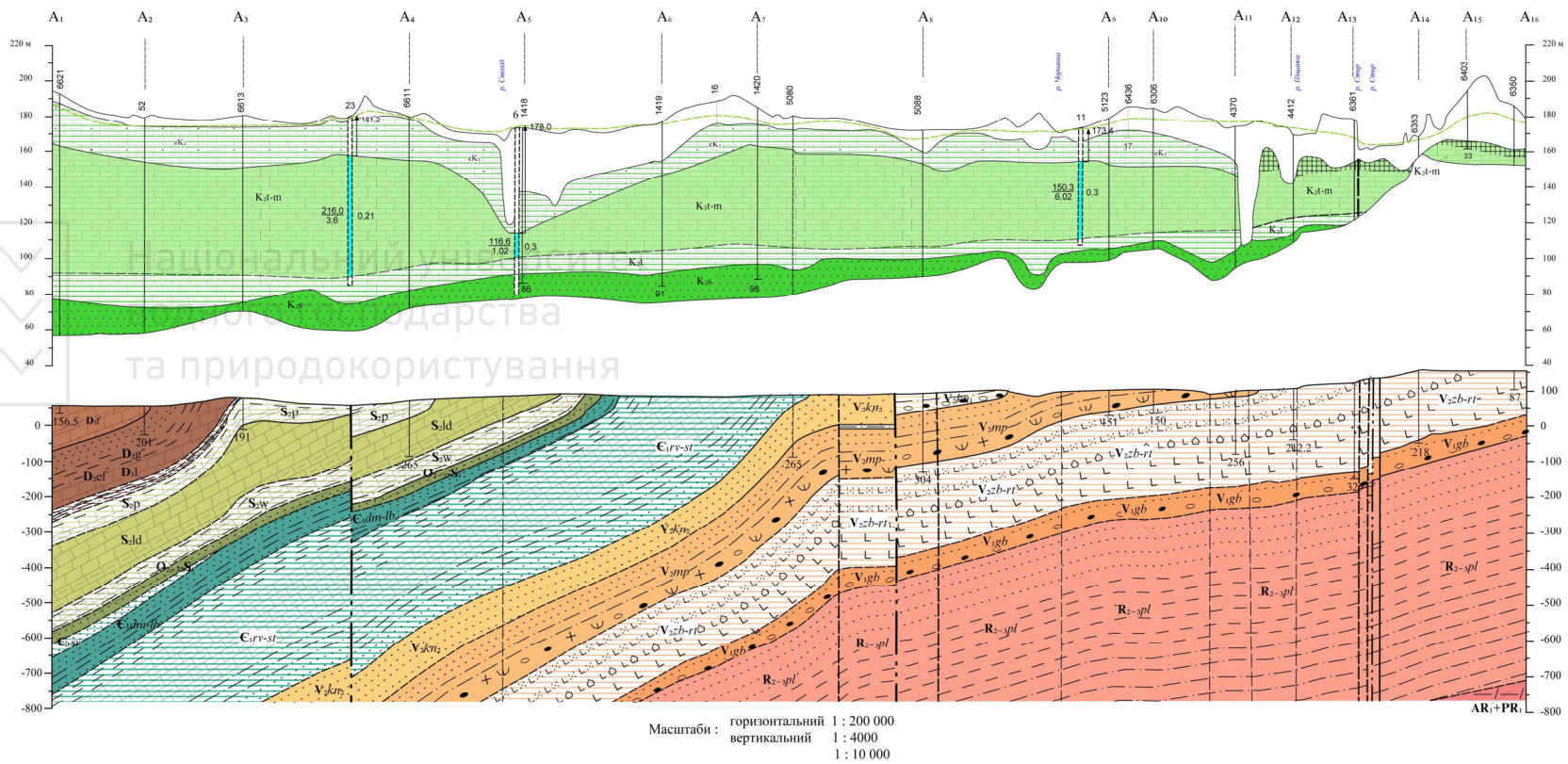
1:200 000  
в 1 сантиметрі 2 кілометри

Судинні горизонталі проведені через 20 м

СХЕМА ВИКОРИСТАНИХ МАТЕРІАЛІВ



ГІДРОГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ ПО ЛІНІЇ А1-А16



Масштаби : горизонтальний 1 : 200 000  
вертикальний 1 : 4000

Рис. 4.2. Гідрогеологічна карта та розріз основних водонесних горизонтів за [22]

**УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ  
ДО ГІДРОГЕОЛІГІЧНОЇ КАРТИ  
ОСНОВОНОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ**

**1 Гідрогеологічні підрозділи на карті і розрізі**

**1.1 Водонасні, слабководонасні гідрогеологічні підрозділи**

НА РОЗРІЗІ	НА КАРТІ	Опис
		Водонасний комплекс у відкладах туронського-маастрихського ярусів верхньої крейди. Мергелі крейдоподібні, крейда писальна
		Водонасний горизонт у відкладах сеноманського ярусу верхньої крейди. Мергелі, піски
		Водонасний комплекс у відкладах верхньофаменського підярусу верхнього девону. Пісковики, доломіти, вапняки
		Водонасний горизонт у відкладах франського ярусу верхнього девону. Вапняки кавернозні, доломіти
		Водонасний комплекс у відкладах живетського ярусу середнього девону. Пісковики, вапняки, доломіти
		Водонасний комплекс у відкладах лудловського ярусу верхнього силуру. Вапняки, доломіти, тріщинуваті мергелі
		Водонасний комплекс у нерозчленованих відкладах середнього і верхнього ордовіку та нижнього силуру. Вапняки, пісковики, тріщинуваті мергелі
		Водонасний горизонт у відкладах домінопільської та любомльської світ бережківської серії нижнього кембрію. Пісковики з прошарками алевролітів
		Водонасний горизонт у відкладах верхньої товщі канілівської серії верхнього венду. Перешарування пісковиків
		Водонасний комплекс у нерозчленованих відкладах могилів-подільської серії верхнього венду. Перешарування пісковиків, алевролітів, конгломератів, гравелітів
		Водонасний горизонт у відкладах горбашівської світи волинської серії нижнього венду. Пісковики поліміктові, гравеліти
		Водонасний комплекс у відкладах польської серії середнього і верхнього рифею. Перешарування пісковиків поліміктових, аргілітів і алевролітів
		Водонасний горизонт у зоні тріщинуватості порід нижнього архею - нижнього протерозою. Гнейси, гранітоїди

**1.2 Водотривкі відклади**

		Водотривка товща у покрівлі відкладів туронського-маастрихського ярусів верхньої крейди. Крейда пластична
		Водотривка товща туронського ярусу верхньої крейди від глибини 60-90 м. Крейда писальна, мергелі щільні безводні
		Водотривка товща ейфельського ярусу середнього девону. Перешарування аргілітів, алевролітів, гінів
		Водотривка товща лохківського ярусу нижнього девону. Доломіти, аргіліти, алевроліти, вапняки
		Водотривка товща приждольського ярусу верхнього силуру. Аргіліти, мергелі
		Водотривка товща вендоського ярусу нижнього силуру. Аргіліти, мергелі, алевроліти
		Водотривка товща світязької світи бережківської серії нижнього кембрію. Пісковики
		Водотривка товща рівненської та стохідської світ балтійської серії нижнього кембрію. Аргіліти, мергелі, алевроліти, пісковики
		Водотривка товща нижньої товщі канілівської серії верхнього венду. Перешарування алевролітів і гравелітів
		Водотривка товща заболотівської - ратнівської світ волинської серії нижнього венду. Туфи, туфоконгломерати, лавобрекчі, базальти

**3 Гідродинамічні показники**

Гідроізон'єси водонасного комплексу у відкладах туронського-маастрихського ярусів верхньої крейди, в метрах абсолютної висоти.

Напрямок руху підземних вод і індекс водонасного підрозділу.

Значення водопровідності, м<sup>2</sup>/добу:  
у чисельнику - мінімальне та максимальне (фактичні);  
у знаменнику - середнє (за розрахунковими значеннями)

**4 Гідрогеохімічні показники**

3.1 Хімічний склад води в водопунктах

Вода з переважанням гідрокарбонатного іону  
Вода з переважанням сульфатного іону  
Вода з переважанням хлоридного іону

**5 Гідрогеохімічні показники**

Підземні води з мінералізацією 1 г/дм<sup>3</sup> гідрокарбонатні відмінні за катіонним складом

**6 Техногенні об'єкти, що впливають на стан підземних вод**

Звалища побутових відходів  
Пункти зберігання пестицидів  
Нафтобази та склади ПММ  
Контур площі забруднення радіонуклідами (концентрація >0,3 Ки/км<sup>2</sup>)

**7 Гідрогеологічне районування**

Границя гідрогеологічних районів третього порядку  
Гідрогеологічні райони третього порядку  
I - Галицько-Волинський  
II - Полісько-Подільський

**8 Границі**

Водонасних горизонтів і комплексів, які залягають першими від поверхні:

**9 Інші знаки**

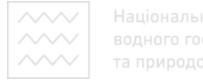
Лінія гідрогеологічного розрізу

Розривні порушення:  
а) головні: а) достовірні;  
б) ймовірні; б) ймовірні;  
а) другорядні: а) достовірні;  
б) ймовірні; б) ймовірні;

**На розрізі**

Рівень напірних вод, м

**2 Водопункти (водопроями) і водозабірні споруди**



**2.1 Штучні**

Свердловина гідрогеологічна  
Зверху - біля знаку водопункту - номер і віковий індекс водонасних порід;  
знизу - абсолютна відмітка устя свердловини, м;  
ліворуч - водопровідність, м<sup>2</sup>/д;  
у чисельнику - дебіт м<sup>3</sup>/д;  
у знаменнику - зниження рівня, м;  
праворуч від дробу - водопровідність (км, м<sup>2</sup>/д);  
праворуч - у чисельнику - глибина статичного рівня, м;  
у знаменнику - мінералізація, г/дм<sup>3</sup>

Свердловина геологічна, яка використовується для побудови розрізів  
Зверху - номер на карті

**2.3 Водозабірні споруди і ділянки з оцінками експлуатаційними запасами підземних вод**

**2.3.1 Водозабірні споруди**

Водозабори, які працюють на експлуатаційних запасах підземних вод, затверджених ДКЗ СРСР, ДКЗ України, Укр ТКЗ  
Зверху - номер за каталогом і геологічний індекс водонасного горизонту

Водозабори з незатвердженими запасами підземних вод  
Зверху - номер водозабору на карті і геологічний індекс водонасного горизонту

Неосвоені ділянки прісних вод:  
із запасами, що затверджені ДКЗ СРСР, ДКЗ України, Укр ТКЗ;  
Зверху - номер водозабору на карті і геологічний індекс водонасного горизонту

із запасами, прийнятими НТР геологічних підприємств  
Зверху - номер водозабору на карті і геологічний індекс водонасного горизонту

Водозабори, які працюють на експлуатаційних запасах підземних вод, затверджених ДКЗ СРСР, ДКЗ України, Укр ТКЗ  
Зверху - номер за каталогом і геологічний індекс водонасного горизонту

Родовища з затвердженими експлуатаційними запасами мінеральних вод в ДКЗ СРСР, ДКЗ України, Укр ТКЗ  
Зверху - номер за каталогом і геологічний індекс водонасного горизонту

**2.3.2 Пункти використання мінеральних вод**

Завод (цех) по розливу мінеральної природної столової води  
Зверху - номер на карті пунктів використання мінеральних вод і геологічний індекс водонасного горизонту

Бальнеологічний санаторій, бальнеолікарня, які працюють на родовищах мінеральних вод з незатвердженими експлуатаційними запасами  
Зверху - номер на карті пунктів використання мінеральних вод і геологічний індекс водонасного горизонту  
праворуч - специфічний хімічний елемент

**10 Літологічний склад порід**

Гідрогеологічна свердловина: а) розташована на розрізі; б) зпроектована на розрізі  
Зверху - номер свердловини;  
Цифри: зверху - номер на карті; ліворуч перша - дебіт м<sup>3</sup>/д; друга - зниження рівня, м; праворуч - мінералізація води, г/дм<sup>3</sup>; зафарбування - хімічний склад води у випробуваному інтервалі; стрілки вказують на наявність напору підземних вод  
цифри біля стрілок - абсолютні відмітки п'єзометричного рівня підземних вод

Геологічні свердловини: а) розташовані на розрізі; б) зпроектовані на розрізі  
Цифра зверху - номер на карті  
знизу - глибина свердловини, м

	Мергелі крейдоподібні		Аргіліти		Туфоконгло
	Крейда писальна		Алевроліти		Лавобрекчі
	Вапняки		Гравеліти		Пісковики п
	Пісковики		Базальти		Гнейси
	Доломіти		Туфи		



Завдяки неглибокому заляганню, майже повсюдному поширенню, доволі великій і сталій потужності, хорошим колекторським якостям водовмісних порід і задовільній якості води, водоносний горизонт є основним джерелом господарського, питного і промислового водопостачання. На всіх родовищах прісних підземних вод лівова частка розвіданих запасів приурочена до водоносного горизонту туронського-сантонського ярусів верхньої крейди. Модуль експлуатаційних запасів горизонту складає  $2 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ .

#### 4.3.4. Природна захищеність підземних вод

Природна захищеність підземних вод від проникнення забруднюючих речовин з поверхні землі залежить від потужності й літологічного складу зони аерації для ґрунтових вод та від фільтраційних властивостей і потужності перекриваючих водотривких товщ для міжпластових вод.

Ґрунтові води в болотних, озерно-болотних, алювіальних, флювіогляціальних, льодовикових та озерно-льодовикових відкладах четвертинної системи на всій території є незахищеними, часто забруднені нітратами, нітритами, аміаком, фенолами, органічними сполуками, важкими металами, нафтопродуктами. Незважаючи на низьку якість широко використовуються сільським населенням для індивідуального водопостачання за допомогою шахтних колодязів.

Перші від поверхні міжпластові підземні води перекриті водотривкими відкладами різної потужності, тому більш захищені за ґрунтові та мають напірний характер. На ділянках, де потужність водотривів не перевищує 3 м, вони вважаються незахищеними; на ділянках з шаром водотривких відкладів від 3 до 10 м – умовно захищеними; на ділянках з потужністю водотривів, що перевищує 10 м, – захищеними від забруднення.

Під ґрунтовими водами залягають міжпластові водоносні горизонти середнього та нижнього неоплейстоцену: водоносний горизонт в озерних, озерно-алювіальних відкладах середнього плейстоцену та водоносний комплекс у воднольодовикових і льодовикових відкладах нижнього плейстоцену. Перший із них напірним стає лише в межах переzagлиблень долин рр.Стир, Стохід, Чорногуска. На цих невеликих ділянках горизонт умовно захищений верхньою супіщано-глинистою слабопроникною товщею середньонеоплейстоценових озерних відкладів потужністю переважно 6–



8 м. Водонесний горизонт може використовуватись для централізованого водопостачання разом з верхньокрейдовим водонесним горизонтом.

Поширення водонесного комплексу у водно-льодовикових і льодовикових відкладах нижнього неоплейстоцену тяжіє до переаглиблених ділянок долин рр. Стир, Стохід, а також до древньольодовикових улоговин виорювання. Горизонт напірний. Напір зумовлений середньонеоплейстоценовими завадівськими озерними водотривкими відкладами, потужність яких здебільшого не перевищує 3,0 м. У зв'язку з глибоким заляганням та локальним поширенням горизонт рідко використовується місцевим населенням для питних та господарських потреб.

Місцевий водотрив, з середньою потужністю 7–10 м, приурочений до зони кольматації верхньокрейдових порід, в гідродинамічному плані відділяє четвертинний водонесний комплекс від верхньокрейдового, є важливим фактором природної захищеності від забруднення основного водонесного горизонту. Коефіцієнти фільтрації складають від 0,0004 м/добу на вододілах до 0,02 м/добу в долинах річок. Коефіцієнти перетікання водотриву також збільшуються від вододілів ( $2-3 \times 10^{-5}$  м) до долин річок ( $10^{-4}-10^{-3}$  м). В межах переаглиблених долин річок цей водотрив відсутній, де є так звані „вікна перетікання”. Через них в природних умовах напірний верхньокрейдовий водонесний горизонт живить ґрунтові води. Таким чином, вздовж річкових долин зберігається умови для забруднення верхньокрейдового водонесного горизонту. Більш вразливими підземні напірні води стають при їх експлуатації для централізованого водопостачання в межах значних депресійних воронок, коли змінюються гідродинамічні умови і відбувається перетікання ґрунтових вод у верхньокрейдові. Тому в межах санітарних зон водозаборів не повинно бути забруднюючих об'єктів.

Глибокі водонесні горизонти, що виходять під відклади верхньої крейди, захищені товща монолітних та слаботріщинуватих мергельно-крейдяних порід, яка слугує регіональним водотривом на глибині 60–100 м. Коефіцієнти фільтрації водотриву складають  $3-8 \cdot 10^{-5}$  м/добу.

#### 4.3.5. Промислово-рекреаційне навантаження

Територія аркуша за характером господарського освоєння є промислово-сільськогосподарською агломерацією з багатогалузевим промисловим центром м. Луцьк, промислово-аграрними центрами в мм. Ківерці, Рожище, смт Маневичі, Рафалівка, Торчин, Колки, Голоби,

Клевань, Цумань, Дерно та сільськими населеними пунктами, об'єднаними потужною мережею транспортних та енергетичних комунікацій.

Територія аркуша характеризується незначним рівнем техногенного навантаження – модуль техногенного навантаження складає 1,8 т/км<sup>2</sup> (для Волинської області), викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел складають 7,6 тис. т/рік, від автотранспорту – 28,7 тис. т/рік. В середньому одним підприємством в Волинській області викидається 26,3 т шкідливих речовин на рік (дані 2002 р.) [22].

Найбільший вплив на геологічне середовище має Луцька промислово-міська агломерація (ПМА), де розвинута машинобудівна (зокрема, автомобілебудівний та підшипниковий заводи), хімічна, легка, лісопереробна і харчова промисловість та будівельна індустрія. Значний вплив – промайданчик, розташованої на північному сході аркуша Рівненської АЕС, та перелічені вище міста і селища, з розташованими в них підприємствами переважно з деревообробки, переробки сільськогосподарської продукції. Найкрупніші населені пункти між собою з'єднані залізничними і автомобільними магістралями, вздовж яких з вихлопними газами транспорту відбувається забруднення ґрунтів і водних систем важкими металами.

Значну (близько 40%) частину території аркуша займають сільськогосподарські угіддя. Внесення на їх площах мінеральних і органічних добрив, хімічних засобів захисту рослин (отрутохімікатів, пестицидів, гербіцидів) має значний вплив на стан ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Значне техногенне навантаження на природне середовище мають тваринницькі ферми, машинно-тракторні двори, склади ПММ, мінеральних добрив та отрутохімікатів.

Для більшості населених пунктів, особливо їх околиць, характерним є накопичення побутового сміття та промислових і сільськогосподарських відходів на звалищах, біля крупних населених пунктів значних розмірів, які належно не захищені, скидання нечистот, стічних вод у річки, струмки і меліоративні канали промисловими підприємствами, агрогосподарствами, населенням. В межах населених пунктів недотримання санітарних норм часто призводить до забруднення підземних вод у колодязях, водозабірних свердловинах.

Гірничовидобувний комплекс в межах аркуша розвинутий слабо. Кар'єрна розробка корисних копалин (піски будівельні, цегельно-черепична сировина) ведеться лише Кульчинському, Соکیلському,

Сирниківському, Піддубцівському, Заборольському родовищах, значних розмірів торфорозробки ведуться біля населених пунктів Череваха, Маневичі, Кобче, Журавичі. Більшість родовищ в даний час законсервовані, значна кількість вироблених, проте окремі з них залишаються без рекультивації, часто не санкціоновано, безсистемно розробляються місцевим населенням. Діяльність гірничовидобувних об'єктів веде до пониження рівнів підземних вод, забруднення їх та навколишніх територій.

Тривале в часі, інтенсивне та не завжди доцільне використання природних ресурсів – ґрунтів, поверхневих та підземних вод, корисних копалин, лісів призвело до значних змін еколого-геологічного середовища, окремі компоненти якого, в зв'язку із значним забрудненням, можуть становити небезпеку для місцевого населення.

Станом на 2007 р. [22] найбільш крупні потенційні джерела забруднення геологічного середовища зосереджені в м. Луцьк (нафтобази, численні автозаправні станції, склади мінеральних добрив і отрутохімікатів, очисні споруди з біологічної очистки стічних вод водоканалу, поля фільтрації Гнідавського цукрокомбінату), м. Рожище (завод «Фермаш», сирзавод, міське побутове сміттєзвалище), м. Ківерці (поля фільтрації залізничного пункту водопостачання), смт Маневичі (склади міндобрив, поля фільтрації стічних вод закладу № 302-42), смт Рафалівка (склади міндобрив), на проммайданчику РАЕС (очисні споруди біологічної очистки стічних вод), на полях фільтрації птахофабрики в с. Носачевичі. Постійними джерелами забруднення ґрунтів та водних систем такими хімічними елементами як марганець, цинк, свинець, є магістральні залізниці та їх інфраструктурні підрозділи (станції, локомотивні депо тощо): Здолбунів – Ківерці – Брест, Київ – Ковель, Луцьк – Львів, автомагістралі міждержавного значення: Київ – Рівне – Брест, Київ – Ковель – Варшава, Луцьк – Устилуг – Люблін, Луцьк – Львів – Краковець, Брест – Луцьк – Тернопіль, обласного значення: Луцьк – Турійськ, Луцьк – Любешів.

#### **4.3.6. Ландшафтно-геохімічна структура території**

Природні ландшафти території аркуша М-35-VIII зформовані на межі двох біокліматичних зон:

- лісоболотної (Північне або Волинське Полісся), генетична та сучасна морфоскульптура якої є результатом взаємодії льодовикової,

водно-льодовикової, річкової акумуляції та плосковипуклих поверхонь денудаційного вирівнювання;

- лісостепової (Стирсько-Горинський район лесової області), як результат взаємодії перигляціальних форм у вигляді крутозгорблених, інтенсивно розчленованих поверхонь з акумулятивно-ерозійною діяльністю водотоків.

В геоморфологічному відношенні вищеозначеним фрагментам біокліматичних зон території робіт відповідають:

- денудаційні, денудаційно-акумулятивні, льодовикові та воднольодовикові, акумулятивні алювіальні рівнини на низинній субгоризонтальній денудаційній рівнині розмитих верхньокрейдових і, частково, палеогенових відкладів;

- акумулятивно-денудаційні лесові полігенетичні горбисті рівнини на припіднятій субгоризонтальній денудаційній рівнині розмитих верхньокрейдяних відкладів.

Дуже важливе значення у формуванні сучасного ландшафтно-геохімічного вигляду території мають міграційно-накопичувальні процеси органічної біогенної речовини. Накопичення торфових мас та гумусу в ґрунтах, як результат слабкої розчленованості рельєфу, уповільнений поверхневий стік та високе стояння ґрунтових вод, призводять до розвитку боліт та заболочених лучних ґрунтів з високою хімічною активністю та потужними геохімічними бар'єрами. Біогенні типи ландшафтів є транзитними відносно геоморфологічних полів і поширені, як в заплавах та надзаплавних терасах так і задрових полях і, подекуди, плоско-випуклих поверхнях денудаційного вирівнювання. Транзитними також є еолові форми у вигляді слабозакріплених піщаних гряд та дюн, а також карстові у вигляді окремих воронок, площинного карсту в різній степені покритості.

Взаємодія вище перерахованих біокліматичних, геоморфологічних, біогенних, ґрунтоутворюючих факторів формують **основні типи геохімічних ландшафтів** території робіт [21; 22], коротку характеристику яких ми приводимо нижче (рис. 4.3).

1 тип – Транс-елювіально-акумулятивний сіаліто-феритовий ( $H^+$ ,  $H^+$ -  $Fe^{2+}$ ) з повільним водообміном, на незаболочених рівнинних ділянках надзаплавних терас з дерновими боровими слабозвиненими дерново-слабопідзолистими глеюватими піщаними та зв'язаноопіщаними ґрунтами, що підстеляються піщаними породами алювіального генезису.

2 тип – Транс-елювіально-акумулятивний сіаліто-карбонатний ( $H^+$ ,  $H^+$ -  $Ca^{2+}$ ), з повільним водообміном на хвилястих, добре розчленованих

ділянках надзаплавних терас з дерново-карбонатними ґрунтами, що підстеляються глинисто-піщаними породами алювіального генезису.

3 тип – Денудаційно-аккумулятивний сіаліто-піщаний та сіаліто-феритовий ( $H^+$ ,  $H^+$ -  $Fe^{2+}$ ), з середнім водообміном на слабохвилястих середньорозчленованих перегляціальних задрових рівнинах з дерново-слабопідзолистими глеуватими піщаними та зв'язано піщаними ґрунтами.

4 тип – Денудаційний сіаліто-глинистий ( $H^+$ ), з швидким водообміном на кінцевоморенних плоскогорбистих поверхнях з дерново-слабопідзолистими глеуватими зв'язано-піщаними та суглинковими ґрунтами. 5 тип – Денудаційний сіаліто-карбонатно-глинистий ( $H^+$ -  $Ca^{2+}$ ) з середнім водообміном та інтенсивною неотектонікою на слабохвилястих середньорозчленованих рівнинах з ясно-сірими лісовими ґрунтами, що підстеляються глинисто-карбонатними породами.

6 тип – Денудаційний сіаліто-карбонатний ( $Ca^{2+}$ ) з середнім водообміном та інтенсивною неотектонікою на плоско-випуклих поверхнях денудаційного вирівнювання з дерново-карбонатними ґрунтами на еловії крейдяних порід.

7 тип – Денудаційний сіаліто-глинистий ( $H^+$ -  $Fe^{2+}$ ) з середнім водообміном та інтенсивною неотектонікою на плоско-випуклих поверхнях денудаційного вирівнювання з дерново-середньопідзолистими суглинковими ґрунтами.

8 тип – Акумулятивно-денудаційний сіаліто-карбонатно-глинистий ( $H^+$ -  $Ca^{2+}$ ) з швидким водообміном та інтенсивною неотектонікою на крутозгорблених інтенсивно розчленованих поверхнях з чорноземами опідзоленими та темно-сірими лісовими ґрунтами, що підстеляються лесовидними супісками та суглинками.

9 тип – Денудаційний сіаліто-карбонатно-глинистий ( $H^+$ -  $Ca^{2+}$ ) з швидким водообміном та інтенсивною неотектонікою на крутозгорблених, інтенсивно розчленованих поверхнях з проявами яружно-балкових форм з чорноземами типовими неглибокими малогумусованими закипаючими, що підстеляються лесовидними супісками та суглинками.

10 тип – Акумулятивно-дефляційний еоловий сіаліто-піщаний ( $H^+$ ) з швидким водообміном на слабо закріплених піщаних грядках та дюнах з дерновими боровими, слаборозвиненими ґрунтами, пісками слабо задернованими та слабогумусованими.

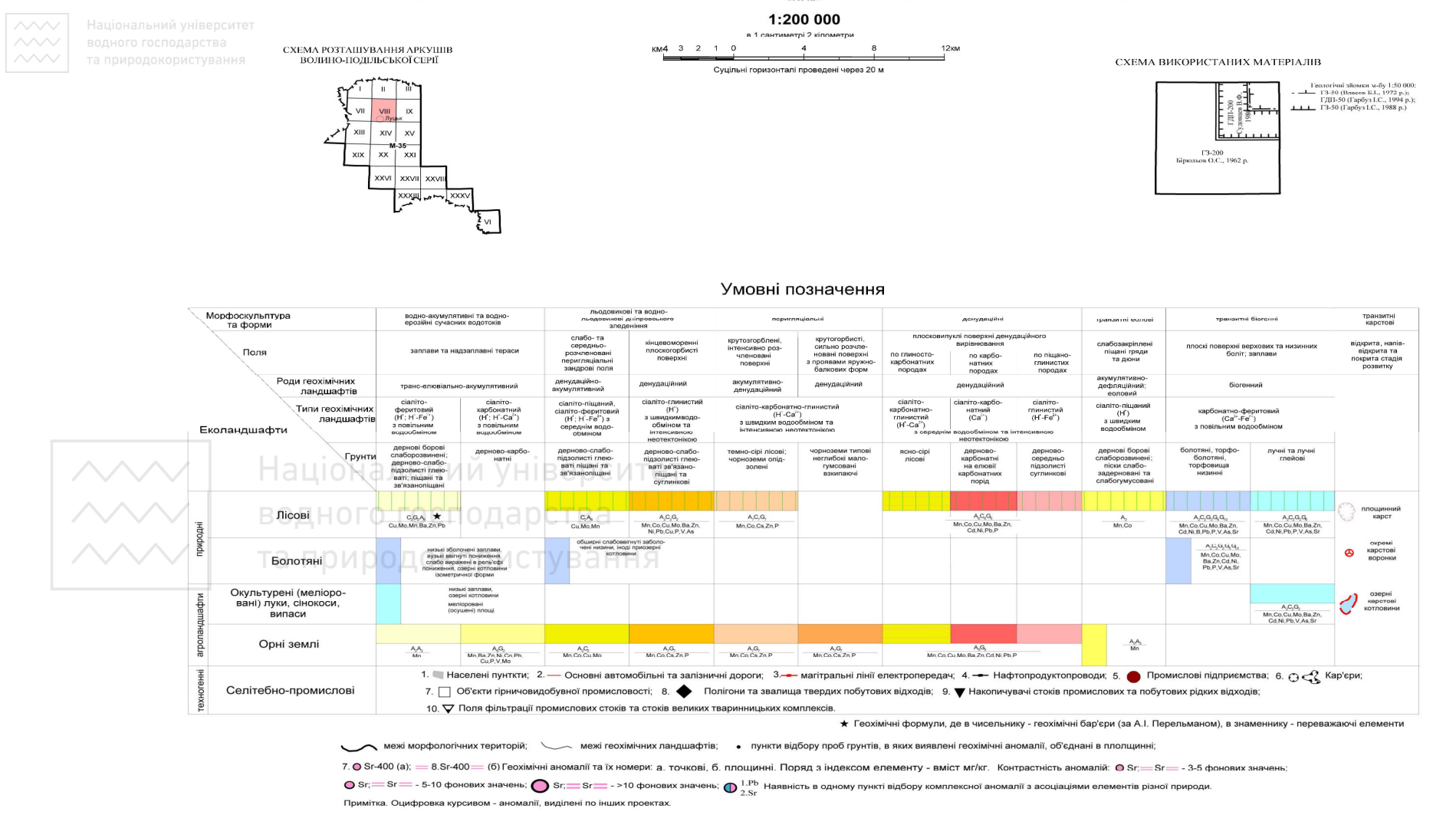
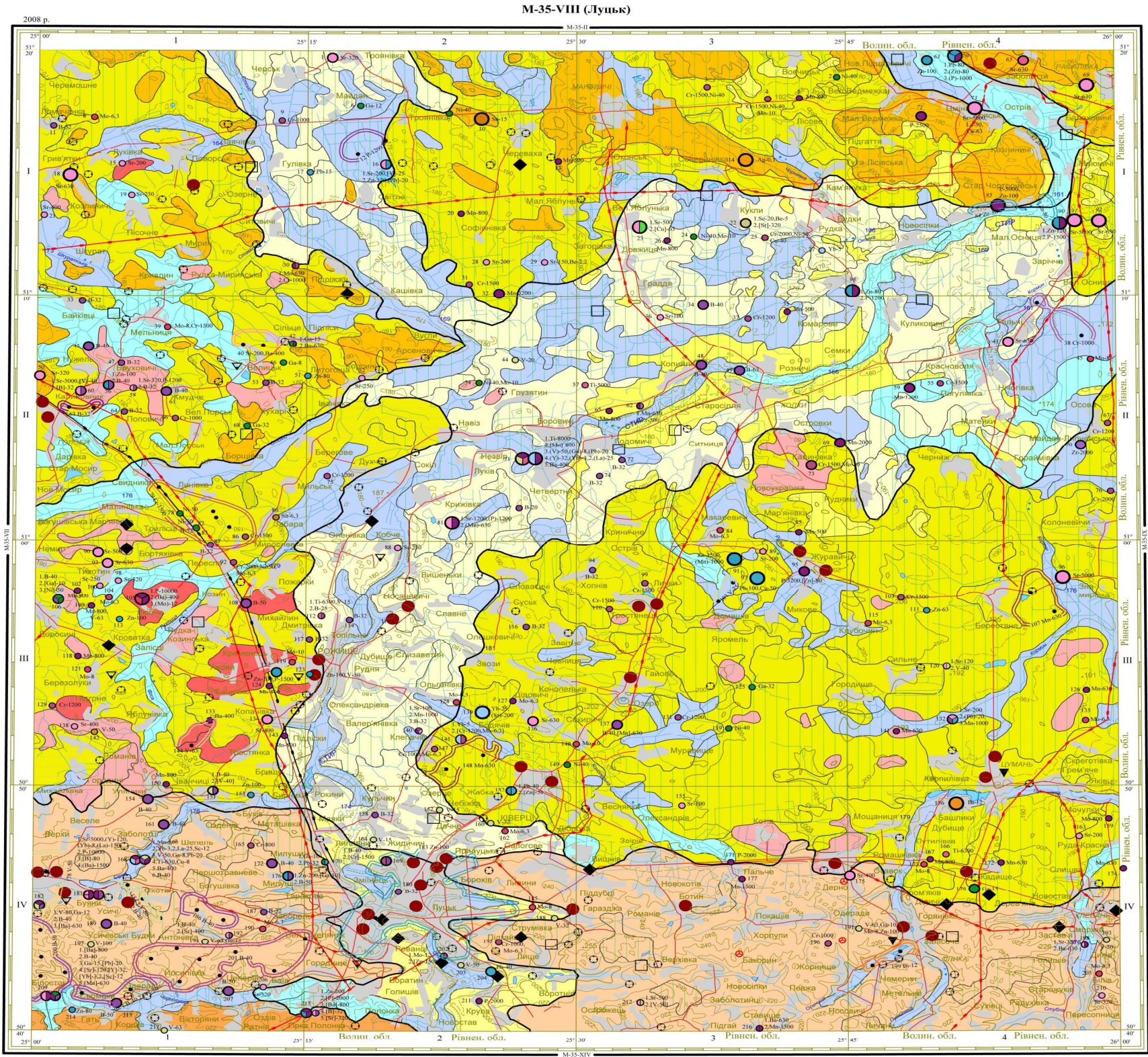



Рис. 4.3. Карта ландшафтно-геохімічного районування за [22]

 11 тип – Біогенний карбонатно-феритовий ( $\text{Ca}^{2+}$  -  $\text{Fe}^{2+}$ ) з повільним водообміном в заплавах та на плоских поверхнях верхових та низинних боліт з болотними, торфovo-болотними ґрунтами та торфовищами низинними.

12 тип – Біогенний карбонатно-феритовий ( $\text{Ca}^{2+}$  -  $\text{Fe}^{2+}$ ) з повільним водообміном в заплавах, з лучними та лучно-глейовими ґрунтами.

13 тип – Карстовий транзитний, пов'язаний з відкритою чи покритою формами карсту, що слабо проявлені на місцевості та тяжіють до ділянок з високим заляганням верхньокрейдяних відкладів та розвинутими корозійно-суфозійною чи корозійно-суфозійно-гравітаційною формами карсту.

Сукупність вище перерахованих типів ландшафтів утворює природну ландшафтно-геохімічну структуру території робіт.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## РОЗДІЛ 5. ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК)

Як зазначалося у передмові, виконувати інтегральну оцінку екологічного стану ГС необхідно виконувати лише з урахуванням тих показників, які мають кумулятивний ефект, тобто таку оцінку за двома інформаційними блоками – еколого-геохімічним (літо- і гідрохімічним) та еколого-інженерно-геологічним слід виконувати окремо.

Найгострішою екологічною проблемою сьогодення є, безумовно, забруднення компонентів ГС токсичними хімічними елементами та їх сполуками, актуальне для значної території нашої держави.

Необхідність інтегральної оцінки еколого-геохімічного стану головних для життєдіяльності людини компонентів геологічного середовища (міжпластових, ґрунтових вод та ґрунтів) обумовлена тією обставиною, що геологічне середовище є системою, що складається з компонентів, які взаємодіють між собою і є багато в чому взаємно залежними. Розглядаючи еколого-геохімічний стан цих компонентів окремо, можна, наприклад, дійти висновку про «самоочищення ґрунтів», яке є не чим іншим, як міграцією забруднень вниз по розрізу і потраплянням їх до підземних вод, що загалом, очевидно, є більш небезпечним для людини, ніж забруднення власне ґрунтів.

Таким чином, для інтегральної оцінки екологічного стану ГС, який визначається негативним впливом забруднення на біоту та компоненти довкілля, під час регіональних еколого-геологічних досліджень пропонується врахувати 3 головні показники:

- рівень забруднення основних водоносних горизонтів, що використовуються для водопостачання;
- рівень забруднення ґрунтових вод;
- рівень забруднення ґрунтів.

Згідно з даним документом, два перші показники мають по чотири градації рівнів забруднення (низький, середній, високий, дуже високий) і характеризують відповідний екологічний стан (задовільний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний). Щодо ґрунтів, для їх оцінки пропонуються більш дрібні градації (розділ 1), але, враховуючи пріоритетний характер підземних вод у формуванні екологічного стану довкілля, а також ту обставину, що для підземних вод не передбачене виділення «надзвичайно високого» та «дуже низького» рівня забруднення, пропонується під час інтегральної оцінки не



використовувати вказані градації для ґрунтів, а як і для вод, обмежитися чотирма.

За допомогою інформаційної матриці через сумарні оцінки визначаються чотири градації екологічного стану ГС: задовільний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний.

При виконанні інтегральної оцінки екологічного стану ГС за показниками забруднення пріоритет, як вже зазначалося, надається підземним водам, оскільки забруднені підземні води є джерелом надходження токсикантів безпосередньо до харчових ланцюгів, тоді як вплив забруднених ґрунтів є опосередкованим, як джерел забруднення суміжних компонентів довкілля, зокрема, рослинності і самих підземних вод. варіанти інтегральної оцінки стану ГС запропоновані [30] в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Інтегральна оцінка еколого-геологічного) стану ГС

№	підземні води	ґрунтові води	ґрунти	ГС
	1	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	
2	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Небезпечний	
3	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	
4	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Задовільний	
5	Дуже небезпечний	Небезпечний	Дуже небезпечний	
6	Дуже небезпечний	Небезпечний	Небезпечний	Небезпечний
7	Дуже небезпечний	Небезпечний	Помірно небезпечний	
8	Дуже небезпечний	Небезпечний	Задовільний	
9	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний
10	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	Небезпечний	Небезпечний

11	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	
12	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	Задовільний	
13	Дуже небезпечний	Задовільний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний
14	Дуже небезпечний	Задовільний	Небезпечний	Небезпечний
15	Дуже небезпечний	Задовільний	Помірно небезпечний	
16	Дуже небезпечний	Задовільний	Задовільний	
17	Небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний
18	Небезпечний	Дуже небезпечний	Небезпечний	Небезпечний
19	Небезпечний	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	
20	Небезпечний	Дуже небезпечний	Задовільний	
21	Небезпечний	Небезпечний	Дуже небезпечний	
22	Небезпечний	Небезпечний	Небезпечний	
23	Небезпечний	Небезпечний	Помірно небезпечний	
24	Небезпечний	Небезпечний	Задовільний	
25	Небезпечний	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	
26	Небезпечний	Помірно небезпечний	Небезпечний	
27	Небезпечний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	
28	Небезпечний	Помірно небезпечний	Задовільний	Помірно небезпечний
29	Небезпечний	Задовільний	Дуже небезпечний	Небезпечний

30	Небезпечний	Задовільний	Небезпечний	
31	Небезпечний	Задовільний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний
32	Небезпечний	Задовільний	Задовільний	
33	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний
34	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Небезпечний	Небезпечний
35	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	
36	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Задовільний	
37	Помірно небезпечний	Небезпечний	Дуже небезпечний	
38	Помірно небезпечний	Небезпечний	Небезпечний	
39	Помірно небезпечний	Небезпечний	Помірно небезпечний	
40	Помірно небезпечний	Небезпечний	Задовільний	Помірно небезпечний
41	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Небезпечний
42	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Небезпечний	Помірно небезпечний
43	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	
44	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Задовільний	
45	Помірно небезпечний	Задовільний	Дуже небезпечний	Небезпечний
46	Помірно небезпечний	Задовільний	Небезпечний	Помірно небезпечний
47	Помірно небезпечний	Задовільний	Помірно небезпечний	

48	Помірно небезпечний	Задовільний	Задовільний	
49	Задовільний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний
50	Задовільний	Дуже небезпечний	Небезпечний	Небезпечний
51	Задовільний	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний	
52	Задовільний	Дуже небезпечний	Задовільний	
53	Задовільний	Небезпечний	Дуже небезпечний	
54	Задовільний	Небезпечний	Небезпечний	
55	Задовільний	Небезпечний	Помірно небезпечний	
56	Задовільний	Небезпечний	Задовільний	
57	Задовільний	Помірно небезпечний	Дуже небезпечний	Помірно небезпечний
58	Задовільний	Помірно небезпечний	Небезпечний	
59	Задовільний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	
60	Задовільний	Помірно небезпечний	Задовільний	Задовільний
61	Задовільний	Задовільний	Дуже небезпечний	Небезпечний
62	Задовільний	Задовільний	Небезпечний	Помірно небезпечний
63	Задовільний	Задовільний	Помірно небезпечний	Задовільний
64	Задовільний	Задовільний	Задовільний	

## 5.1. Критерії, прийняті для інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища

Промислова і сільськогосподарська діяльність людини істотно вплинула на природне середовище території.

Висока густина населення, велика кількість населених пунктів і, відповідно, систем комунікації (транспортної, енергетичної, зв'язку) призвели до безповоротних змін в природних ландшафтах. Основні техноогрогенні зміни, що деформують існуючі природні ландшафти об'єднані в такі групи:

- крупні промислово-міські агломерації та їх інфраструктури;
- невеликі населені пункти;
- зона впливу автомобільних, залізничних робіт, магістральних ліній електропередач, нафтопродуктопроводів.
- регіональні поля випадіння із атмосфери («Чорнобильський слід»);
- ділянки розливу забруднених водотоків;
- скорочення природних лісових масивів;
- агротехнічна обробка ґрунтів ландшафтів;
- внесення стандартних фосфорних, калійних та азотних добрив;
- використання в якості добрив побутових відходів та відходів великих тваринницьких комплексів;
- обробка територій фунгіцидами, гербіцидами та інсектицидами;
- проведення меліоративних робіт (осушення).

Комплексна інтерпретація отриманої в процесі геоекологічних досліджень багатofакторної екологічної інформації базується на підході, за яким визначаються максимальні значення показників, які характеризують найбільшу екологічну небезпеку згідно з критеріями, розробленими УкрДГРІ [30; 47].

Базовими показниками при оцінці екологічного стану геологічного середовища аркуша М-35-VIII слугують рівні забруднення ґрунтів, донних відкладів, поверхневих та підземних вод, рослинності мікроелементами, радіоізотопами, шкідливими хімічними сполуками, ураженість території небезпечними екзогенними геологічними процесами, що найшли відображення у відповідних графічних додатках.



## 5.2. Оцінка забруднення ґрунтів геохімічних ландшафтів

водного господарства  
та природокористування

З метою виявлення аномалій важких металів та інших токсичних елементів в ґрунтах виділених типів ландшафтів, проведена математична обробка узагальнених вибірок, що дозволило виявити аномальні величини концентрацій елементів, що втричі та більше перевищують медіанні оцінки розподілу (рис. 5.1).

Аналіз фонових (медіанних) значень мікроелементів в ландшафтах дозволяє зробити наступні висновки :

1. Кількісні показники та поведінка хімічних елементів в ландшафтах заплав та надзаплавних терас, зандрових та моренних типах ландшафтів близька до ідентичної, з максимальними Ti, Mn, Zv для зандрових безлісних ландшафтів Cr, Ni, Mo, Co та P для кінцевоморенних вершинних ландшафтів;

2. Акумулятивно-денудаційні ландшафти, що підстеляються лесовидними породами, а також денудаційні ландшафти з карбонатними підстелаючими породами характеризуються максимумами фоновими значеннями, практично, всіх мікроелементів, за виключенням Cr, Mo, Ni, найбільші значення яких припадають на акумулятивно-дефляційні еолові ландшафти;

3. З біогенних типів ландшафтів найбільша кількість максимальних значень фонів припадає на лучні безлісі ландшафти (V, Pb, Sn, Ti, Zn, Ag);

4. Порівняння фонових значень вибірок для різних типів ландшафтів (табл. 4.1) дозволяє оцінити гранично допустимі концентрації в ґрунтах для тих елементів, дані про які в нормативній документації відсутні.

Розподіл та характеристика геохімічних аномалій (за [22]) по типах ландшафтів приведена в зведеній порівняльній таблиці 5.2.

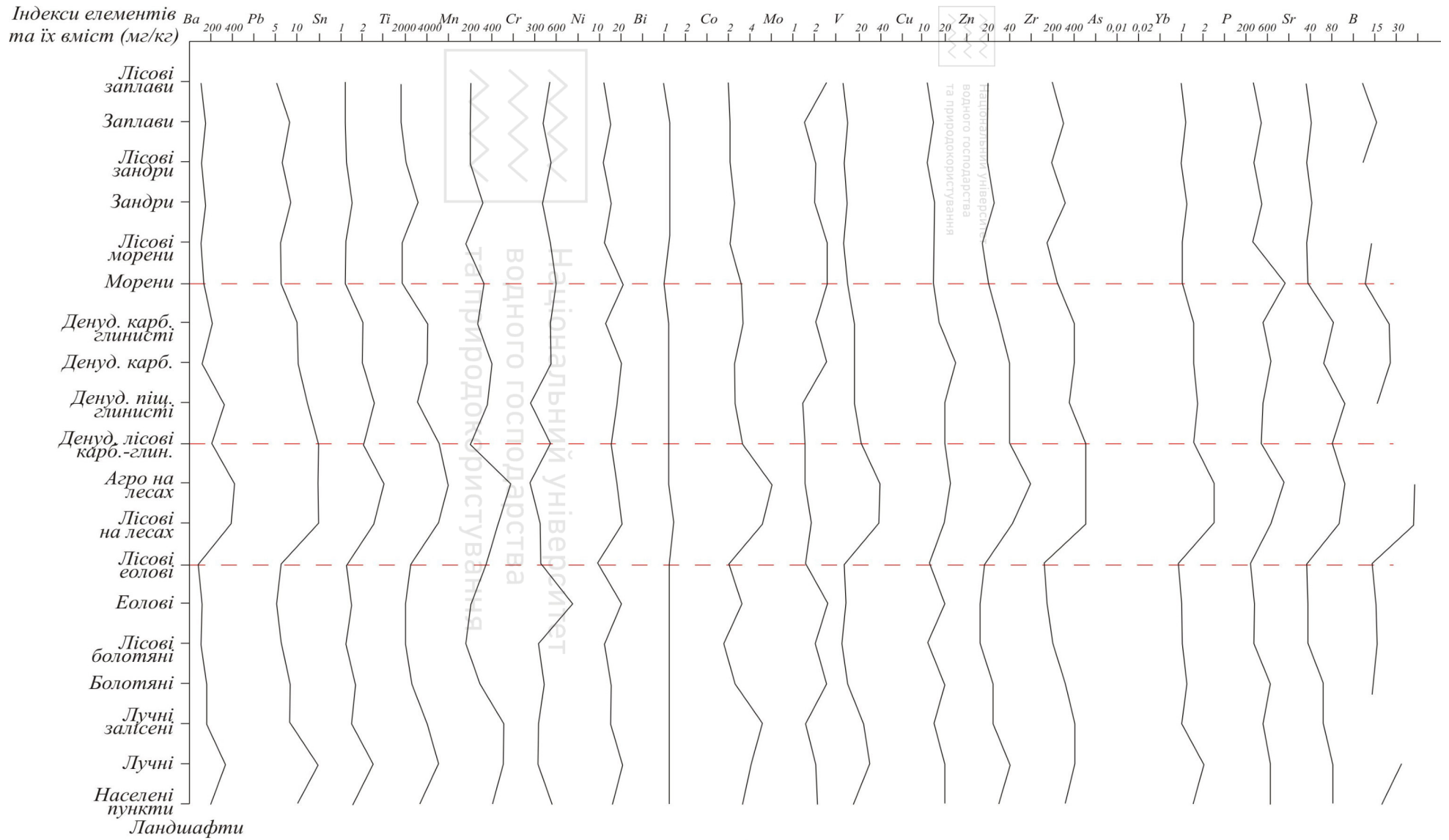


Рис. 5.1. Графіки розподілу фонових значень хімічних елементів в основних типах ландшафтів

Порівняльна характеристика кларкових та фонових значень хімічних елементів для ландшафтів території робіт за [22]

№ з/п	Індекси хімічних елементів	Ba	Pb	Sn	Ti	Mn	Cr	Ni	Bi	Co	Mo	V	Cu	Zn	Zr	Ag	Yb	P	Sr	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Кларки в земній корі (n 10 <sup>-4</sup> %)	65	16	2,5	4500	1000	83	58	-	18	1,1	90	47	83	170	0,07	0,33	930	340	12
2	Кларки для осадових порід (n 10 <sup>-4</sup> %)	80	20	10	4500	670	100	95	-	20	2	130	57	80	200	0,1	3	770	450	10
3	Зональні кларки для підз. ґрунтів (n 10 <sup>-4</sup> %)	-	11,5	2,9	4045	715	180	23,2	-	8,4	1,7	63,5	15,3	41,3	150	0,1	-	700	238	5,8
4	Зональні кларки для сірих лісових ґрунтів (n 10 <sup>-4</sup> %)	-	12,5	2,8	4400	1025	250	30,5	-	12,4	3,2	118	23,5	60	442	0,3		1500	258	12,3
5	Місцеві фонові (медіанні) значення вмісту для:																			
	- транс-елювіально-аккумулятивних лісових ландшафтів заплав та надзаплавних терас	100	5	1,2	1500	200	500	12	1	2	2,5	5	12	20	200	0,01	1	400	32	5
	- транс-елювіально-аккумулятивних агроландшафтів заплав та надзаплавних терас	150	8	1,2	1500	200	400	15	1,2	2	1,5	10	15	20	320	0,01	1,2	500	40	15
	- денудаційно-аккумулятивних слабо- та середньорозчленованих перигляціальних зандрових лісових ландшафтів	100	6,3	1,2	2000	200	500	12	1,2	2	2	8	12	20	200	0,01	1	400	32	5
	- денудаційно-аккумулятивних слабо- та середньорозчленованих перигляціальних зандрових ландшафтів	150	8	1,5	3200	320	400	15	1,2	2,5	2	10	15	25	320	0,01	1,2	500	40	-
	- денудаційних кінцевоморенних плоскогорбистих вершинних лісових ландшафтів	100	6,3	1,2	1500	150	500	12	1,2	2	2,5	6,3	15	15	150	0,01	1	400	32	12
	- денудаційних кінцевоморенних плоскогорбистих вершинних ландшафтів	120	6,3	1,2	1500	320	560	20	1	2,9	2,5	9	15	20	250	0,01	1	800	32	8
	- денудаційних плосковипуклих ландшафтів з карбонатно-глинистими підстеляючими породами	200	10	2	4000	250	500	12	1,2	3,2	2	15	17,5	32	400	0,01	1,5	500	80	25
	- денудаційних плосковипуклих ландшафтів з карбонатними підстеляючими породами	120	10	2	4000	400	500	20	1,2	2,5	2,5	15	25	40	400	0,01	1,5	630	63	25
	- денудаційних плосковипуклих ландшафтів з піщано-глинистими підстеляючими породами	320	12	2,5	3200	360	250	17,5	1,2	2,3	1,4	15	20	40	360	0,01	1,75	500	100	15
	- денудаційних плосковипуклих лісових ландшафтів з карбонатно-глинистими підстеляючими породами	200	15	2	5000	200	500	15	1,2	3,2	1,5	20	20	40	500	0,02	1,5	500	80	-
	- аккумулятивно-денудаційних агроландшафтів, інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстеляються лесовидними породами	400	15	3,2	6300	565	225	17,5	1,2	6,3	1,5	40	22,5	63	500	0,02	2,5	800	100	40
	- аккумулятивно-денудаційних лісових інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстеляються лесовидними породами	360	15	2,5	5000	450	360	20	1,35	5	1,75	36	20	45	500	0,02	2,5	630	90	40
	- аккумулятивно-дефляційних еолових лісових ландшафтів	85	6,3	1,25	2250	350	360	9	1,2	2	1,5	6,3	12,5	17,5	120	0,01	0,85	360	32	13,5
	- аккумулятивно-дефляційних еолових ландшафтів	100	5	1,5	2000	200	800	20	1,2	3,2	2,5	8	20	15	150	0,01	1	400	32	15
	- біогенних лісових болотяних ландшафтів	100	6,3	1,2	2000	150	320	12	1,2	1,5	2	6,3	12	15	200	0,01	1	400	32	15
	- біогенних болотяних безлісних ландшафтів	150	8	1,5	2500	285	400	15	1,2	2,5	2,5	10	20	25	320	0,01	1,2	630	63	12
	- біогенних лучних залісених ландшафтів	150	8	1,5	4000	500	320	15	1,2	5	1,5	25	15	25	400	0,01	1	500	63	-
	- біогенних лучних ландшафтів	320	15	2,5	5000	500	320	20	1,2	4	2	32	20	40	400	0,02	2	630	80	32
	- техногенних ландшафтів населених пунктів	200	10	1,5	3200	400	500	15	1,2	3,2	2,1	15	20	32	320	0,01	1,5	630	80	20
6	Гранично-допустимі концентрації або умовно-прийняті значення для ґрунтів.	2000	32	20	> 10000	1500	2200	100	10	20	20	150	100	100	1200	0,1	8,5	2000	630	50



Детальніше зупинимось на аномаліях тих хімічних елементів, вмісти яких наближаються, чи перевищують граничнодопустимі концентрації і можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища та здоров'я населення.

**Стронцій.** Підвищені вмісти поширені, практично, у всіх типах ландшафтів, за винятком еолових, денудаційних на крейдовому елювії та кінцевоморенних лісових ландшафтів. Виявлено 47 аномалій, серед них 8 – середньо- та висококонтрастних, що рівняються, чи перевищують ГДК (630 мг/кг). Вміст стронцію в аномаліях коливається в межах 100- >5000 мг/кг. В різних ландшафтах Sr асоціюються вибірково, з Ва, Р, В і майже обов'язково з Y, La, Ce, Be, Sc (табл. 5.3). Все вищесказане підтверджує думку про регіональність поширення аномалій Sr, Y, Yb, Sc, що може бути поясненим глобальними випадками з атмосфери, можливо, «Чорнобильським слідом». Нижче приведемо перелік аномалій стронцію, що виявлені в ході робіт та можуть впливати на стан здоров'я місцевого населення.

Таблиця 5.3

Аномалії стронцію, що негативно впливають на стан навколишнього середовища

№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
18	67	Точкова висококонтрастна	630	Кінцевоморенні і вершинні	р-н с. Грив'ятки
41	949	Точкова середньоконтрастна	630	Техногенні	с. Тельчі
60	680	-//-	5000	Зандрові	р-н с. Голоби
81	248	-//-	1200	Заплав та надзаплавних терас	р-н с. Крижівка
93	730	-//-	630	Денудаційні карбонатно-глинисті	р-н с. Тихотин
96	1074	Точкова висококонтрастна	5000	Зандрові лісові	р-н с. Берестяне



136	792	Точкова середньоконтрастна	630	Техногенні	с. Дідовичі
189	1126	Точкова висококонтрастна	5000	лесові	с. Усичі

**Барій.** Межі коливання фону на території робіт 85–400 мг/кг. Мінімум (85–100 мг/кг) в еолових ландшафтах, максимум – в акумулятивно-дефляційних ландшафтах на лесовидних породах (360–400 мг/кг). Найбільш стійкі асоціації з Sr, Be, Pb для зандрових ландшафтів та з V – для денудаційних ландшафтів з карбонатними підстеляючими породами. В усіх інших ландшафтах барій не входить в асоціації з іншими елементами. Виявлено 11 низьконтрастних та 1 середньоконтрастна аномалія барію. При умовно прийнятій граничнодопустимій концентрації барію 2000 мг/кг в ґрунтах, аномалій, що несуть безпосередньо загрозу для здоров'я населення не виявлено. Але слід звернути увагу на необхідність періодичного контролю вмісту Ва в ґрунтах населених пунктів Торчин, Гірка, Полонка, Голишів, Ставище (табл. 5.4). Зоною потенційної небезпеки слід рахувати ділянку від м. Луцьк до смт Торчин по межі розвитку лесовидних суглинків, де вмісти Ва в ґрунтах ландшафтів, іноді, перевищують 1500 мг/кг.

Таблиця 5.4

Аномалії барію, що негативно впливають на стан навколишнього середовища

№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
42	691	Низьконтрастна точкова	630	Техногенні	с. Сільце
50	675	-/-	400	Кінцевоморенні вершинні	р-н смт. Голоби
71	1172	-/-	400	Лісові болотяні	р-н с. Четвертня
105	1112	-/-	400	Денудаційні на еловії карбонатів	р-н с. Підгосне
133	740	-/-	400	-	р-н с. Башово



168	778	-//-	400	Лісові болотяні	р-н с. Заболотці
181	1124	-//-	1500	Акумулятивно-денудаційні на лесах	р-н с. Усичі
182	115	-//-	630	Техногенні	с/мг Торчин
198	537	-//-	630	-//-	с. Голишів
209	120	Середньоконтрастна а точкова	800	Лучні залісені	р-н с. Білостік
215	1139	Низькоконтрастна точкова	800	Техногенні	с. Гірка Полонка
216	1098	-//-	630	Техногенні	с. Ставище

**Цинк.** Межі коливання фону на території робіт 15–63 мг/кг з мінімумом для кінцевоморенних вершинних та акумулятивно-дефляційних еолових ландшафтів. Максимальний фон зафіксований в агроландшафтах інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстеляються лесовидними породами.

Підвищені вмісти Zn поширені в зандрових, моренних, болотних, денудаційних (на карбонатно-глинистому делювії) та техногенних ландшафтах. Виявлено 18 аномалій 9 табл. 5.5).

З них – 6 середньо – та висококонтрастних, що рівняються та перевищують ГДК для ґрунтів (100 мг/кг). Вміст Zn в аномаліях коливається в межах 50–1500 мг/кг.

Таблиця 5.5

Аномалії цинку, що негативно впливають на стан навколишнього середовища

№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
16	94-А	Середньоконтрастна точкова	120	Біогенні лісові, болотяні	р-н с. Світле, автодорога Київ-Варшава



56	666	Низькоконтрастна точкова	100	Денудаційного вирівнювання піщано глинистими підстиляючими породами	р-н з - відрізку автодороги Голоби- Бруховичі
91	49	Висококонтрастна точкова	1500	Перигляціольні зандрові	р-н с. Макаревичі
113	1111	Середньоконтрастна точкова	100	Денудаційного вирівнювання карбонатно-гли- нистими підстиляючими породами	р-н с. з Любче
122	135	-//-	100	-//-	Перетин доріг Луцьк-Ковель та Рожище-Ковель
123	133	Низькоконтрастна точкова	100	Техногенні	с.мт Рожище
153	136	-//-	100	-//-	с. Буків
176	140	Середньоконтрастна точкова	200	-//-	с. Першотравневе
183	27, 709, 710, 712, 1049	Низькоконтрастна точкова	100	-//-	м. Луцьк
203	1049	Середньоконтрастна точкова	150	-//-	с. Підгайці
215	1139	-//-	200	-//-	с. Гірка Полонка

В різних типах ландшафтів Zn асоціюється з такими групами хімічних елементів:

- з фосфором в лісових зандрових, болотяних та денудаційних з карбонатно-глинистими підстиляючими породами;

- з ванадієм та марганцем в перигляціальних зандрових ландшафтах;



- з V, Ga, Ni, Co, Mo, Ag в техландшафтах населених пунктів.

Виникнення літохімічних аномалій Zn на території робіт пояснюється декількома факторами:

- накопиченням на сорбційно-глеєвих геохімічних бар'єрах в супераквальних акумулятивних ландшафтах, де проходять нейтральне карбонатне оглеєння з накопиченням Zn, P;

- колоїдно-адсорбційними властивостями глинистої та гумусової фракції ґрунтів;

- постійно зростаючим впливом дизельних та бензинових двигунів, в районах поблизу автодоріг та залізниць, а також в селітебно-промислових ландшафтах. Нижче приводимо перелік аномалій Zn, що виявлені в ході робіт та можуть вплинути на стан здоров'я місцевого населення.

Аномалії цинку чітко групуються по площі. Найбільш потужна група площинних та точкових аномалій знаходиться в межах Луцької селітебно-промислової агломерації та її транспортної інфраструктури, що включає Луцьк та приміські населенні пункти – Першотравневе, Буків, Підгайці, Гірка Полонка, Маяки та інші. Вміст Zn в аномаліях досягає 200 мг/кг, що вдвічі перевищує ГДК.

Ряд точкових аномалій зафіксовані в районах смт Рожище та Голоби, з вмістом цинку в ґрунтах 100 мг/кг.

Висококонтрастна аномалія цинку (1500 мг/кг) зафіксована в лісовому задровому масиві південно-західніше с. Журавичі. Природа її пов'язана з техногенним впливом при проведенні військових навчань.

Таким чином, постійного контролю за вмістом цинку в ґрунтах потребують:

- Луцька селітебно-промислова агломерація;

- площі, що прилягають до автомагістралей регіонального значення:

  - Рівне – Луцьк – Львів; Луцьк – Ковель, Ковель – Сарни – Київ;

  - площі розміщення розформованих військових частин з ділянками проведення навчань

**Фосфор.** Межі коливання фону на території робіт 360–800 мг/кг з мінімумом для акумулятивно-дефляційних еолових лісових ландшафтів. Максимальні фонові значення спостерігаються в денудаційних кінцевоморенних ландшафтах та акумулятивно-денудаційних агроландшафтах, інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстеляються лесовидними породами.

Підвищені вмісти фосфору поширені в зандрових, алювіальних, болотяних, денудаційних ландшафтах з підстеляючими карбонатно-глинистими та лесовидними породами, а також в техноландшафтах населених пунктів.

Виявлено 10 аномалій (табл. 5.6), з них 4 середньо-висококонтрастні, в тому числі 6 за вмістом рівняються чи перевищують ГДК (2000 мг/кг). Вміст фосфору в аномаліях коливається в межах 1200–> 10 000 мг/кг.

Таблиця 5.6

Аномалії фосфору, що негативно впливають на стан навколишнього середовища

№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
95	649	Середньоконтрастна точкова	3200	Біогенні болотяні	р-н с. Журавичі
105	1112	Висококонтрастна точкова	10000	Денудаційні на елювії карбонатних порід	р-н с. Любче
171	608	Низькоконтрастна точкова	2000	Техногенні	с. Пальче
181	1124	Висококонтрастна точкова	10000	Акумулятивно-денудаційні Агроландшафти з лесовидними підстеляючими породами	р-н с. Усичі
211	1052	Середньоконтрастна точкова	2000	Техногенні	с. Крупа
215	1139	Середньоконтрастна точкова	2000	Техногенні	с. Гірка Полонка

В різних типах ландшафтів фосфор виступає самостійно, або з такими групами хімічних елементів:

- з Sr, Y, Yb, La, Sc в зандрових, алювіальних та лісових болотяних ландшафтах;



з  $Zn$  в болотяних та денудаційних карбонатно-глинистих ландшафтах.

Нижче приводимо перелік аномалій фосфору, що виявлені в ході робіт та можуть впливати на екостан навколишнього середовища та здоров'я населення.

Одним з головних чинників накопичення фосфору в ґрунтах є внесення мінеральних добрив, з подальшим перерозподілом на геохімічних бар'єрах. Періодичного контролю за внесенням фосфорних добрив та вмістом в ґрунтах  $P$ ,  $As$ ,  $Cd$ ,  $Y$ ,  $Yb$  потребують наступні площі:

- агроландшафти на підстеляючих лесовидних породах, зокрема, в районах сіл Усичі, Гірка Полонка, Крупа, Пальче;
- біогенний болотяний меліоративний масив на південний захід та південь від с. Журавичі;
- агроландшафтний масив навкруги с. Любче.

**Свинець.** Межі коливання фону на території робіт 5–15 мг/кг, з мінімумом для лісових ландшафтів заплавл та надзаплавних терас та еолових ландшафтів. Максимальні фонові значення спостерігаються в біогенних лучних ландшафтах та денудаційних, акумулятивно-денудаційних ландшафтах з підстеляючими карбонатно-глинистими та лесовидними породами.

Підвищені вмісти  $Pb$  поширені в зандрових, алювіальних, лісових болотяних та лучних, а також техногенних ландшафтів населених пунктів. Виявлено 7 аномалій свинцю (табл. 5.7), з них 4 середньо – та висококонтрастних, в тому числі 4 за вмістом рівняються чи перевищують ГДК (32 мг/кг). Вміст  $Pb$  в аномаліях коливається в межах 15–100 мг/кг.

В різних типах ландшафтів свинець виступає самостійно, або з такими групами хімічних елементів:

- з міддю в лісових зандрових ландшафтах;
- з ванадієм, галієм в лучних залісених ландшафтах;
- з цинком в лісових болотяних ландшафтах.

Нижче приводимо перелік аномалій свинцю, що виявлені в ході робіт та можуть впливати на стан здоров'я місцевого населення.



№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
97	50	Висококонтрастна точкова	100	Лісові зандрові	р-н с. Микове
152	38	Середньоконтрастна точкова	40	Техногенні	смт Ківерці
170	988	Низькоконтрастна точкова	32	Техногенні	с. Маяки
204	1050	Середньоконтрастна точкова	40	Техногенні	с. Підгайці

**Бор.** Межі коливання фону на території робіт 5–40 мг/кг з мінімумом для лісових ландшафтів заплав та надзаплавних терас та лісових ландшафтів перигляціальних зандрових денудаційно-аккумулятивних поверхонь.

Максимальний фон зафіксований в акумулятивно-денудаційних ландшафтах, інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстеляються лесовидними породами.

Підвищені вмісти бору поширені майже в усіх типах ландшафтів, за виключенням кінцевоморенних вершинних ландшафтів, денудаційних з карбонатно-глинистими підстеляючими породами та біогенних болотяних.

Виявлена 51 аномалія (табл. 5.8), з них 26 середньоконтрастних та 1 висококонтрастна. 7 аномалій за вмістом перевищують умовно прийняту границю – допустиму концентрацію (50 мг/кг). Вміст бору в аномаліях коливається в межах 20–80 мг/кг.

Природа виникнення аномалій бору на території робіт не визначена. Територіально аномалії згруповані на 3-х чітко визначених площах:

- обмежених населеними пунктами Голоби, Мужель, Бруховичі, Жмудче, Поповичі (№№ 43, 47, 56, 58, 60, 61, 63, 64);
- обмежених селами Розничі, Копилля, Граддя (№№ 34, 48, 49);
- з півночі обмеженою селами Михайлівка, Уляники, Іванчиці,



Маяки, Липини, з сходу – м. Луцьк, з півдня та заходу – рамками аркуша М-35-VIII.

Нижче приводимо перелік аномалій бору, що можуть впливати на стан здоров'я місцевого населення.

Таблиця 5.8

Аномалії бору, що негативно впливають на стан навколишнього середовища

№№ аномалій	№№ точок спостереження	Контрастність	Вміст (мг/кг)	Вміщуючі ландшафти	Місцезнаходження
1	2	3	4	5	6
49	857	Середньоконтрастна точкова	63	Лучні агроландшафти	р-н с. Розничі
108	698	Середньоконтрастна точкова	50	Денудаційні на делювії карбонатних порід	р-н с. Козин
176	140	Середньоконтрастна точкова	50	Техногенні	с. Першотравневе
181	1124	Висококонтрастна точкова	80	Акумулятивно- денудаційні з підстилаючими лесовидними породами	р-н с. Усичі
200	116-119	Середньоконтрастна площинна	50	-/-	р-н с. Торчин
207	129	Середньоконтрастна точкова	50	Техногенні	с. Цеперів
213	751	Середньоконтрастна точкова	50	-/-	с. Сьомаки

Не визначену природу мають окремі середньо- та висококонтрастні аномалії Sn (№ 10), Ti (№ 71), Bi (№ 156, № 159), Mn (№ 32, № 69, № 177, № 216).

Системи комунікації, зокрема, автодороги та залізниці відчутно деформують природну ландшафтну структуру території. Накопичення мікроелементів в безпосередній близькості від автодоріг залежить від декількох важливих факторів:

- типів ґрунтів з властивими кожному з них сорбційними властивостями;



- ландшафтних характеристик місцевості поблизу транспортних магістралей;

- метеорологічного (переважаючий напрям вітру та його сила);
- наявності природних та штучних перешкод для переносу забруднюючої суміші (лісові та кущові насадження і т.п.);
- інтенсивності експлуатації транспортних магістралей та природоохоронних захисних заходів.

Для спрощення аналізу вмістів в поперечних профілях було використано нормування значень до фонових для ландшафту, котрий пересікався профілем.

Таким чином, отримані графіки коефіцієнтів концентрації мікроелементів в профілях. Як найбільш інформативні використані графіки розподілу свинцю та цинку (рис. 5.2).

Вмісти свинцю та цинку в профілях 1, 2 (с. Переспа), що знаходяться в біогенних лучних ландшафтах, перевищують фон в 1,2–1,3 рази на віддалі 10 м по обидві сторони від автотраси та залізниці. Загроза для навколишнього середовища незначна.

Профіль 3, що знаходиться в денудаційному ландшафті з підстеляючими карбонатними породами, за розподілом вмістів Pb, Zn схожий з профілем 2, хоча концентрації досягають 2,0–2,5 кратного перевищення над фоном, а ширина забрудненої смуги – 20 м. Загроза для навколишнього середовища незначна.

Слід виокремити профілі 4 та 5, що пересікають автотрасу та залізницю на південно-західній околиці смт. Ківерці в напрямку до м. Луцьк.

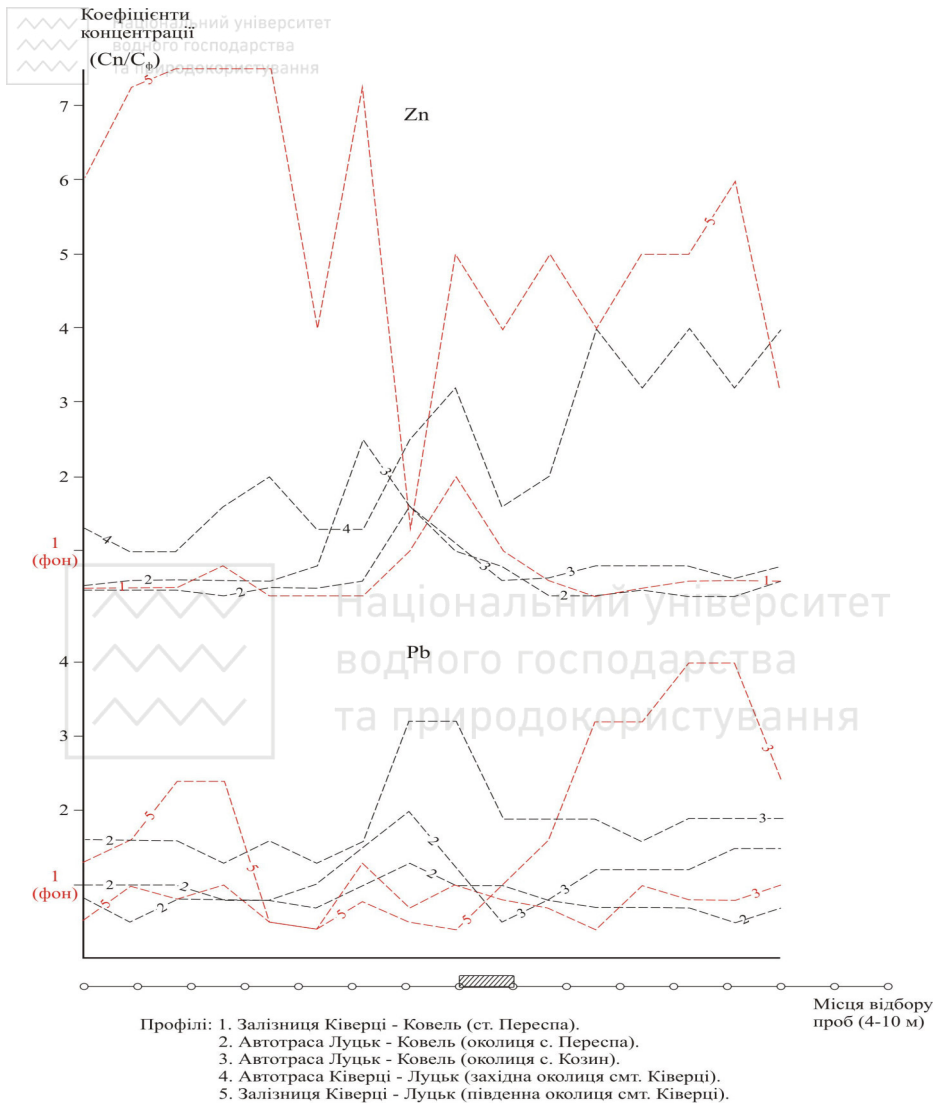


Рис. 5.2. Графіки розподілу свинцю та цинку в поперечних профілях через транспортні комунікації за [22]

На всю ширину профілів присутні перевищення над фоном, що досягають 4-кратного для Pb та 10-кратного для Zn. В профілі 5 вмісти

цинку в окремих пробах ґрунтів досягають 250–320 мг/кг при гранично допустимих концентраціях 100 мг/кг.

Необхідно запровадити періодичний контроль за вмістами мікроелементів в ґрунтах на присадибних ділянках поблизу автотраси та залізниці Ківерці-Луцьк в південно-західному передмісті смт Ківерці та припинити виробництво сільгосппродукції та корму для тварин на ділянках безпосередньо наближених до доріг.

### **5.3. Оцінка забруднення донних відкладів**

В процесі обробки результатів спектральних аналізів донних відкладів були виявлені аномальні величини концентрацій елементів за критеріями, що базуються на оцінці медіанних показників розподілу (табл. 5.9).

Для аналізу екологічної ситуації були використані середньо-висококонтрастні аномалії та ті низькоконтрастні, вмісти хоча б одного з елементів, в яких перевищують ГДК.

Виявлено 145 аномалій (з 708 точок опробування), що складає 20% загального числа проб за [20]. Всі аномалії точкові, переважно поліелементні і характеризують складні, що часто перекриваються, огротехногенні потоки розсіювання, в яких основну роль відіграють – Mn, Sr, P, Zn, Pb, B, Mo, Ba, Co, Zr.

Водозбірні площі, донні відклади водотоків та водойм яких містять небезпечні для здоров'я населення вмісти хімічних елементів, утворюють мозаїчно-плямисту структуру з більшою густиною плям на півдні та заході території робіт.

Детальніше зупинимось на характеристиці поведінки окремих хімічних елементів, вмісти яких перевищують ГДК.

Критерії відбраковки результатів спектральних аналізів донних відкладів за [22]

Критерії відбраковки результатів спектральних аналізів донних відкладів	Індекси хімічних елементів, значення в мг/кг																								
	Ba	Be	Pb	Sn	Ti	Mn	Nb	Ga	Cr	Ni	Bi	Co	Mo	V	Cu	Zn	Zr	Y	Yb	La	P	Sr	Sa	Li	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Значення медіанної оцінки фону	150	1	6,3	1,5	2000	250	10	2,5	400	12	1,2	2,5	2	10	15	25	200	12	1,2	15	500	80	6,3	10	15
Нижня межа геохімічних аномалій:																									
- низькоконтрастних	450	3	18,9	4,5	6000	750	30	7,5	1200	36	3,6	7,5	6	30	45	75	600	36	3,6	45	1500	240	18,9	30	30
- середньоконтрастних	750	5	31,5	7,5	10000	1250	50	12,5	2000	60	6	12,5	10	50	75	125	1000	60	6	75	2500	400	31,5	50	50
- висококонтрастних	1500	10	63	15	20000	2500	100	25	4000	120	12	25	20	100	150	250	2000	120	12	150	5000	800	63	100	60
Гранично-допустимі концентрації (ГДК), а при їх відсутності – умовно прийняті значення	2000	10	32	15	10000	1500	100	25	2000	100	10	20	20	150	100	100	1200	120	12	150	2000	630	63	100	50

**Марганець.** В 31 виявленій аномалії переважно більшість значень знаходиться в межах 3–5 ГДК (1500–6300 мг/кг) і лише одна – >5 ГДК (ан. 83, вміст 10 000 мг/кг).

Територіально аномалії Mn згруповані таким чином:

1. В південно-західній частині території:

- водозбірна меліорована система р. Фоса в районі населених пунктів Горидині, Романів, Яблунівка, Підгірне з забрудненням 1200–10000 мг/кг;

- р. Серна (Сірна) в відрізку між сс. Заболотці, Шепель, Буків, Сирники з забрудненням в межах 1200–6300 мг/кг.

2. В південно-східній та південній частині території:

- водозбірна система р. Путилівка з лівою притокою річкою Оснище обмежена населеними пунктами Гаразджа, Цумань (відповідно із заходу та сходу), Мочулки та Личани (з півночі та півдня), з забрудненням 1000–6300 мг/кг.

3. В північно-західній частині території:

- водозбірна система р. Ставкова та р. Стохід обмежена населеними пунктами Рудка-Мирина, Ситовичі, Підріжжя з вмістами 1500–2000 мг/кг.

Крім донних відкладів, на вищеперахованих площах зафіксовані аномалії Mn в ґрунтах та сухому залишку поверхневих вод, що сумарно створює помірно загрозливий стан геологічного середовища (Mn – III клас небезпеки, ГДК 1-10).

**Цинк.** Виявлена 31 аномалія з вмістами більшими за ГДК (100 мг/кг), з них 6 з забрудненими більше 3-х ГДК, що при I-му класі небезпеки для Zn створює дуже напружений стан екологічного середовища.

По території робіт аномалії Zn згруповані таким чином:

- р. Оснище на відрізку між сс. Жорнище-Чемерин з забрудненням 500-630 мг/кг в комплексі з Mn, Pb, V;

- водозабірна площа р. Конопелька та меліорованих правих приток р. Стир на відрізку між смт. Рожище та Ківерці з вмістами 100–2000 мг/кг;

- водозбірна площа р. Лютиця обмежена населеними пунктами Тихотин, Залісці, Рудка Козинська, Переспа з забрудненням 80–320 мг/кг;

- водозбірна площа р. Стохід в районі населених пунктів Голоби-Богушівська Мар'янівка, Малинівка з забрудненням 100–320 мг/кг.

Слід визначити, що більшість виявлених аномалій Zn територіально співпадають з основними автотранспортними магістралями, в тому числі з автотрасою Рівне-Луцьк-Ковель і обумовлені впливом автотранспорту на заплавні транс-алювіально-аккумулятивні ландшафти, селітебно - промислові зони населених пунктів і подальшим переносом в водотоки та водойми.

Аналогічне походження мають і 4 виявлені точкові середньоконтрастні аномалії свинцю з вмістами 32–63 мг/кг (ГДК-32 мг/кг): аномалія 82 (с. Клепачів, залізниця Ківерці-Ковель), аномалія 107 (с. Звірів, автотраса Рівне-Луцьк), аномалія 112 (автотраса Дерно-Олика), 114 (м. Луцьк).

**Фосфор.** Виявлено 24 аномалії з вмістами, що перевищують ГДК (2000 мг/кг), з них 3 з забрудненнями більше 3-х ГДК (6300–10 000 мг/кг). Вони точкові і знаходяться в районі населених пунктів Малинівка та Вугли. Решта аномалій розміщені хаотично по всій території робіт і свідчать про застосування засобів хімізації, перевнесення фосфорних добрив, що поступають в водне середовище з поверхневими водами та ґрунтовим стоком.

**Стронцій.** Виявлені 19 аномалій з вмістами, що перевищують ГДК (630 мг/кг), з них лише 1 з забрудненням 2 ГДК (аномалія 5, 1500 мг/кг).

По площі аномалії Sr згруповані таким чином:

в північно-західній частині території:

- ліва притока р. Стохід в районі с. Поворськ з забрудненням 1000–1500 мг/кг;

- водозбірний басейн р. Ставкова, обмежений селами Мельниця, Нужель, Жмудче з забрудненням 630–800 мг/кг;

в західній частині території:

- водозбірний басейн рр. Стохід та Лютиця в районі сіл Трилісці, Мильськ, Духче з вмістами 630 мг/кг;

в південній та південно-західній частині території:

- р. Серна (Сірна) в смт Торчин (аномалія 110) з вмістом 630 мг/кг;

- водозбірний басейн р. Черногуска обмежений селами Оздів та Гірка Полонка з вмістом 1000 мг/кг;

- р. Конопелька, в районі с. Олександрія (аномалія 99) з вмістом 630 мг/кг.

Аномалії Sr в донних відкладах, вірогідно, обумовлені регіональними полями випадів з атмосфери («чорнобильський слід») та подальшим стоком в водотоки та водойми.

**Бор.** Виявлено 14 аномалій невизначеної природи з вмістами 50–63 мг/кг при медіані – 15 мг/кг. Переважна більшість з них згрупована на водозбірній площі р. Стир на відрізьку від с. Четвертня до с. Куликовичі, а також водозбірній ділянці р. Олика в районі населених пунктів Граддя та Рудка. Окремі точкові аномалії зафіксовані в південно-західній та південній частині території робіт.

#### 5.4. Оцінка забруднення поверхневих і підземних вод

З метою отримання інформації про гідрохімічний стан водотоків, водойм та питної води з першого від поверхні водоносного горизонту (рис. 5.3), територія досліджень була охоплена мережею точок опробування, в яких аналізувались донні відклади та проби води [20]. Проаналізовано 240 повних хімічних аналізів води, 134 напівкількісних спектральних аналізів сухого залишку, більше 70 хімічних аналізів на виявлення пестицидів, фенолів, СПАР, нафтопродуктів, 708 напівкількісних спектральних аналізів донних відкладів.

##### 5.4.1. Забруднення поверхневих вод та вод I-го від поверхні водоносного горизонту

Щільність опробування території робіт для повного хімічного аналізу складала 0,05 проби на 1 кв. км, що відповідає віддалі 9–10 км між точками опробування. Проаналізовано 159 проб з колодязів та 81 проба з поверхневих вод. Детальніше зупинимось на характеристиці тих компонентів хімічного складу води, де зафіксовані перевищення над граничнодопустимими концентраціями.

**Сухий залишок.** Аномальні вмісти сухого залишку (> 1000 мг/л) в питній воді (колодязях) характерні для 30-ти населених пунктів, або 19% від загального об'єму опробування колодязів. Населені пункти з високим вмістом сухого залишку в воді згруповані в 3-х типах ландшафтів (табл. 5.10):

- сіаліто-карбонатно-глинистих денудаційного вирівнювання з підстеляючими карбонатними та карбонатно-глинистими породами (22 села);
- сіаліто-карбонатно-глинистих акумулятивно-денудаційних з підстеляючими лесоподібними породами (4 села);
- карбонатно-феритових транзитних біогенних болотяних та лучних (4 села).



Волино-подільська серія  
М-35-VIII (Луцьк)

2008 р.

Умовні позначення

а б в • Міся відбору гідрохімічних проб та їх номери: а-поверхневі водотоки та водойми, б-колодязі; в - сніговий покрив

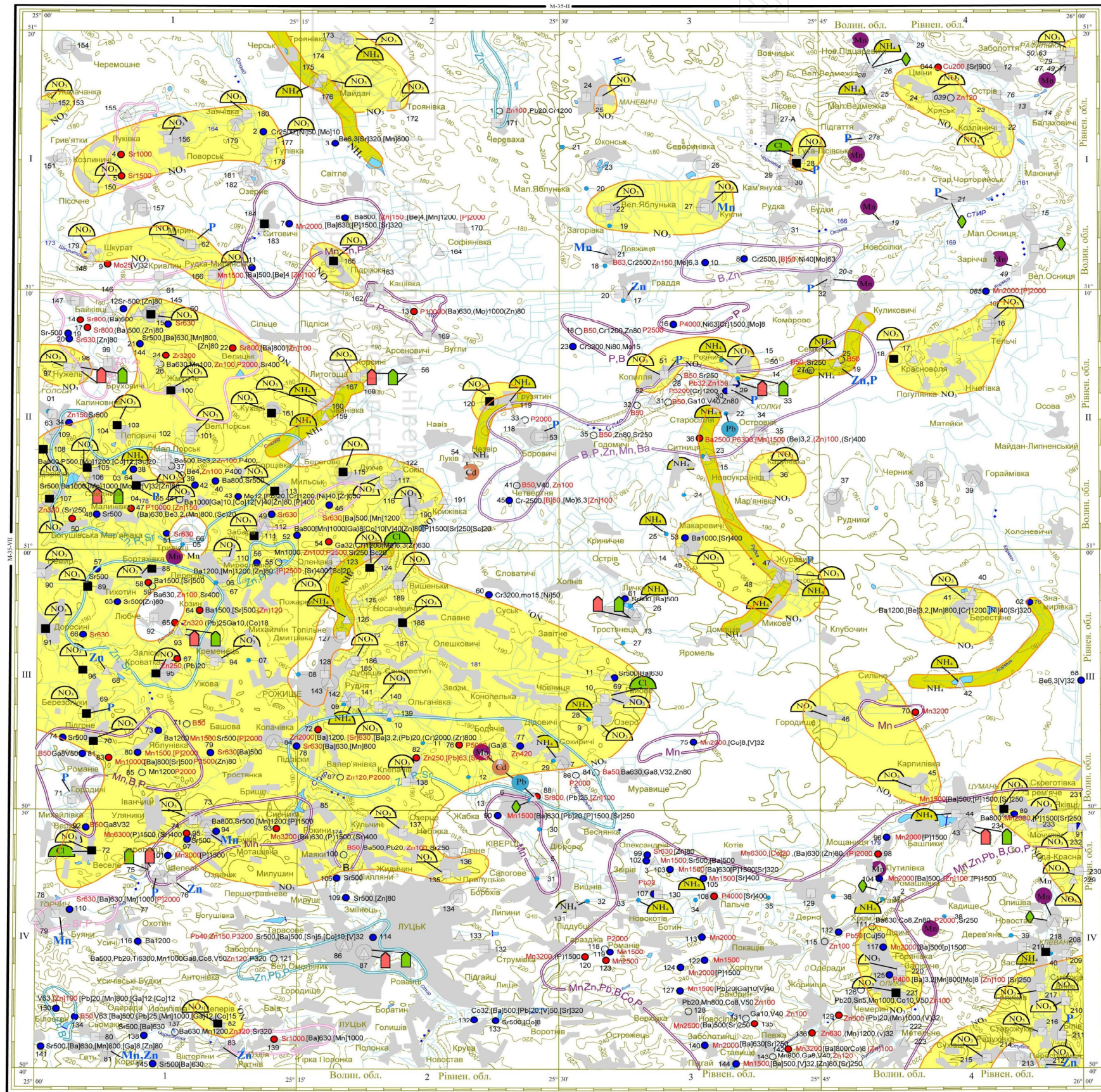
Еколого-гідрохімічний склад поверхневих та підземних вод (концентрації компонентів складу на рівні та вище гранично допустимих)

Типи вод	Показники загального хімічного складу вод					Забруднюючі речовини							
	сухий залишок	жорсткість	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CL <sup>-</sup>	метали				СПАР	пестициди	
	кв. л/л	мг/л		мг/л	мг/л	мг/л	Pb	Mn	Cd	Ni	ДДТ	ГХЦГ	
Вода підземна (колодязі)	>1000	>7,0	6,5-8,5	>1	>45	>350	>0,03	0,1	>0,001	>0,1	>0,05		
Поверхневі води (річки, канали, озера), сніг	Zn<100 Mn<1500 P>2000		<6,5 >8,5	>1	>45	>350	>0,03	0,1	>0,001	>0,1	>0,05		
Клас небезпеки	1-3			3	3	4	2	3	2	3	4	2	4

а б в • Геохімічні аномалії та їх номери в пробах донних відкладів з водойм та водотоків:  
а - низькоконтрастні (1-5 фонових значень)  
в - висококонтрастні (>10 фонових значень)  
в - середньоконтрастні (5-10 фонових значень)  
Червоним кольором зображені хімічні елементи, вмісти яких в пробах перевищують гранично допустимі концентрації (мг/кг)

Контур площ з вмістами хімічних елементів в донних відкладах, що складають небезпеку для здоров'я населення (колір лінії відповідає кольору провідного хімічного елементу)

Площі із небезпечними (що перевищують ГДК) вмістами нітратів (NO<sub>3</sub>) та іонів амонію (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) в поверхневих водах та водах I-го водоносного горизонту



1:200 000

Рис. 5.3. Карта гідрохімічного забруднення за [22]

Зведена порівняльна характеристика забруднення ґрунтів геохімічних ландшафтів за [22; 47]

№ з/п	Геохімічні ландшафти	Кількість проб ґрунтів	Кількість геохімічних аномалій	Характеристика геохімічних аномалій					Хімічні елементи, вмісти яких перевищують чи дорівнюють ГДК, або 10-ти фоновим значенням
				Кількість аномалій (в дужках, в тому числі площинних) різної контрастності			Провідні асоціації хімічних елементів (елементи накопичення/елементи розсіювання) та кількість аномалій в них		
				низької	середньої	високої			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Транс-елювіально-аккумулятивні лісові ландшафти заплави та надзаплавних терас	37	10	9	1	-	Sr (P)-2; Cr (Ni, Mo, Cu, Co)-2; Mn-3; Ti-1; Yb/Y-1; B-3 Примітка. Декілька асоціацій можуть входити в комплексну аномалію	-	
2	Транс-елювіально-аккумулятивні агроландшафти заплави та надзаплавних терас	13	8	5	1	2	Sr (P)-3; Cr (Ni, Mo, Cu, Co)-2; Mn-1; V, Ti-3; Pb/Mo-1; B-1	Sr	
3	Денудаційно-аккумулятивні слабо – та середньорозчленовані перигляціальні зандрові лісові ландшафти	124	37	31(2)	3	3	Sr (Sc, Be, Yb), Ba/Cr, Mo, Zn, Cu-7; Cr, Ni, Mo-13; V (Ga)-4; Mn, B-12; Zn, P-1; Ti/Cr-1; Pb, Cu-1	Sr, Yb, Mn, Pb, Cu	
4	Денудаційно-аккумулятивні слабо – та середньорозчленовані перигляціальні зандрові ландшафти	49	15	12(1)	2	1	Sr (Be), Ba, Pb-3; Sr, P-1; V, Zn, Mn-3; Cr (Mo)/Zr-5, Ga-2, B-4	Sr, Zn	
5	Денудаційні кінцевоморенні плоскогорбисті вершинні лісові ландшафти	11	3	1	-	2	Mn-1; Sn/Mn-1; Ag/Zr, Ti-1	Ag, Sn	
6	Денудаційні кінцевоморенні плоскогорбисті вершинні ландшафти	11	2	-	1	1	Sr (Sc, Y, La, B)-2; Ba-1; Zn-1	Sr	
7	Денудаційні плосковиуклі ландшафти з карбонатно-глинистими підстиляючими породами	55	12	9(1)	3	-	Sr -1; Cr, Ni/Mn-3; Mn (V, Ga)-6; Zn, P-2	Sr, Zn	
8	Денудаційні плосковиуклі ландшафти з карбонатними підстиляючими породами	7	4	2(1)	1	1	Cr (Mo)-1; Ba, V-3; P(Y, Yb)-1, B-1	P, B	
9	Денудаційні плосковиуклі ландшафти з піщано-глинистими підстиляючими породами	13	6	4	2	-	Sr/Mo-2; Cr (Ni, Mo)/Mn-1; Zn-1; Mn-1; B-2	Zn	
10	Акумулятивно-денудаційні агроландшафти крутозгорблених, інтенсивно розчленованих поверхонь, що підстиляються лесовидними породами	31	11	5	5(2)	1	Sr (Y, Yb, La)-2; Cr (Mo)-4; V (Ga)-1; P-1; Ba-1; B-6	Sr, P, B	
11	Акумулятивно-дефляційні еолові ландшафти	21	2	2	-	-	Mn-2; Zr(Y)-1	-	
12	Біогенні лісові болотяні ландшафти	34	14	9(3)	4	1	Sr (Y, Yb, La, Sc), P-5; Sr (Be)/Cr, Mo-1; V (Ga), Pb-5; Ti (Nb, Co) -2; Mn/Cr Ni, Mo, Ti -5; Zn (Pb)-1; Cr (Ni, Mo, Sn) -3, Ba-2; Zr-1; B-1	Zn, Ti	
13	Біогенні болотяні ландшафти	34	9	4	3	2	Sr -2; Bi (V)/Cr-2; Ga/Ti, Nb, Cu, V, Mn-1; P, Zn/Cr Mo-1; Mn-1; Cr (Ni)/Be-1	P, Bi	
14	Біогенні лучні залісені ландшафти	11	4	2	2	-	Sr (Y, Yb, Sc)-1; Mo/Ba, Ti, Mn, V, Ga, Zn-1, V (Ga), Pb-2; Mn-2, Ba-1, B-1	-	
15	Біогенні лучні ландшафти	62	6	4	2	-	Sr/V(Ga), Pb, Sn, Ti, Ba-2, Cr (Ni, Mo), Zr/Sr (Sc, Be, Y, La), V (Ga), Ba-2, B-2	B	
16	Техногенні ландшафти в населених пунктах	245	75	51(3)	24(1)	-	Sr (Sc, Be)/V, Zn, Zr, Ni, Ti -13, V(Ga, Ni, Co, Mo, Ag), Zn/Sr-24 Cr (Ni, Mo, Cu, Co)/Sr, Ba, V, Mn-16, P/V, Sr, Ni Mo-3, Ba/V, Ti, Cr, Cu, Sn-5, Pb/Sr-4; Mn/Ti, Cr, Ni, Zr, Cu, Sn-2, B-28	Zn, B, Sr, P, Pb	

Загальною рисою вищезгаданих ландшафтів є висока геохімічна активність  $\text{Ca}^{2+}$ , що, відповідно призвела до накопичення високих вмістів нерозчинного залишку, а також аномально високої жорсткості води.

Стосовно мікроелементного складу нерозчинних залишків в пробах питної води, то аномальні вмісти характерні для цинку, марганцю та фосфору. Максимальні вмісти Zn та Mn в питній воді зафіксовані, відповідно в с. Шепель та смт. Торчин і становлять 500 (Zn) мг/кг та 5000 (Mn) мг/кг.

Забрудненість питної води фосфором набула значно більшого поширення. Аномальні вмісти P в сухих залишках проб води (2000 – >10000 мг/кг) зафіксовані в 11-ти населених пунктах, більшість з яких розміщена поблизу р. Стир в центральній та північно-східній частині території робіт (сс. Боровичі, Копилля, смт. Колки, сс. Комарово, Гута Лісовська, Журавичі) з максимумом в с. Боровичі.

Поверхневі води вивченої площі містить незначну кількість аномалій мікроелементів в сухому залишку проб води і територіально розміщені так:

- р. Стир, відрізок між сс. Семаки та Куликовичі, Zn 300, P 2000 мг/кг;
- р. Лютиця в районі с. Кроватка Zn 500 мг/кг;
- р. Серна на відрізку між сс. Шепель та Івачиці, P 7000 мг/кг;
- р. Черногуска, відрізок між сс. Гать та Цеперів, Mn > 10000, Zn 100–150 мг/кг;
- р. Стубла в районі с. Пересопниця, Zn 200 мг/кг.

**Кислотно-лужний баланс (рН).** Аномальні показники рН ( $\leq 6,5 \geq 8,5$ ) зафіксовані в 31% проб питної води з колодязів та 47% проб води з поверхневих водотоків, включаючи річки Стир, Стохід, Черногуска, Лютиця, Кормин, Серна, Стубла. Питна вода (колодязі) в 48 населених пунктах має порушений баланс рН.

Масово-деформований кислотно-лужний баланс поверхневих вод та вод I-го водоносного горизонту має ландшафтне підґрунтя. Широке розповсюдження на території карбонатно-крейдянго цоколю, що розмивається поверхневими водами та є вміщуючим для ґрунтових вод призводить до підвищення в воді вмісту  $\text{CO}_2$  та карбонатів, які суттєво впливають на показники кислотно-лужного балансу. Іншим, не менш вагомим фактором, що впливає на рН є присутність гумінових кислот у воді, основне джерело яких – торфові води.

Велика площа біогенних болотяних та лучних ландшафтів з низинними торфовищами суттєво збільшують кількість торфових вод в загальному водному балансі регіону.

**Нітрати, іони амонію та хлору ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Cl}$ ).** Вивчена територія характеризується високим рівнем забрудненості питної води (колодязі) нітратами з вмістами, що перевищують 45 мг/л.

Пляма забруднення великого розміру займає західну та, частково, центральну частину території робіт та обмежена з півночі населеними пунктами – Голоби, Кривин, Іванівка, з сходу – Духче, Крижівка, Вишеньки, Гайове, Озеро, з півдня – Сокириці, Прилуцька, Іванчиці, Веселе, Підгірне. Вода з колодязів (за результатами опробування) переважної більшості населених пунктів в межах вищезначеної плями містить нітрати в кількостях, що перевищують ГДК.

Нижче приводимо перелік невеликих ділянок забруднення питної води нітратами, що виявлені на території робіт та обмежуються населеними пунктами:

- Майдан-Троянівка-Черськ; Козлиничі-Поворська-Заячівка-Гулівка; Шкурат-Мирин-Рудка Миринська (північно-західний фланг площі аркуша);
- Красноволя-Тельчі, Розничі-Копилля; Велика Яблунька – Кукли; Макаревичі-Журавичі (північний схід та центр);
- Городище-Карпилівка; Грем'яче-Мочулки-Руда-Красне; Смержів-Сторожів-Білів (південь та південний схід).

Поверхневі води регіону, за результатами опробування на визначення іонів амонію, містять окремі ділянки забруднення з вмістами, що перевищують ГДК ( $> 1$  мг/л):

- меліоративна система району сіл Черськ, Майдан, Світле;
- р. Стохід на відрізку між селами Корсині, Літогоща, Іванівка, Берегове;
- меліоративна система району сіл Грузятин та Незвір;
- р. Стир на відрізку між селами Куликовичі та Сімаки;
- р. Стир на відрізку між селами Кобче та Топільне;
- р. Рудка на відрізку між населеними пунктами Домашів та Колки;
- р. Кормин на відрізку між селами Сильне та Знамирівка.

Іони хлору невизначеної природи, в питній воді колодязів виявлені в сс. Гута Лісівська, Кобче, Веселе, Озеро.

Просочування відходів тваринництва, в межах населених пунктів, в добре дреноючі ґрунти – одна з основних причин появи в воді колодязів нітратів, нітритів, іонів амонію в кількостях, перевищуючих

граничнодопустимі, що може привести до захворювань населення та хвороб тварин. Невідкладними мірами для покращення екологічної ситуації в цьому аспекті забруднення є бетонування місць збереження відходів тваринництва та будівництва автономних систем водозабезпечення в населених пунктах.

**Пестициди, поверхнево-активні речовини, шкідливі мікроелементи в складі поверхневих вод.** Вибіркове опробування виявило присутність залишкових слідів пестицидів (ДДТ, ГХЦГ) в наступних водоймах та водотоках:

- ставки в районах сіл Тростянець, Новий Мосир, Цумань;
- р. Стир в смт Колки та м. Луцьк;
- р. Стохід в районі с. Арсеновичі;
- р. Лютиця в районі сіл Любче та Рудка Козинська;
- р. Серна в районі с. Шепель.

Поверхнево-активні речовини ( $\text{ГДК} > 0,05 \text{ мг/л}$ ) та шкідливі мікроелементи в складі поверхневих вод виявлені в:

- р. Стубла західніше смт Клевань (СПАР, Mn);
- р. Путилівка на схід від с. Ставок (СПАР, Mn);
- меліоративна система на північно-східній околиці смт Ківерці (СПАР, Mn, Pb, Cd);
- р. Стир в районі с. Навоз (Cd);
- р. Стир в районі с. Старий Чарторийськ (СПАР).

Крім того в пробах снігу виявлені підвищені вмісти Pb та Mn, відповідно в смт Колки (автотраса Луцьк-Маневичі) та в районі смт Цумань (автотраса Рівне-Луцьк).



## РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА РАДІОГЕОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

водного господарства  
та природокористування

### 6.1. Оцінка експозиційної дози місцевості

З метою отримання інформації про експозиційну дозу місцевості, територія робіт була охоплена мережею радіометричних досліджень, що включає 1023 точки спостереження (т.с.) та періодичні виміри по ходу виконання маршрутів між точками спостереження.

Рівні експозиційної дози місцевості для території робіт, за станом на 1992 р. коливаються в межах від 5 до 24 мкР/год з ділянками гамма ( $\gamma$ ) –активності, що перевищує 15 мкР/год згрупованими, переважно, в західній та північно-східній частинах території.

Такі населені пункти в західній частині території, як смт. Голоби (т.с. 69 – 18 мкР/год), с. Старий Мосир (т.с. 73, 74 – 17–18 мкР/год), с. Бортняхівка (т.с. 79 – 18–21 мкР/год), с. Доросині (т.с. 101, 102 – 15–16 мкР/год), с. Любче (т.с. 88 – 18 мкР/год), с. Яблунівка (т.с. 1094 – 16 мкР/год), с. Валер'янівка (т.с. 91 – 15 мкР/год) потрапляють в межі ділянок з відносно підвищеною гамма-активністю. Крім техногенних селітебно-промислових ландшафтів, в західній частині території підвищена гамма-активність характерна для лучних агроландшафтів та плосковипуклих ландшафтів денудаційного вирівнювання з дерново-середньопідзолістими та дерново-карбонатними ґрунтами на елювії карбонатних порід.

Північно-східна та північна частина аркуша М-35-VIII в районі населених пунктів Череваха (т.с. 181 – 16 мкР/год), Велика Яблунька (т.с. 968 – 16 мкР/год), Кукли (т.с. 971 – 16 мкР/год), Рудка (т.с. 974 – 15 мкР/год), Кам'януха (т.с. 266,267 – 16–18 мкР/год), Рафалівка (за Гарбузом С.І., т.с. 733 – 17 мкР/год), Велика Осниця (за Гарбузом І.С., т.с. 850 – 15 мкР/год), Нічогівка (т.с. 262 – 15 мкР/год) вміщує ділянки з підвищеною гамма-активністю експозиційної дози місцевості, які охоплюють транзитні біогенні, кінцевоморенні плоскогорбисті ландшафти та транс-елювіальні, акумулятивні ландшафти заплав та надзаплавних терас.

Слід вказати на присутність плям підвищеного гамма-фону (15–17 мкР/год), в північно-східній частині території в районі населених пунктів Гута-Лісівська, Підгаття, Рафалівка, які, до деякої міри, просторово співпадають з сучасним розміщенням гамма-максимумів.



## 6.2. Оцінка забруднення штучними радіонуклідами

Национального агентства  
водного господарства  
та природокористування

Територія аркуша М-35-VIII є граничною в розповсюдженні «західного сліду» Чорнобильської аварії. Аналіз виконаного в процесі робіт опробування більш як 200 проб ґрунтів, більше 20 проб донних відкладів та зони хвойних рослин на визначення штучних радіонуклідів засвідчує, що сумарна забрудненість території радіоізотопами (Cs – 134, 138, K 40, Ra 226, 228) більше за 0,3 Ки/км<sup>2</sup> розповсюджене північно-східніше лінії, умовно проведеної через населені пункти – Черськ, Майдан, Гулівка, Софіянівка, Грузятин, Четвертня, Криничне, Журавичі, Шикове, Клубочин, Скредотівка. В межах визначеної площі забруднення має плямисто-мозаїчну структуру і коливається в межах від 0,2 до 1,6 Ки/км<sup>2</sup> (для суми радіоізоотопів Cs, K та Ra). Тренд інтенсивності забруднення спрямований до північно-східної рамки аркуша.

Зупинимось на короткій характеристиці окремих локальних ділянок забруднення:

1. Лінійно-видовжена смуга забруднення (0,5–0,7 Ки/км<sup>2</sup>) по межі морфологічних територій: водно-аккумулятивних (р. Стохід) та воднольодовикових дніпровського зледеніння, ускладнених біогенними болотяними ландшафтами в районі населених пунктів Світле та ст. Троянівка. Локальний максимум в точці спостереження 94-А (2 км на північний схід від с. Світле) на границі болотяних та перигляціальних задрових лісових ландшафтів з сумарною забрудненістю радіоізотопами 1,09 Ки/км<sup>2</sup>, концентраціями Cs – 137–11,1 нКи/кг, Cs – 134–0,744 нКи/кг.

2. Видовжена в північно-східному напрямку пляма забруднення (0,50–0,78 Ки/км<sup>2</sup>) від с. Годомичі через Ситницю до південної околиці смт Колки, що охоплює території транс-елювіально-аккумулятивних ландшафтів заплави та надзаплавних терас (ліва притока р. Рудка) та слабо-середньорозчленовані перигляціальні задрові рівнини, ускладнені еоловими транзитними ландшафтами. Локальний максимум в точці спостереження 1235 (1 км на південний схід від с. Годомичі) має сумарну забрудненість 0,782 Ки/км<sup>2</sup> з концентрацією Ra<sup>226</sup> – 0,433 нКи/кг. Точки спостереження №№ 229–232 фіксують відносно підвищені вмісти K-40 – 6,279–6,550 нКи/кг.

3. Невелика за розмірами (1,4 x 2,8 км) пляма забруднення (0,500–1,126 Ки/км<sup>2</sup>) в 2-х км на північний схід від смт. Маневичі з локальним максимумом в точці спостереження 879 в межах перигляціальних

зандрових лісових ландшафтів з підвищеними вмістами Cs 134 – 0,787 нКи/кг.

4. Вузька (до 3,5 км), видовжена в північно-східному напрямку смуга з сумарним забрудненням радіоізотопами 0,5–1,261 Ки/км<sup>2</sup>, що протягується від с. Оконськ до с. Вовчицьк в межах льодовикових та воднольодовикових залісених ландшафтів.

Локальний максимум в точці спостереження 833 (2 км на захід від с. Вовчицьк) має сумарну забрудненість 1,261 Ки/км<sup>2</sup> з концентрацією Cs 137 – 13,8 нКи/кг, Cs – 134 – 0,909 нКи/кг. В точці спостереження 1191 (північна околиця с. Оконськ) зафіксований підвищений вміст K<sup>40</sup> – 6,34 нКи/кг ґрунту.

5. Видовжена в північному напрямку неправильної форми пляма, що грубо повторює обриси частин заплави та надзаплавних терас р. Стир та її правої притоки р. Корнин і включає населені пункти: Велика Ведмежка та Мала Ведмежка, Нові Підцаремчі, Заболоття, Острів, Балаховичі, Маюничі, Малу та Велику Осниці, Заріччя, Старий Чарторийськ, Козлиничі, Хряськ, Цміни.

Сумарне забруднення радіоізотопами в межах плями коливається від 0,70 до 1,65 Ки/км<sup>2</sup>. Більш повна інформація про забруднення радіонуклідами північно-східного кута території (аркуш М-35-28-Б) викладена в звіті І. Гарбуза за 1994 р. про геологічне довивчення масштабу 1:50000.

Забруднення радіонуклідами донних відкладів та хвойної рослинності (за виключенням аркуша М-35-28-Б) незначне (текст. дод. 42Д, 43Д), в перерахунку на Ки/км<sup>2</sup> для донки складає 0,21–0,84, а для золи хвойної рослинності максимум знаходиться в точці спостереження 13-ф – 10,4 нКи/кг.

Вивчення перерозподілу радіонуклідів по компонентах екосистем з врахуванням фактору часу – основна мета моніторингових заходів, які, в свою чергу, можуть слугувати базою при розробці та реалізації конкретних природоохоронних програм. Прикладами грубого наближення до регіонального моніторингу є порівняння кількості радіоізоотопів в хвойній рослинності в 1987 р. (В. Дудкін ) та 1993 р., яке свідчить про радикальне, практично на 2 порядки, зниження щільності забруднення. Крім того, розподіл Cs – 134, 137, Ra 226, 228, K-40 в ґрунтах, при порівнянні даних 1987 та 1994 рр. свідчить про значне зменшення щільності, кількості та розмірів плям забруднення.





### 6.3. Карта забруднення території радіонуклідами

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Територія робіт – південно-західна крайова частина радіогеохімічної провінції «західного сліду» Чорнобильської аварії, що охоплює Прип'ятське Полісся Білорусі, північні райони Рівненської та Волинської областей України

Сучасний стан в розподілі радіонуклідів (рис. 6.1) є результатом складного багатофакторного динамічного процесу, вивчення якого можливе при значних матеріальних затратах та солідній науково-технічній оснащеності.

Кількісний та просторовий розподіл залишкових радіоізоотопів залежить від багатьох факторів, основні з яких перераховані нижче:

1. Час, що пройшов від початку радіохімічного забруднення:

- перерозподіл радіонуклідів в вертикальному розрізі ґрунтів та підґрунтових гірських порід з урахуванням періодичної механічної обробки;

- фіксація радіоізоотопів в локальних ділянках морфоструктурних «пасток» та донних відкладах водойм та водотоків;

- перехід радіоізоотопів в біологічно доступні форми із збільшенням забруднення сільгосппродукції.

2. Віддаль від джерела забруднення:

- зміна форми площинного розповсюдження радіонуклідів – від плащоподібного в безпосередній близькості від джерела забруднення – до нерівномірно плямистого на значній віддаленості від ЧАЕС (Кодацкий В.Б., Геохимия, 7, 1993);

- кількість радіоізоотопів в біологічно активній формі збільшується в залежності від віддалі до ЧАЕС;

- зміна рівня вмістів  $Cs^{137}$  та частинок ґрунту за рахунок пилопереносу, поверхневого стоку, механічного проникання в глибину ґрунтового шару.

4. Типи ґрунтів:

- поглинання радіонуклідів кореневою системою рослин, що ростуть на дерново-підзолистих ґрунтах, проходить значно інтенсивніше, чим у рослин, що ростуть на чорноземновидних породах;

- типи ґрунтів, ґрунтоутворюючих порід та їх вологість вагомо впливають на механізм вертикальної міграції радіонуклідів;

5. Ландшафтна структура місцевості:



плями забруднення тяжіють до найбільш розчленованих ландшафтів, в той час, як слабзорозчленовані характеризуються дещо пониженими рівнями забруднення;

- межі морфологічних територій можуть бути осередками максимального забруднення.

Всі перераховані фактори взаємозв'язані між собою, що робить неможливим побудову об'єктивної моделі розповсюдження та розподілу радіохімічного забруднення без складної технологічної та наукової бази.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

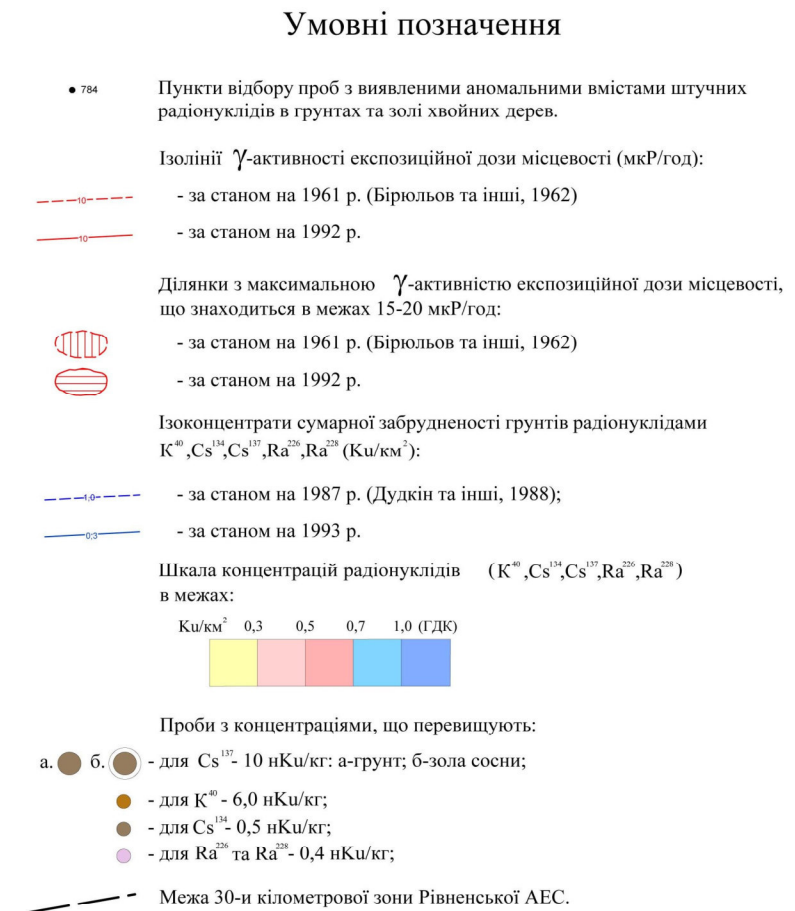
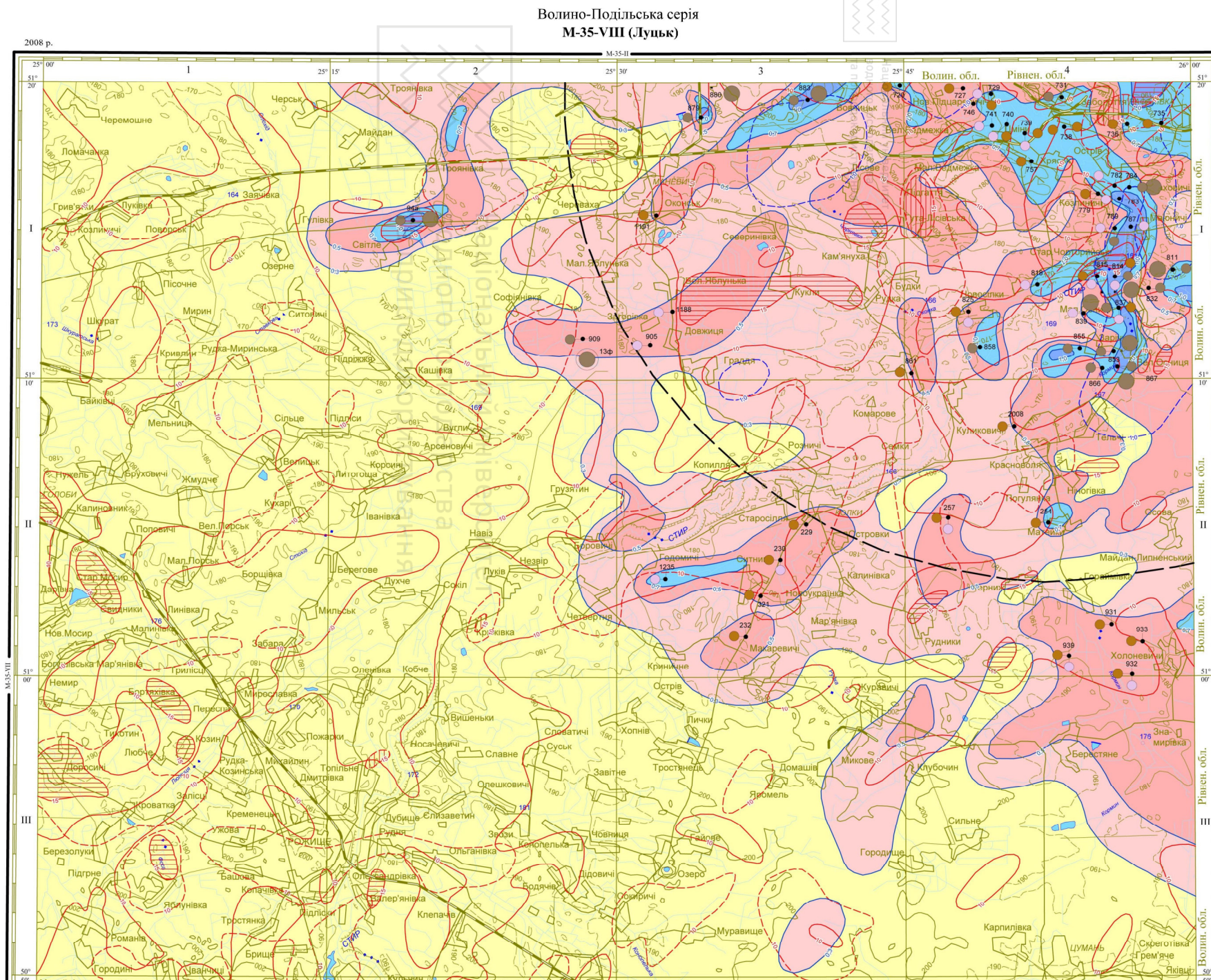


Рис. 6.1. Карта забруднення території радіонуклідами за [22]

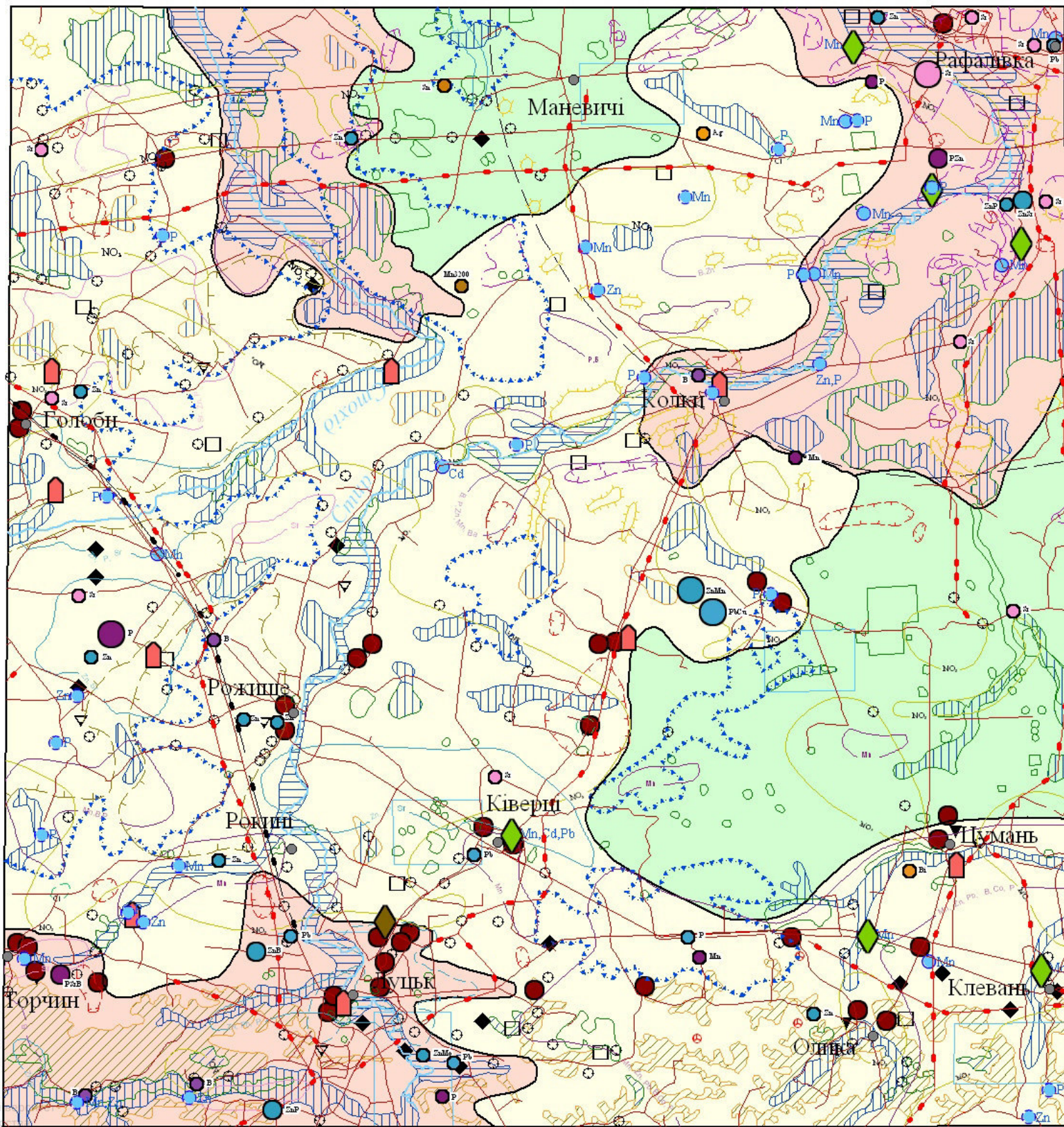
## **РОЗДІЛ 7. ОЦІНКА РІВНІВ НАПРУЖЕНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ АРКУША М-35-VIII (ЛУЦЬК)**

Територія досліджень районована у відповідності до 4-х градацій ЕСГС [30], тобто типізована за комплексом показників (Границі площ з різним рівнем ЕСГС визначені методом суперпозиції (накладання) карт, що характеризують окремі компоненти на базі ландшафтно-геохімічного районування.

### **7.1. Оцінка площ з напруженим рівнем екологічного стану ГС**

Територія аркуша М-35-VIII, за результатами геоecологічних досліджень [22] містить три ділянки з напруженим рівнем ЕСГС загальною площею 1178 км<sup>2</sup>, або 23% території аркуша (рис. 7.1).

Ділянка «Північно-західна» охоплює територію (237 км<sup>2</sup>) з населеними пунктами Троянівка, Черськ, Майдан, Гулівка, Світле, Ситовичі, Підріжжя, Кашівка, Вугли в межах транс-елювіально-аккумулятивних ландшафтів заплави та надзаплавних терас р. Стохід. Найбільшу екологічну небезпеку складає ураженість сільгоспугідь, лісових масивів, пасовищ та лук процесами заболоченими та періодичного сезонного підтоплення (89,1 км<sup>2</sup>, або 38% від загальної площі ділянки), що згідно з «Критеріями .....» потрапляє в категорію напруженого рівня стану ГС. Що стосується поверхневих та підземних вод, то в пробах з річки Стохід виявлені іони NH<sub>4</sub> в кількостях, що перевищують ГДК (> 1 мг/л). В пробах питної води (колодязі) сс. Троянівка, Майдан вмісти NO<sub>3</sub><sup>-</sup> також перевищують ГДК (45 мг/л). Загальна ж забрудненість нітратами та аміаком охоплює територію в 53,1 км<sup>2</sup>, або 22% площі ділянки (середня ступінь ураженості).



Национальний університет водного господарства та природокористування

1:500 000

в 1 сантиметрі 5 кілометрів

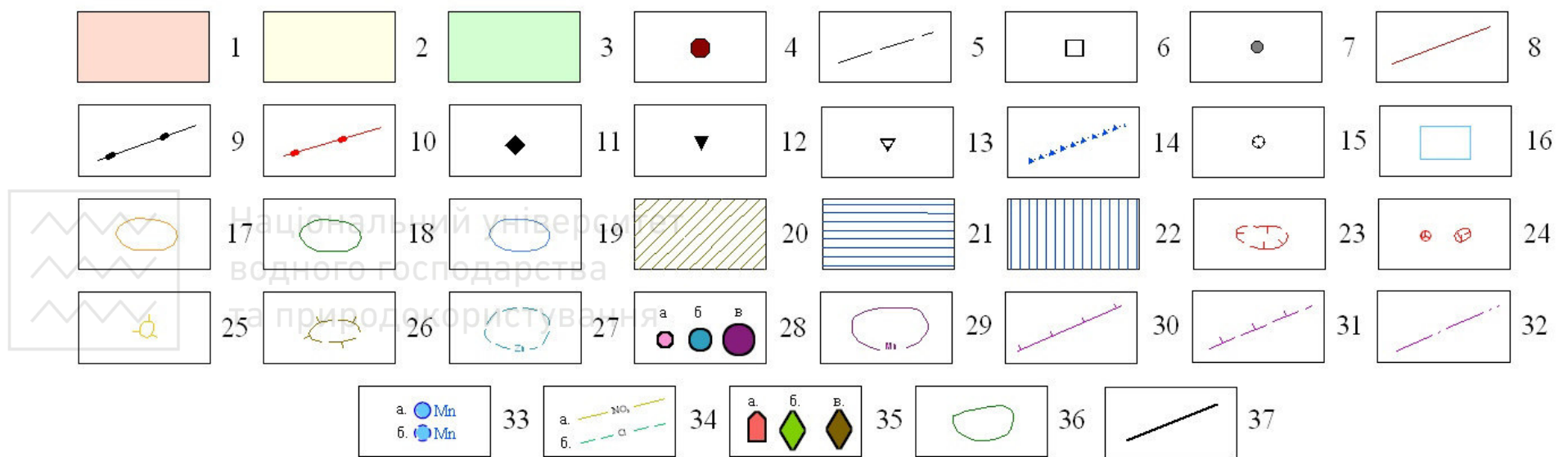
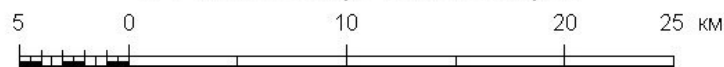


Рис. 7. 1. Карта інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища [22]

**Рівні екологічного стану геологічного середовища:**  
1. Напружений, 2. Помірно напружений, 3. Задовільний. **Техногенні об'єкти, що впливають на стан геологічного середовища:**  
4. Промислові підприємства; 5. Межа 30-ти кілометрової зони Рівненської АЕС; 6. Підприємства гірничо-видобувної промисловості; 7. Населені пункти; 8. Шляхи сполучень (автомобільні дороги та залізниці); 9. Нафто-газо-продуктопроводи; 10. Магістральні лінії електропередач; 11. Полігони та звалища твердих побутових відходів; 12. Накопичувачі стоків побутових та промислових рідких відходів; 13. Поля фільтрації промислових стоків та стоків великих тваринницьких комплексів; 14. Меліоровані (осушені) площі; 15. Кар'єри; 16. Ділянки детального вивчення підземних вод з метою водозабезпечення.

**Ураженість території екзогенними геологічними процесами.** Площі суцільного розвитку екзогенних геологічних процесів (ЕГП) в межах:  
17. Сільгоспугідь; 18. Лісових масивів; 19. Пасовиськ та лук. Типи ЕГП:  
20. Значна площа, струменева яружна та бокова ерозія в широкодонних долинах в активній стадії (крутизна схилів більше 4 градусів); 21. Заболочення з періодичним затопленням; 22. Заболочення; 23. Суфозійно-карстові та карстові процеси в покритій та напівпокритій стадіях; 24. Карстові процеси в відкритій стадії; 25. Еолові процеси; 26. Ділянки з інтенсивними сучасними позитивними тектонічними рухами.

**Забруднення компонентів геологічного середовища.** Локальне забруднення ґрунтів токсичними хімічними елементами, вміст яких перевищує граничні концентрації (для I–III класів безпеки), або 10-кратний фон: 27. Площинні геохімічні аномалії, в розриві контуру – хімічні елементи-забруднювачі; 28. Точкові геохімічні аномалії з помірно-напруженим (а), напруженим (б) та дуже напруженим (в) рівнями забруднення (поруч із умовним знаком – індекс хімічного елемента); 29. Контури водозбірних площ із небезпечними для здоров'я населення вмістами хімічних елементів в донних відкладах водоєм та водотоків (колір лінії відповідає контуру провідного хімічного елемента). Ділянки з сумарною забрудненістю ґрунтів радіонуклідами ( $K^{40}$ ,  $Cs^{134}$ ,  $Cs^{137}$ ,  $Ra^{226}$ ,  $Ra^{228}$ ): 30.  $\geq 0,7 < 1,0$  Ку/км<sup>2</sup>; 31.  $\geq 1,0$  Ку/км<sup>2</sup>; 32. Ділянки з концентрацією  $Cs^{137}$  в золі сосни, що перевищує 10 нКу/кг; 33. Локальне забруднення (>ГДК) поверхневих та підземних вод токсичними хімічними елементами: а – точкові гідрогеохімічні аномалії; б – точкові геохімічні аномалії в сухих залишках проб води та снігу; 34. Забруднення (>ГДК) поверхневих та підземних вод нітратами (а) та хлоридами (б); 35. Локальне забруднення поверхневих та підземних вод пестицидами

(а), поверхнево-активними речовинами (б), нафтопродуктами (в).  
**Границі:** 36. Границі заповідних територій; 37. Границі територій з різною інтегральною екологічною оцінкою стану геологічного середовища.

Донні відклади водозабірної площі р. Стохід у відрізку між с.с. Вугли та Гулівка забруднені Р, Mn, Zn в кількостях небезпечних для здоров'я населення. Варті уваги помірно-напружені рівні забруднення ґрунтів цинком в окремих точкових пробах.

Залишкове «чорнобильське» радіонуклідне забруднення з щільністю більше  $0,7 \text{ Ки/км}^2$  займає площу  $6,3 \text{ км}^2$  або  $2,6\%$  ділянки, в тому числі із забрудненням більше  $1,0 \text{ Ки/км}^2 - 1,2 \text{ км}^2$  ( $0,5\%$ ).

На завершення слід відзначити, що існує небезпека розширення площ з напруженим ЕСГС на південь у напрямку сс. Вугли, Арсеновичі, Літогоща, Іванівка.

**Ділянка «Північно-східна»** охоплює територію  $555 \text{ км}^2$  обмежену північно-східною рамкою аркуша та умовним контуром через населені пункти Вовчицьк, Мала Ведмежка, Комарове, Копилля, Ситниця, Острівки, Чорниж, Майдан Липленський. Складена транс-елювіально-аккумулятивними ландшафтами заплави та надзаплавних терас р. Стир та її правого притоку р. Кормин, ускладненими транзитними біогенними та еоловими формами. Частково охоплює льодовикові та воднольодовикові морфоскульптури дніпровського зледеніння (крайній північний схід ділянки). Значну екологічну небезпеку створює ураженість лісових масивів, пасовиськ та лук процесами заболочення та сезонного підтоплення ( $154,3 \text{ км}^2$ , або  $28\%$  від загальної площі ділянки), що потрапляє в категорію напруженого рівня ЕСГС. Не менш важливим при оцінці ЕСГС є зафіксоване залишкове радіонуклідне забруднення на площі  $95,5 \text{ км}^2$  (щільністю  $> 0,7 \text{ Ки/км}^2$ , в тому числі  $16,4 \text{ км}^2$  з щільністю більше  $1,0 \text{ Ки/км}^2$ , що становить  $17\%$  загальної площі ділянки).

В пробах води р. Стир (між селами Куликовичі та Семки) виявлені іони амонію в кількостях, що перевищують ГДК. В пробах води з колодязів сіл Хряськ, Козлиничі, Тельчі, Красноволя вмісти  $\text{NO}_3$  також перевищують ГДК. Загальна забрудненість нітратами та аміаком охоплює територію в  $73 \text{ км}^2$ , або  $13\%$  ділянки робіт.

Донні відклади водозабірних площ р. Стир у відрізку між с.с. Куликовичі та Копилля забруднені В, Р, Zn, Mn, Ва в кількостях небезпечних для здоров'я людини.

В ґрунтах виявлені точкові аномалії Р, Zn, Sr, Pb, В з помірно-напруженими та напруженими рівнями забруднення.

Небезпека розширення площ з напруженим ЕСГС існує в південно-західному напрямку і може охопити території в районі сіл Годомичі, Четвертня, Боровичі.

Ділянка «Південно-західна» охоплює територію (385 км<sup>2</sup>) обмежену південно-західною рамкою аркуша та умовним контуром через населені пункти Торчин, Першотравневе, Маяки, Луцьк, Гаразджа, Воротнів, Крупа.

Складена крутозгорбленими, інтенсивно-розчленованими з проявами яружно-балкових форм ландшафтами та, частково, транс-елювіально-аккумулятивними ландшафтами заплави та надзаплавних терас рр. Стир та Черногузка. Відзначається високою ураженістю площиною, струменевою та боковою ерозією в широкодонних долинах, що вкупі з процесами заболочення та підтоплення становить 167,4 км<sup>2</sup>, або 44% загальної площі ділянки. Значна насиченість ділянки техногенними об'єктами призвела до забруднення ґрунтів Zn, Pb, P, Sr, B. Забрудненість території нітратами складає 20,1 км<sup>2</sup>, або 5% загальної площі ділянки. Сухі залишки проб води з поверхневих води та вод першого водоносного горизонту забруднені Zn та Mn.

Існує загроза поширення площ з напруженим ЕСГС в східному (в напрямку сс. Звірів, Дерно) та північному (сміт Рожиче, Голоби) напрямках.

## **7.2. Оцінка площ з помірно-напруженим рівнем екологічного стану ГС**

Шістдесят відсотків площі аркуша М-35-VIII (3130 км<sup>2</sup>) має помірно-напружений рівень ЕСГС з ураженістю екзогенними геологічними процесами 12,4% (391 км<sup>2</sup>), забрудненістю поверхневих та ґрунтових вод нітратами площі в 1291 км<sup>2</sup>. Радіоізотопне забруднення з щільністю більше 0,7 Ки/км<sup>2</sup> займає 15,2 км<sup>2</sup>, або 0,5% площі. Донні відклади та ґрунти помірно забруднені Zn, Pb, Mn, P, B, Sr, переважно, вздовж автомагістралей, залізниць та поблизу великих населених пунктів.

## **7.3. Оцінка площ із задовільним рівнем екологічного стану ГС**

На території аркуша М-35-VIII залишилось 2 ділянки з задовільним рівнем ЕСГС загальною площею 873 км<sup>2</sup>, або 17% території.



**Ділянка «Північна»** охоплює територію (25 км<sup>2</sup>) з населеними пунктами Череваха, Софіянівка, Мала Яблунька, Оконськ, Северинівка та смт. Маневичі в межах денудаційних та денудаційно-аккумулятивних льодовикових та водно-льодовикових ландшафтів дніпровського зледеніння. Ураженість ділянки екзогенними процесами (заболочення) 1,4% (3,5 км<sup>2</sup>), забрудненість нітратами – 1,3% (3,2 км<sup>2</sup>), радіонуклідами з щільністю забруднення більше 0,7 Ки/км<sup>2</sup> – 0,4% (1 км<sup>2</sup>).

Ділянка «Північна» містить 12 заповідних територій, в тому числі, загальнодержавного значення: ландшафтний заказник «Кругле озеро» (с. Череваха, площа 75,9 га) ботанічний заказник «Софіянівський» (с. Софіянівка, площа 87,6 га), урочище «Супичник» (с. Троянівка, площа 99 га), загальнозоологічний заказник «Рись» (с. Троянівка, площа 320,5 га).

**Ділянка «Східна»** охоплює територію (622,3 км<sup>2</sup>) з населеними пунктами Чорниж, Холоневичі, Знамирівка, Берестяне, Клубочин, Яромель, Муровище, Котів, Карпилівка, Скреготівка в межах денудаційно-аккумулятивних водно-льодовикових ландшафтів дніпровського зледеніння, ускладнених біогенними болотними та лучними ландшафтами. Ураженість ділянки екзогенними процесами (заболочення) 3,7% (23 км<sup>2</sup>), забрудненість поверхневих та ґрунтових вод нітратами – 14,6% (90,9 км<sup>2</sup>), радіонуклідами з щільністю забруднення більше 0,7 Ки/км<sup>2</sup> – 0,1% (0,7 км<sup>2</sup>).

Ділянка «Східна» містить біля 30 заповідних територій (9,3% площі), в тому числі ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Кормин» площею 549 га. Лісовий масив довжиною 15 км розташований вздовж р. Кормин з рідкісною флорою та фауною занесеного до Червоної книги України. З заповідних територій місцевого значення найбільша – ландшафтний заказник «Лопатинська діброва», площею 1124 га.



Геологічне середовище це:

- a. тонка плівка планети,
- b. ґрунтовий покрив,
- c. породна оболонка
- d. багатокomпонентна система
- e. зовнішнє середовище

Що належить до компонентів геологічного середовища:

- a. поверхневі води
- b. газова оболонка Землі
- c. мантія
- d. гірські породи
- e. зовнішнє ядро

Геологічне середовище це:

- a. нижня частина мантії
- b. монокомпонентна система
- c. багатокomпонентна система
- d. зовнішнє середовище
- e. зовнішнє ядро Землі

Що належить до компонентів геологічного середовища:

- a. астеносфера
- b. газова оболонка Землі
- c. мантія
- d. гази в гірських породах
- e. зовнішнє ядро

Що належить до компонентів геологічного середовища:

- a. літосфера
- b. мантія
- c. гази в гірських породах
- d. зовнішнє ядро Землі
- e. внутрішнє ядро Землі

Верхню межу геологічного середовища проводять по:

- a. поверхні гідросфери
- b. підшви астеносфери
- c. поверхні літосфери
- d. підшви літосфери

е. поверхні Конрада

Нижню межу геологічного середовища проводять по:

- а. поверхні мантиї
- б. підшви астеносфери
- с. по глибині найглибшої свердловини
- д. підшві літосфери
- е. поверхні Конрада

Нижня межа геологічного середовища відповідає:

- а. глибині Маріанської западини
- б. підшві астеносфери
- с. глибині найглибшої свердловини
- д. глибині найглибшої шахти
- е. поверхні Конрада

Нижня межа геологічного середовища відповідає:

- а. глибині Маріанської западини
- б. поверхні внутрішнього ядра Землі
- с. глибині найглибшої свердловини
- д. глибині найглибшої шахти
- е. поверхні Мохоровичича

Верхню межу геологічного середовища проводять по:

- а. поверхні астеносфери
- б. підшви астеносфери
- с. підшві літосфери
- д. поверхні Мохоровичича
- е. поверхні земної кори

Нижню межу геологічного середовища проводять по:

- а. межі земної кори
- б. розділу Конрата
- с. межі астеносфери
- д. максимальній глибині свердловини в земній корі
- е. глибині осередків вулканізму

Геологічне середовище це:

- а. оточуючі умови проживання
- б. земна кора до глибини 12 км
- с. особливості рельєфу
- д. тверда оболонка планети
- е. біологічний простір

Найглибша шахта куди спускалася людини, сягає ... м

- а. 1850

- b. 1200
- c. 2400
- d. 4400
- e. 4650

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Найбільш надійними способами вивчення земних надр є:

- a. аеровізуальні
- b. польові
- c. камеральні
- d. геохімічні
- e. палеонтологічні

Різницю у швидкості поширення і відбиття пружних хвиль при вивченні відкладів у Землі визначає .....

- a. магнітометрія
- b. гравіметрія
- c. геосейсміка
- d. біолокація
- e. електрометрія

Шар астеносфери разом із земною корою називають:

- a. мантією
- b. магмою
- c. платформою
- d. літосферою
- e. ефузією

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Нижня межа розвитку земної кори називається розділом:

- a. Гутенберга
- b. Коріоліуса
- c. Конрада
- d. Мохоровичича
- e. Білоусова

Рухомі частини земної кори називаються:

- a. фаціями
- b. інтрузіями
- c. геосинкліналями
- d. ефузіями
- e. платформами

Найглибша свердловина України «Шевченківська 1» пододала глибину ... тис. м.

- a. 5,1
- b. 6,0

- c. 6,7
- d. 10,0
- e. 12,3

Високотемпературне місиво, що виливається на денну поверхню з надр землі називається:

- a. кальдера
- b. магма
- c. пірокласт
- d. інтрузив
- e. гранулят

Диференціація речовини в планеті Земля відбувається в:

- a. материковій корі
- b. астеносфері
- c. нижній мантії
- d. ядрі Землі
- e. базальтовому шарі

Постійне магнітне поле Землі простягається на висоту ... тис. км

- a. 50
- b. 65
- c. 80
- d. 90
- e. 100



Найменшими за розміром складниками геомагнітного поля є:

- a. магнітні меридіани
- b. геопатогенні поля
- c. магнітопаузи
- d. магнітні схилення
- e. магнітні напрузи

Тонкий шар кристалів льоду, що виникає при сублимації на поверхні Землі це:

- a. паморозь
- b. ожеледиця
- c. іній
- d. туман
- e. ожеледь

Кількісний вміст водяної пари в повітрі називається

- a. погодою
- b. вологістю
- c. випаровуванням

- d. конденсацією
- e. аридизацією

Дрібні краплинки води, що осідають на поверхні землі, це:

- a. сніг
- b. роса
- c. сублімація
- d. туман
- e. іній

Баричний градієнт це:

- a. віддаль впродовж якої міняється тиск
- b. різниця тиску на одиницю віддалі
- c. просторова зміна тиску
- d. розрідження повітря
- e. температурна межа

До місцевих вітрів відноситься бриз:

- a. в передгір'ях, сильний поривчастий
- b. поривчастий сухий
- c. вздовж долин перед горами
- d. на узбережжі морів
- e. гарячий сухий

Спеціальним вивченням підземної гідросфери займається :

- a. гляціологія
- b. гідрологія
- c. палеоботаніка
- d. гідрогеологія
- e. гідрохімія

Щорічно у гідросферу з надр землі надходить ... км<sup>3</sup> вод

- a. 0,5
- b. 1,0
- c. 1,5
- d. 2,0
- e. 2,5

За хімічним складом у воді морів домінують:

- a. Сульфати
- b. Карбонати
- c. Нітрати
- d. Хлориди
- e. Йодати

Тимчасові водоносні горизонти на невеликих глибинах називають

а. підґрунтовими

б. ґрунтовими

в. верховодкою

г. тимчасовими

д. міжпластовими

Рівень, до якого може піднятися під дією напору вода називається

а. динамічним

б. порушеним

в. п'єзометричним

г. напірним

д. регіональним

На тепер в Україні функціонує ... артезіанських басейнів:

а. 4

б. 5

в. 6

г. 7

д. 8

Місце впадання річки в інший водний об'єкт називають

а. гирлом

б. руслом

в. дельтою

г. старицею

д. протокою

Сейсмічні рухи земної кори зароджуються і розвиваються під впливом:

а. зовнішньої енергії Землі

б. атмосферних явищ

в. людини

г. внутрішньої енергії планети

д. планет Сонячної системи

Абразивні тераси утворюються під дією:

а. вітру

б. льодовиків

в. хвиль

г. тимчасових водотоків

д. вивітрювання

Який період належить до мезозойської ери?

а. кембрійський

б. девонський

- c. юрський
- d. неогеновий
- e. палеогеновий

Яри утворюються внаслідок дії:

- a. сил гравітації
- b. вивітрювання
- c. тимчасових водотоків
- d. льодовиків
- e. вітру

Еолові відклади це утворення:

- a. вітру
- b. річок
- c. воднольодовикових потоків
- d. кори вивітрювання
- e. тимчасових водотоків

Коли з'явилася людина?

- f. у палеозої
- g. у протерозої
- h. на початку кайнозою
- i. у мезозої
- j. в кінці кайнозою

Яке походження має гнейс?

- a. вулканічне
- b. осадове
- c. метаморфічне
- d. гідротермальне
- e. зоогенне

В якій ері знаходиться четвертинний період?

- a) архейській
- b) мезозойській
- c) палеозойській
- d) кайнозойській
- e) протерозойській

Що таке фірн?

- a. непрохідна долина
- b. великозернистий злежаний сніг
- c. елемент льодовикового трогу
- d. міцний гладкий лід
- e. підрозділ четвертинної системи



Що означає термін плейстоцен?

- a. льодовикового епоха четвертинного періоду
- b. межа літочислення
- c. шлях наступу льодовика
- d. холодний час
- e. швидкість руку льодовика

Які геодинамічні процеси відбуваються тільки в піщаних ґрунтах?

- a. яружна ерозія
- b. карст
- c. просідання
- d. суфозія
- e. абразія

Активізація абразії спостерігається:

- a. на схилах
- b. під землею
- c. на узбережжях
- d. в пустелях
- e. в горах

Селі спостерігаються:

- a. в болотах
- b. під землею
- c. в пустелях
- d. на рівнинах
- e. в горах

Еолова аккумуляція відбувається:

- a. в болотах
- b. під землею
- c. в піщаних пустелях
- d. в річці
- e. в горах

Алювіальні донні відклади накопичуються:

- a. в болотах
- b. в морях
- c. в пустелях
- d. в річці
- e. в основі схилів

Свинець в делювії накопичується:

- a. в болотах
- b. в морях

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

- с. в пустелях  
d. в річці  
e. в основі схилів

Свинець в пролювії накопичується:

- a. в болотах  
b. в морях  
c. в гирлі яру  
d. в основі схилів  
e. в річці

Свинець в колювії накопичується:

- a. в болотах  
b. в морях  
c. в пустелях  
d. в річці

в основі кам'янистих схилів

Карст відбувається:

- a. в болотах  
b. в морях  
c. під землею в крейді  
d. в річці  
e. в основі гранітних схилів

Карст відбувається:

- a. в базальтах  
b. у вугіллі  
c. в камяній солі  
d. в піску  
e. в гнейсах

Суфозія відбувається:

- a. в гранітах  
b. в діоритах  
c. в солі  
d. в піску  
e. в гнейсах

Карст відбувається:

- a. в базальтах  
b. у вугіллі  
c. в гіпсі  
d. в піску  
e. в гнейсах

Просідання відбуваються:

- a. в піску
- b. в глині
- c. в конгломераті
- d. в лесі
- e. в гравії

Зміна стану компонентів геологічного середовища у часі і у просторі під впливом техногенних факторів називається:

- a. геологічний процес
- b. інженерно-геологічний процес,
- c. зміна інженерно-геологічних умов,
- d. техногенні впливи,
- e. техногенез.

Статичні і динамічні навантаження на ґрунти від будівель і споруд:

- a. геологічний процес,
- b. інженерно-геологічний процес,
- c. зміна інженерно-геологічних умов
- d. техногенні впливи,
- e. техногенез.

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. стратиграфічний аналіз
- b. мінералогічний аналіз
- c. петрографічний аналіз
- d. екогеологічне обстеження
- e. структурний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища :

- a. геометричний аналіз
- b. рентгеноструктурний аналіз
- c. бактеріологічний аналіз
- d. геометричний аналіз
- e. статистична обробка результатів спектрального аналізу ґрунтів,

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища :

- a. геометричний аналіз
- b. бактеріологічний аналіз
- c. мінералогічний аналіз
- d. спектральний аналіз сухого залишку
- e. рентгеноструктурний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. структурний аналіз
- b. стратиграфічний аналіз
- c. мінералогічний аналіз
- d. хімічний аналіз на виявлення фенолів,
- e. фотолюмінісцентний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. геометричний аналіз
- b. бактеріологічний аналіз
- c. структурний аналіз
- d. хімічний аналіз на виявлення СПАР,
- e. аналіз фацій і потужностей

Зміна стану компонентів геологічного середовища у часі і у просторі під впливом техногенних факторів називається:

- a. геологічний процес
- b. інженерно-геологічний процес,
- c. зміна інженерно-геологічних умов,
- d. техногенні впливи,
- e. техногенез.

Статичні і динамічні навантаження на ґрунти від будівель і споруд: геологічний процес,

- a. інженерно-геологічний процес,
- b. зміна інженерно-геологічних умов
- c. техногенні впливи,
- d. техногенез.

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. стратиграфічний аналіз
- b. мінералогічний аналіз
- c. радіометричні вимірювання експозиційної дози місцевості
- d. петрографічний аналіз
- e. структурний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. геометричний аналіз
- b. рентгеноструктурний аналіз
- c. бактеріологічний аналіз

- d. відбір проб
- e. структурний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. хімічний аналіз на виявлення пестицидів
- b. стратиграфічний аналіз
- c. мінералогічний аналіз
- d. структурний аналіз
- e. фотолюмінісцентний аналіз

Методи дослідження екологічного стану геологічного середовища:

- a. визначення штучних радіонуклідів в донних відкладах
- b. геометричний аналіз
- c. бактеріологічний аналіз
- d. структурний аналіз
- e. рентгеноструктурний аналіз

Для визначення природного геохімічного фону обираються:

- a. підніжжя схилів
- b. гирла річок
- c. водорозділи
- d. заказники
- e. промислові об'єкти

Для визначення природного геохімічного фону обираються:

- a. сільськогосподарські угіддя
- b. промислові майданчики
- c. біосферні заповідники
- d. туристичні об'єкти
- e. шляхи сполучення

Для визначення природного геохімічного фону обираються:

- a. підніжжя схилів
- b. гирла річок
- c. водорозділи
- d. біосферні заповідники
- e. промислові об'єкти

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Hg**?

- a. селен
- b. свинець
- c. ртуть
- d. арсен
- e. гідроген

f. Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Pb**?

- g. селен
- h. свинець
- i. плюмбум
- j. арсен
- k. гідроген

l. Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Pb**?

- m. селен
- n. свинець
- o. свинець
- p. арсен
- q. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Hg**?

- a. селен
- b. свинець
- c. ртуть
- d. арсен
- e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Se**?

- a. ртуть
- b. селен
- c. арсен
- d. гідроген
- e. свинець

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Cu**?

- a. ртуть
- b. мідь
- c. арсен
- d. гідроген
- e. свинець

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Cr**?

- a. мідь
- b. хром

с. арсен  
d. гідроген

е. свинець

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **W**?

- a. мідь
- b. вольфрам
- c. арсен
- d. ванадій
- e. свинець

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **V**?

- a. стронцій
- b. свинець
- c. ванадій
- d. вольфрам
- e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Sb**?

- a. стронцій
- b. свинець
- c. стібійум
- d. ртуть
- e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Sb**?

- a. селен
- b. свинець
- c. сурма
- d. ртуть
- e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Al**?

- a. арсен
- b. свинець
- c. алюміній
- d. ртуть
- e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Cd**?

- a. селен
- b. свинець
- c. кадмій
- d. арсен
- e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **As**?

- a. арсен
- b. свинець
- c. мишяк
- d. ртуть
- e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Ag**?

- a. стронцій
- b. свинець
- c. аргентум
- d. ртуть
- e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Bi**?

- a. мідь
- b. вісмут
- c. арсен
- d. ванадій
- e. свинець

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Ag**?

- a. стронцій
- b. свинець
- c. срібло
- d. ртуть
- e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Ni**?

- a. стронцій
- b. свинець



- с. нікель  
d. ртуть  
e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Br**?

- a. стронцій  
b. свинець  
c. бром  
d. ртуть  
e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Si**?

- a. селен  
b. свинець  
c. сілцій  
d. арсен  
e. гідроген

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Sr**?

- a. стібіум  
b. свинець  
c. стронцій  
d. ртуть  
e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Br**?

- a. стронцій  
b. свинець  
c. бром  
d. ртуть  
e. кобальт

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Be**?

- a. мідь  
b. берилій  
c. арсен  
d. ванадій  
e. свинець

Яким символом позначається арсен?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Hg**

Яким символом позначається мишяк?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Hg**

Яким символом позначається ртуть?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Hg**

Яким символом позначається хром?

- a. **Cu**
- b. **Cd**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Cr**

Яким символом позначається гідраргіум?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Hg**

Яким символом позначається свинець?

- a. **Pb**
- b. **Se**
- c. **Pb**
- d. **Hg**

Яким символом позначається плюмбум?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

d. **Pb**  
e. **Hg**

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Яким символом позначається свинець?

- a. **As**
- b. **Si**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Hg**
- f. **Cd**

Яким символом позначається ніобій?

- a. **As**
- b. **Cd**
- c. **Nb**
- d. **Se**
- e. **Pb**

Яким символом позначається кремній?

- a. **As**
- b. **Cd**
- c. **Si**
- d. **Se**
- e. **Pb**



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Nb**?

- a. селен
- b. свинець
- c. ніобій
- d. арсен
- e. гідроген

Яким символом позначається кадмій?

- a. **Cu**
- b. **Cd**
- c. **Se**
- d. **Pb**
- e. **Cr**

Яким символом позначається кремній?

- a. **As**
- b. **Cd**
- c. **Si**
- d. **Se**

e. **Pb**

Національний університет

Яким символом позначається кадмій?

a. **Cd**

b. **Se**

c. **Pb**

d. **Cr,**

e. **Cu**

Яким символом позначається стронцій?

a. **Sr**

b. **Se**

c. **Pb**

d. **Cr,**

e. **Cu**

Яким символом позначається барій?

a. **Ba**

b. **Se**

c. **Pb**

d. **Cr,**

e. **Cu**

Яким символом позначається мідь?

a. **,Cd**

b. **Cu**

c. **Se**

d. **Pb**

e. **, Cr,**

Яким символом позначається вольфрам?

a. **As**

b. **Cd**

c. **W**

d. **Se**

e. **Pb**

ГДК- гранично-допустимі концентрації г\т ртуті

a. 1

b. 3

c. 2

d. 4

e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах мишяку

- a. 1
- b. 3
- c. 2
- d. 4
- e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах кадмію

- a. 1
- b. 3
- c. 4
- d. 4
- e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах свинцю

- a. 100
- b. 3
- c. 32
- d. 4
- e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах сурьми

- a. 100
- b. 3
- c. 4,5
- d. 4
- e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах ванадію

- a. 100
- b. 3
- c. 150
- d. 4
- e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах кобальту

- a. 200
- b. 32
- c. 100
- d. 400
- e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах марганцю

- a. 200
- b. 32

- с. 1500  
d. 400  
e. 150

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах фтору

- a. 200  
b. 32  
c. 500  
d. 400  
e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах міді

- a. 200  
b. 32  
c. 100  
d. 400  
e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах нікелю

- a. 200  
b. 32  
c. 100  
d. 400  
e. 150

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Рb

- a. 100  
b. 3  
c. 32  
d. 4  
e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Sb

- a. 100  
b. 3  
c. 4,5  
d. 4  
e. 5

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах V

- a. 100  
b. 3  
c. 150  
d. 4

е. 5

Національний університет

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Со

- a. 200
- b. 32
- c. 100
- d. 400
- e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Mn

- a. 200
- b. 32
- c. 1500
- d. 400
- e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах F

- a. 200
- b. 32
- c. 500
- d. 400
- e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Cu

- a. 200
- b. 32
- c. 100
- d. 400
- e. 150

ГДК – гранично-допустимі концентрації г\т в грунтах Ni

- a. 200
- b. 32
- c. 100
- d. 400
- e. 150

Який хімічний компонент геологічного середовища позначається символом **Si**?

- a. селен
- b. свинець
- c. кремній
- d. арсен
- e. гідроген



## 2 модуль

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. скандій
- b. титан
- c. анадій
- d. хром
- e. свинець,

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. марганець
- b. ферум
- c. нікель,
- d. рубідій I
- e. стронцій

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. нітрати,
- b. борати
- c. ітрії
- d. цирконій
- e. ніобій

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. фтор;
- b. хлок
- c. силіцій
- d. тантал,
- e. ніобій

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. літій
- b. берилій
- c. алюміній,
- d. вуглець
- e. нітроген



Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- a. оксиген,
- b. неон
- c. барій,
- d. берилій
- e. натрій

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких неорганічних компонентів?

- f. хлор
- g. магній
- h. миш'як,
- i. фосфор
- j. сульфур

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- k. хлор
- l. магній
- m. миш'як,
- n. фосфор
- o. сульфур

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- p. дихлоретан
- q. калій
- r. кальцій
- s. аргон
- t. залізо

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- u. скандій
- v. титан
- w. анатій
- x. хром
- y. дихлоретилен

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- z. марганець
- aa. ферум
- bb. шестивалентний хром
- cc. рубідій
- dd. стронцій

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- a. **ціаніди**
- b. борати
- c. ітрії
- d. цирконій
- e. ніобій

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- a. нітрити
- b. хлок
- c. силіцій
- d. тантал,
- e. ніобій

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- a. літій
- b. берилій
- c. кадмій
- d. вуглець
- e. **нітроген**

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- a. **оксиген,**
- b. **неон**
- c. **талій**
- d. берилій
- e. натрій

Вода не повинна містити токсичні компоненти:

- a. хлор
- b. магній
- c. ртуть
- d. фосфор
- e. сульфур

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких органічних компонентів?

- a. гексан
- b. бензапірен тригалометани,
- c. бутан
- d. пропан
- e. зоман

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких органічних компонентів?

- a. хлороформ
- a. зорін
- b. іприт
- b. дибромхлорметан
- c. поліетилен

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких органічних компонентів?

- a. алкани
- b. парафіни
- c. тетрахлорвуглець,
- d. ацитилен
- e. нафта

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких органічних компонентів?

- a. парафін
- b. озокерит
- c. сума пестицидів;
- d. вуглеводні
- e. нуклеїнові кислоти

Результати санітарно-токсикологічних досліджень установлюють граничнодопустимі величини для яких органічних компонентів?

- a. хлорофенол
- b. загальний органічний вуглець
- c. парафін
- d. Озокерит
- e. бензин

Вкажіть показник органолептичних властивостей підземних вод:

- a. температура
- b. солоність
- c. рівневий режим
- d. кислотна агресивність
- e. запах,

Вкажіть показник органолептичних властивостей підземних вод:

- a. температура
- b. солоність
- c. рівневий режим
- d. кислотна агресивність

е. каламутність

Вкажіть показник органолептичних властивостей підземних вод:

- a. кольоровість,
- b. температура
- c. солоність
- d. рівневий режим
- e. кислотна агресивність

Вкажіть показник органолептичних властивостей підземних вод:

- a. температура
- b. солоність
- c. присмак,
- d. рівневий режим
- e. кислотна агресивність

Вкажіть показник органолептичних властивостей підземних вод:

- a. температура
- b. солоність
- c. водневий показник
- d. рівневий режим
- e. кислотна агресивність

Вкажіть радіоізоотоп стронцію:

- a.  $\text{NO}_3$ ,
- b.  $\text{Cs}^{134}$ ,
- b. Cs
- c.  $\text{K}^{40}$ ,
- d.  $\text{Ra}^{226}$

Вкажіть радіоізоотоп радію:

- a.  $\text{Cs}^{134}$ ,
- b.  $\text{Cs}^{138}$ ,
- c.  $\text{K}^{40}$ ,
- d.  $\text{Ra}^{226}$
- e.  $\text{NO}_3$ ,

Вкажіть амоній:

- a.  $\text{K}^{40}$
- b.  $\text{NH}_4$ ,
- c. Cl
- d.  $\text{Ra}^{226}$
- e.  $\text{NO}_3$ ,

Вкажіть показник експозиційної дози місцевості сті:

- a. нКи/кг

- b. Ки/км<sup>2</sup>
- c. нКи/г

- d. мг/кг
- e. мкР/год мг/кг

Вкажіть компоненти, вміст яких впливає на органолептичні показники води:

- a. запах,
- b. кольоровість,
- c. присмак,
- d. водневий показник,
- e. каламутність

Вкажіть компоненти, вміст яких впливає на органолептичні показники води:

- a. запах,
- b. кольоровість,
- c. присмак,
- d. мінералізація загальна
- e. каламутність.

Вкажіть компоненти, вміст яких впливає на органолептичні показники води:

- a. каламутність,
- b. запах,
- c. кольоровість,
- d. присмак
- e. жорсткість загальна.

Вкажіть компоненти, вміст яких впливає на органолептичні показники води:

- a. запах,
- b. кольоровість,
- c. присмак
- d. сульфати,
- e. каламутність.

Вкажіть компоненти, вміст яких впливає на органолептичні показники води:

- a. запах,
- b. кольоровість,
- c. присмак
- d. каламутність,
- e. хлориди.

На якій карті відображені місця відбору проб ґрунтів?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені пункти відбору проб води?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені пункти відбору проб поверхневих вод?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені пункти відбору проб підземних вод?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені пункти відбору фітопроб?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені водоносні комплекси?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені водотривкі відклади?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта

- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені водозабірні споруди?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені гідрогеохімічні показники?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені техногенні об'єкти, що впливають на стан підземних вод?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені еколандшафти?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені роди геохімічних ландшафтів?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені класи геохімічних ландшафтів?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта ландшафтно-геохімічного районування
- d. Карта забруднення території радіонуклідами

е. Карта екологічного стану геологічного середовища  
На якій карті відображені показники загального хімічного складу води?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені гідрогeохімічні аномалії?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені забруднюючі речовини у складі води?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені площі з небезпечними вмістами нітратів у воді?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені площі з небезпечними вмістами іонів амонію у воді?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені результати вимірювання гама-активності ґрунтів?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоecологічних досліджень
- b. Гідрогeологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення



- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені результати вимірювання гама-активності донних відкладів

- a. Карта фактологічних матеріалів геоекологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображені рівні напруженості екологічного стану геологічного середовища?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоекологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища

На якій карті відображена враженість території екзогенними інженерно-геологічними процесами?

- a. Карта фактологічних матеріалів геоекологічних досліджень
- b. Гідрогеологічна карта
- c. Карта гідрохімічного забруднення
- d. Карта забруднення території радіонуклідами
- e. Карта екологічного стану геологічного середовища



1. Геологический отчет о результатах структурно-профильного бурения в западной Волыни в 1965–1970 гг. Текст отчета ЛГЭ / Бириулёв А. Е. и др. Львов, 1970.
2. Бровко Г. І. Вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів на території Волинської та Рівненської областей. Рівне, 2006.
3. Геологическое доизучение территории листов М-35-16-Г; М-35-17-В; М-35-28-Б; М-35-29-А в масштабе 1:50 000 / Гарбуз И. С. и др. Ровно, 1994.
4. Групповая геологическая съемка масштаба 1:50 000 территории листов М-35-15-Г, М-35-16-В, М-35-28-А, В, Г, М-35-29-В / Гарбуз И. С. и др. Ровно, 1988.
5. Геология и окружающая среда. Методическое руководство : в 3-х т. М. : Внешторгиздат, 1990.
6. Гольдберг В. М. Гидрогеологические прогнозы качества подземных вод на водозаборах. М. : Недра, 1976.
7. Горев Л. М., Пелешко В. І., Хильчевський В. К. Гідрохімія України. К. : Вища школа, 1995. 307 с.
8. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М. : Госстандарт СССР, 1982.
9. Отчет по гидрогеологической съёмке масштаба 1:50 000 для целей мелиорации на территории листов М-35-26-Г, М-35-38-Б, М-35-39-А, -Б, -В, проведенной в 1986–1989 гг. / Гочачко А. А. и др. Ровно, 1989.
10. Державна геологічна карта України, Масштаб 1:200000, М-36-ХІІІ (Київ), Міністерство екології та природних ресурсів України, Північне державне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія». 2001. 78 с.
11. Державні гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. Київ : МОЗ України, 1997.
12. Державні санітарні норми і правила «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості централізованого господарсько-питного водопостачання». К. : Мінохорони здоров'я, 1997.
13. ДСТУ ISO 5667-10:2005 (ISO 5667-10:1992, IDT). Національний стандарт України. Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 17 с.
14. Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання. К. : Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с.

15. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунт : наказ МОЗ України № 1595 від 14.07.2020.

16. ДСанПіН N 383/1940. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. *Збірник важливих офіційних документів з санітарних і протиепідемічних питань*. К., 1999. Т. 5, Ч. 3.

17. Дудкин В. П. Геолого-гидрогеологические исследования районов Ровенской и Хмельницкой АЭС с целью определения их воздействия на геологическую обстановку. К., 1988.

18. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2017. № 29, ст. 315.

19. Залеський І. І. «Легенда до гідрогеологічної карти комплексу державної геологічної карти України» масштабу 1:200 000. К., 2006.

20. Залеський І. І., Клименко М. О. Екологія людини : підручник. К. : Академія, 2005. 287 с.

21. Отчет по гидрогеологическому, инженерно-геологическому доизучению Волынской области территории листов М-34-VI (с.-в. ч.); М-35-I, -II, -VII, -VIII (с.-в. ч.); М-35-XIV (с.-з. ч.) для целей мелиорации / Заяц Н. С. и др. Ровно, 1980.

22. Геологічна будова і корисні копалини середньої течії р. Стир. Звіт про геологічне довивчення масштабу 1:200 000 території аркуша М-35-VIII (Луцьк) / Зелінський В. Г. та ін. Рівне, 2008.

23. Клименко М. О., Прищепя А. М. Практикум з радіоекології : навч. посіб. / Нац. ун-т водн. госп-ва та природокористування, Каф. екології. Рівне : НУВГП, 2010. 220 с.

24. Клименко М. О., Бедункова О. О. Кругообіг важких металів у водних екосистемах : монографія / Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування. Рівне : НУВГП, 2008. 216 с.

25. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : навч. посібник для студентів екологіч. спец. вищ. навч. закладів / Укр. держ. ун-т водн. гос-ва та природокористування. Рівне : [б. и.], 2004. 232 с.

26. Клименко М. О. Радіоекологія : навч. посіб. / Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування. Рівне : НУВГП, 2008. 224 с.

27. Екологічна геологія : підручник. / Коржнев М. М., Вишва С. А., Кошляков О. Є. та ін. ; за ред. д.г.-м.н. М. М. Коржнева. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2005. 257 с.

28. Круподеров В. С. Методические основы изучения режима экзогенных геологических процессов и методы обработки временных рядов их проявления. *Сб. докладов международного семинара в Алматы*. М. : Центр международных проектов ГКНТ, 1982. С. 313–324.

29. Лященко М. М. Кадастр підземних вод західних областей Волині. 1945 р.

30. Люта Н. Г., Саніна І. В., Лищук А. В. Критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища при проведенні регіональних еколого-геологічних досліджень / УкрДГРІ, К., 2006. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:1000 000 – 1:500 000. М. : ВСЕГИНГЕО- ИМГРЭ, 1994.

31. Нагалюк В. Д. Поиски и разведка подземных вод для водоснабжения пгт. Рожище Волынской области. Ровно, 1991.

32. Про порядок застосування в організаціях та підприємствах Держкомгеології нормативних актів колишнього Мінгео СРСР в галузі лабораторних досліджень : наказ Держкомгеології України від 09.08.95 № 67.

33. Изучение современных экзогенных геологических процессов на территории Волынской и Ровенской областей УССР / Несенов Е. Н. и др. Ровно, 1991.

34. Отчет о результатах поисков подземных вод, выполненных в 1979 г. для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения пгт. Любомль, Старая Выжевка, Маневичи Волынской области / Несенов Е. Н. и др. Ковель, 1979.

35. ГН 2.1.7.020-94. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка. М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1995.

36. Островский В. Н. Анализ современного состояния мелкомасштабного и обзорного геоэкологического картографирования. Обзор. М. : ЗАО «Геоинформмарк», 2001.

37. Пархомец Н. И., Кутырев А. В. Отчет о предварительной разведке минеральных вод Луцкого месторождения Волынской области, проведенной в 1983–84 гг. Львов, 1984.

38. Пархомец Н. И., Струкова Н. Е. Отчет о детальной разведке минеральных хлоридных натриевых вод Журавичского месторождения Волынской области с подсчетом эксплуатационных запасов, проведенных в 1980–81 гг. Львов, 1981.

39. Правила охорони підземних вод від забруднення та виснаження. К. : «Державна служба геології та надр України, 2011. 13 с.

40. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546. (Бібліотека офіційних видань).

41. Саенко Д. А. Отчет по изучению режима подземных вод, контролю за их охраной, госучету и ведению ГВК на территории Волынской и Ровенской областей за 1986–1988 гг. Ровно, 1988.

42. СанПіН № 383. Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». К. : Мін. охорони здоров'я України, 1996.

43. Степась М. В. Гідрогеологічна та інженерно-геологічна зйомка масштабу 1:50 000 з метою промислового будівництва на території аркушів М-35-16-Г, -17-В, -28-Б, -29-А м. Кузнецовськ. Рівне, 1997.

44. Сухомлин В. И. Отчет о результатах предварительной разведки подземных вод, произведенной в 1974 г. с целью централизованного водоснабжения г. Киверцы Волынской области. Львов, 1974.

45. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В. Т. и др. ; под ред. В. Т. Трофимова. М. : Изд-во МГУ, 1997. 368 с.

46. Тимчасові вимоги щодо складання карти екологічного стану геологічного середовища масштабу 1:200 000 як складової частини робіт з ГДП-200. К., 2002.

47. Тимчасові методичні рекомендації щодо проведення робіт з оцінки геохімічного стану ландшафтів масштабу 1:500 000. Київ, УкрДГРІ, 2006.

48. Туручко Л. И. Отчет о результатах поисков подземных вод для водоснабжения г. Кузнецовск и Ровенской АЭС. Ровно, 1990.

49. Филова В. А. Вредные химические вещества. Неорганические соединения Элементов V-VIII групп. Справочник. Л., «Химия», 1989.

50. Харечко В. О. Вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів на території Волинської та Рівненської областей України за 1991–97 рр. Рівне, 1997. Рішення Українського республіканського міжвідомчого стратиграфічного комітету від 11.09.1991 р., УМСК. К., 1991.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Навчальне видання

*Мельничук Віктор Григорович*  
*Косяк Діана Святославівна*  
*Холоденко Вікторія Святославівна*

# ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Навчальний посібник

*Друкується в авторській редакції*

*Технічний редактор*

*Г.Ф. Сімчук*



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

*Видавець і виготовлювач*  
*Національний університет*  
*водного господарства та природокористування*  
*вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до*  
*державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів*  
*видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*