

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МОРСЬКОЇ ГЕОЛОГІЇ, ГІДРОГЕОЛОГІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ
ТА ПАЛЕОНТОЛОГІЇ

ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до лабораторних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 103 Науки про Землю
освітньо-професійної програми
«Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія»

ОДЕСА
ОНУ
2025

УДК 624.131.1(072)
I-622

Укладач:

Т. В. Козлова, кандидатка геолого-мінералогічних наук, доцентка, доцентка кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Рецензенти:

А. О. Буяновський, кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

Н. О. Федорончук, кандидатка геологічних наук, доцентка кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою геолого-географічного факультету
ОНУ імені І. І. Мечникова.*

Протокол № 8 від 23 квітня 2025 р.

I-622 **Інженерна геологія** [Електронний ресурс] : електрон. метод. рек. до лаб. занять для здобувачів першого (бакалавр.) рівня вищ. освіти спец. 103 Науки про Землю освіт.-проф. програми «Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія» / уклад. Т. В. Козлова. — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2025. — 53 с. — 1,8 МБ.

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія» спеціальності 103 «Науки про Землю», для опанування матеріалу при підготовці до лабораторних занять, оформленні робіт при самостійному виконанні завдань та підсумкового контролю.

УДК 624.131.1(072)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ	6
2. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	9
3. РОЗГОРНУТА ПРОГРАМА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	11
Лабораторне заняття 1 Оцінка тріщинуватості гірських порід. Побудова рози-діаграми та точкової кругової діаграми тріщинуватості	11
Лабораторне заняття 2 Побудова інженерно-геологічної колонки свердловини	25
Лабораторне заняття 3 Побудова інженерно-геологічних розрізів	30
Лабораторне заняття 4 Виділення інженерно-геологічних елементів	35
Лабораторне заняття 5 Зробити висновки про інженерно-геологічні умови ділянки інженерно-геологічних досліджень	42
4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	46
5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ, ПІДГОТОВКИ ДО ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51

ВСТУП

Методичні рекомендації розроблені відповідно до програми нормативного курсу «Інженерна геологія» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 103 «Науки про Землю», освітньо-професійною програмою «Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія».

У методичних рекомендаціях наведено мету і програму курсу, завдання для проведення лабораторних занять, контрольні питання для самоперевірки знань, підготовки до поточного та підсумкового контролю та список рекомендованої літератури.

Метою викладання навчальної дисципліни “Інженерна геологія” є ознайомлення студентів з основними властивостями гірських порід (грунтів), природними геологічними і інженерно-геологічними процесами у верхніх горизонтах земної кори у зв'язку з будівельною діяльністю людини і методами прогнозу і оцінки інженерно-геологічних умов будівництва.

Завдання – ознайомити студентів з фундаментальними теоретичними основами і проблемами інженерної геології; з властивостями і динамікою геологічного середовища, його раціональним використанням і охороною у зв'язку з інженерно-будівельною діяльністю людини; з методикою отримання інформації щодо інженерно-геологічних вишукувань з метою проектування і будівництва різноманітних споруд; з методами оцінки, прогнозу і розрахунку впливу будівництва на стійкість місцевості та вибір захисних споруд.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

а) загальних (ЗК): К03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; К04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; К08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

б) спеціальних/фахових (ФК): ФК6. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання; ФК9. Здатність до планування, організації та проведення досліджень і підготовки звітності; ФК11. Здатність виконувати морські геологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні дослідження та використовувати їх результати для оцінки стану природних та антропогенних об'єктів і процесів у літосфері та підземній гідросфері.

Програмні результати навчання (ПРН): ПР08 Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів; ПР12. Знати і застосовувати теорії, парадигми,

концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації; ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю; ПР17. Вміти проводити комплексні інженерно-геологічні і гідрогеологічні дослідження природних об'єктів для розробки економічно доцільних та технічно обґрунтованих рішень при проектуванні антропогенних об'єктів з урахуванням раціонального використання навколишнього середовища та прогнозування змін під впливом антропогенних факторів.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні проблеми інженерної геології; сукупність чинників, що визначають виникнення, розвиток і розповсюдження природних геологічних та інженерно-геологічних процесів у верхніх горизонтах земної кори у зв'язку з будівельною діяльністю людини; поняття про інженерно-геологічні умови території; основні властивості гірських порід (ґрунтів), як основ інженерних споруд; методику оцінки інженерно-геологічних умов для обґрунтування можливості будівництва споруд; знати вимоги нормативних документів щодо інженерно-геологічних досліджень будівництва;

вміти: будувати інженерно-геологічні колонки і розрізи; давати оцінку інженерно-геологічних умов території (гірських порід, підземних вод, геологічних процесів та ін.) з метою обґрунтування принципової можливості і економічної доцільності будівництва і експлуатації споруд, вибору їх місцеположення і типу та методів виробництва будівельних робіт.

Програма навчальної дисципліни складається з наступних змістових модулів:

- ✓ Змістовий модуль 1. Інженерно-геологічні умови.
- ✓ Змістовий модуль 2. Фізико-геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища.
- ✓ Змістовий модуль 3. Інженерно-геологічні дослідження.

На вивчення навчальної дисципліни «Інженерна геологія» відводиться 90 годин, зокрема: 36 – лекцій, 32 – лабораторних занять та 67 – самостійної роботи, що взагалі становить 30 кредитів ЄКТС.

1. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 **Інженерно-геологічні умови**

ТЕМА 1. Інженерна геологія як наука

Предмет, зміст, мета, задачі і наукові основи. Розділи, зв'язок з іншими дисциплінами. Основні відомості з історії розвитку інженерної геології, завдання інженерної геології на сучасному етапі розвитку економіки і господарства.

ТЕМА 2. Поняття про інженерно-геологічні умови

Клімат. Інженерно-геологічна оцінка геоморфологічних умов місцевості. Інженерно-геологічна оцінка тектонічних особливостей місцевості та умов залягання порід. Тріщинуватість гірських порід та її значення під час інженерно-геологічної оцінки порід. Виявлення зон подрібнення і тріщинуватості гірських порід. Основні завдання літологічних і петрографічних досліджень для інженерно-геологічної оцінки місцевості. Вплив петрографічних особливостей порід на оцінку інженерно-геологічних умов будівництва. Петрографічна характеристика основних типів гірських порід. Інженерно-геологічна оцінка гідрогеологічних умов місцевості. Категорії складності інженерно-геологічних умов.

ТЕМА 3. Основні типи ґрунтів та фактори формування їхніх інженерно-геологічних властивостей

Генетичний підхід при вивченні ґрунтів. Мінеральний склад ґрунтів. Структурно-текстурні особливості ґрунтів. Загальна класифікація основних типів ґрунтів. Основні властивості ґрунтів. Фізичні властивості ґрунтів (вологість, щільність, пористість, теплофізичні, електричні і магнітні властивості ґрунтів. Фізико-хімічні властивості ґрунтів (корозійні, електрокінетичні, адсорбційні, дифузні і осмотичні, тиксотропні властивості ґрунтів; фізико-хімічна обмінна здатність; теплота змочування; пластичність і набрякання; усадка і просадка ґрунтів). Фізико-механічні властивості ґрунтів (деформаційні, міцнісні, реологічні властивості ґрунтів; опір ґрунтів зрушенню).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Фізико-геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища

ТЕМА. 4. Інженерно-геологічна класифікація процесів і явищ

Геологічні та інженерно-геологічні процеси. Техногенні впливи. Класифікація геологічних і інженерно-геологічних процесів і явищ. Загальні закономірності розвитку і поширення геологічних процесів і явищ. Умови та фактори геологічних процесів.

ТЕМА. 5. Вивітрювання, сезонне та багаторічне промерзання гірських порід, діяльність вітру (еолові процеси)

Оцінка вивітрюваності порід і заходи боротьби з вивітрюванням. Сезонне та багаторічне промерзання гірських порід. Фізико-геологічні явища, характерні для областей розвитку багаторічномерзлих порід. Умови будівництва в районах розвитку багаторічномерзлих порід. Завдання інженерно-геологічних досліджень в районах розвитку вітрової діяльності. Заходи боротьби з еоловими процесами.

ТЕМА 6. Діяльність поверхневих вод

Площинний змив і струмениста ерозія. Яроутворення. Діяльність річок. Формування берегів природних і штучних водоймищ. Заходи боротьби з морською абразією.

ТЕМА 7. Просадкові явища, карст, болота і заболочені території

Природа просідних властивостей лесових ґрунтів. Будівництво на просідних породах. Карст, умови його утворення і розвитку, заходи боротьби з ним. Болота і заболочені території, умови їхнього утворення. Будівництво на заболочених територіях.

ТЕМА 8. Суфозійні явища та пливуні

Означення і суть механічної та хімічної суфозії. Умови виникнення й розвитку суфозії. Інженерно-геологічна оцінка можливості виникнення суфозії і заходи з її попередження. Явище пливунності ґрунтів та його наслідки. Характерні властивості пливунів. Протипливунні заходи.

ТЕМА. 9. Схилові процеси

Зсуви. Класифікація і механізм зсувів. Заходи боротьби зі зсувами. Осипи, обвали, вивали. Протиобвальні заходи. Селеві явища, протиселеві споруди і заходи, вимоги до них.

ТЕМА 10. Сейсмічні явища

Чинники розвитку землетрусів і формування сейсмічних районів. Оцінка сили землетрусів. Сейсмічні райони на території України. Вплив інженерно-геологічних умов району на інтенсивність землетрусів. Сейсмічне та мікросейсмічне районування. Оцінка сейсмічності ділянки будівництва. Будівництво в сейсмічних районах.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

Інженерно-геологічні дослідження

ТЕМА 11. Стадії проектування та склад і порядок розробки Проектної документації

Технічне завдання. Програма виробництва інженерно-геологічних вишукувань. Категорії складності інженерних споруд. Стадії проектування будівель і споруд. Склад та порядок розробки проектної документації. Склад і зміст звітних документів про інженерно-геологічні дослідження

ТЕМА 12. Склад інженерно-геологічних досліджень

Інженерні вишукування для будівництва інженерних споруд. Інженерно-геологічне випробування. Основні цілі проходки гірничих виробок під час проведення інженерно-геологічної розвідки. Типи гірничих виробок та їх цільове призначення. Виділення інженерно-геологічних елементів. Нормативні та розрахункові значення показників властивостей ґрунтів.

2. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Використання лабораторних занять у навчальному процесі дозволяє збільшити частку самостійної діяльності тих, хто навчається, надає можливість поєднувати репродуктивне і пошукове навчання й саме у такому сенсі є потужним засобом підвищення самостійної пізнавальної активності. За своїм змістом лабораторні роботи мають безпосередню належність до «самостійної роботи», яку в теорії навчання визначають як дидактичний засіб навчання, штучну педагогічну ситуацію, за допомогою якої викладач організує діяльність. Вони можуть бути використані і як метод навчання, спрямований на підвищення пізнавальної активності, і як форми організації самостійної роботи тих, хто навчається.

Проведення лабораторних занять у процесі вивчення окремих тем з дисципліни «Інженерна геологія» підвищує інтенсивність і самостійність навчальної діяльності студентів. Цей процес відбувається через необхідність досягнення конкретної мети та віднайдення шляхів її досягнення, що спонукає до використання різноманітних додаткових джерел інформації, а це, у свою чергу, вимагає певних зусиль, підкріплених мотивацією. Окрім того, розв'язання поставленої задачі, як правило, ініціює взаємодію з одногрупниками, викладачами, а відтак сприяє розвитку і удосконаленню комунікативної компетенції. Проведення лабораторних робіт на заняттях з дисципліни «Інженерна геологія» створює передумови усвідомлення ролі і практичного значення набутих знань, виявленню аналітичних, організаторських здібностей, а головне, включає студентів у різні види самостійно-пізнавальної діяльності – практичної, інтелектуальної, предметної.

Головне завдання лабораторних робіт – подолання розриву між теорією і практикою, посилення міжпредметних зв'язків, формування пізнавальної активності, адже саме на лабораторних роботах теоретичні знання зазнають корекції, адаптації, визначається можливість їхнього застосування у різних практичних і побутових ситуаціях. Отже у такий спосіб відбувається можливість застосування набутих знань у нових ситуаціях, наочно виявляється їх значення у майбутній професійній діяльності.

Функції, що покладаються на лабораторні заняття:

1. формування навичок самостійної роботи;
2. поглиблення, розширення та конкретизація теоретичних знань;
3. набуття умінь планувати діяльність, фіксувати і зіставляти проміжні та кінцеві результати; оцінювати їх вірогідність;
4. формування навичок творчого мислення, самостійного формулювання та висловлювання власних думок.

У таблиці 2.1 наведено тематичний план проведення лабораторних занять.

Таблиця 2.1

Тематика лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оцінка тріщинуватості гірських порід. Побудова рози-діаграми та точкової кругової діаграми тріщинуватості	6
2	Побудова інженерно-геологічної колонки свердловини	4
3	Побудова інженерно-геологічних розрізів	6
4	Виділення інженерно-геологічних елементів	8
5	Зробити висновки про інженерно-геологічні умови ділянки інженерно-геологічних досліджень	8
	Разом	32

3. РОЗГОРНУТА ПРОГРАМА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1

Оцінка тріщинуватості гірських порід.

Побудова рози-діаграми та точкової кругової діаграми тріщинуватості

Мета. Ознайомитися з особливостями графічного зображення вимірів залягання тріщинуватості.

Методичні вказівки

При польовому вивченні тріщинуватості гірських порід проводяться масові виміри тріщин, що вимагають подальшої обробки виявлення переважаючих напрямів, відносної інтенсивності кожного з них і т. д., з цією метою вдаються до складання різних структурних діаграм.

Кількість вимірів, які необхідні для отримання представницької діаграми, залежить від кількох чинників: від складності структури, від ступеня гомогенності геологічного тіла, від досконалості кращого орієнтування досліджуваного елементу. Чим більше вимірів, тим краще усуваються випадкові відхилення і виявляються типові орієнтування, проте надмірне збільшення розміру вибірки є недоцільним. Слід використовувати найбільш раціональну (необхідну та достатню) кількість вимірів. У разі простих структур складання діаграм можна починати зі 100–150 вимірів.

Побудова рози діаграми

Рози-діаграми є одним із найстаріших і найпоширеніших способів графічного зображення вимірів залягання тріщинуватості. Вони можуть відображати якийсь один елемент вимірів, а при поєднанні двох-трьох таких діаграм можна показати два або три елементи вимірів (простягання, напрямок падіння, кути падіння).

Способи побудови рози-діаграми тріщинуватості

Розглянемо 2 методи побудови рози-діаграми тріщинуватості:

1) На півколо довільного радіусу наноситься градусна сітка з північними румбами та проводяться радіуси-меридіани. Інтервали між меридіанами можна брати різними. Потім вибирається одиничний відрізок з довільною довжиною, що відповідає одному виміру, що слугує масштабом для зображення кількості тріщин. Одиничний відрізок відкладається на півкрузі від його центру за виміром азимуту. При повторенні виміру одиничний відрізок відкладається від нанесеного раніше до периферії діаграми. Після нанесення всіх вимірів кінці ліній, складених одиничними відрізками, з'єднують прямими і контур, що утворився, затушовують.

2) Інший спосіб побудови рози-діаграми відрізняється тим, що перш ніж накласти виміри на сітку, вони групуються з інтервалами 2° – 3° або 5° . В одну групу (клас) відносять тріщини, азимуту чи кути падіння яких у межах того чи іншого інтервалу, і наносять на коло з його центру відрізки, що дорівнюють загальній довжині тріщин даного класу в довільно обраному масштабі (наприклад, одна тріщина є відрізком довжиною 5 мм) у напрямі, відповідному середньому азимуту даного класу. Визначають кількість випадків та середнє значення азимуту або кута падіння для кожної групи. Отримані значення завдають на діаграму за допомогою радіусів. Напрямок радіусів має відповідати середньому значенню азимуту, а довжина його має бути пропорційною числу вимірів, що потрапили до цієї групи. Якщо кількість тріщин наносять у вигляді відсотків, то загальну кількість вимірів приймають за 100 і обчислюють відсоток вимірів по кожній групі.

Наприклад, якщо в класі з $A = 45^{\circ}$ – 50° виявилось 10 тріщин, то з центру кола під кутом $47^{\circ}30'$ відкладають відрізок довжиною 5 см; якщо в класі $A = 20^{\circ}$ – 55° вісім тріщин, то з центру кола під кутом $52^{\circ}30'$ відкладають відрізок довжиною 4 см і т. д.

Визначають кількість випадків та середнє значення азимуту або кута падіння для кожної групи. Отримані значення завдають на діаграму за допомогою радіусів. Напрямок радіусів має відповідати середньому значенню азимуту, а довжина його має бути пропорційною числу вимірів, що потрапили до цієї групи. Якщо кількість тріщин наносять у вигляді відсотків, то загальну кількість вимірів приймають за 100 і обчислюють відсоток вимірів по кожній групі.

Рози-діаграми простягання будуються на півкрузі чи повному колі. В останньому випадку вектори відкладаються від центру на протилежні сторони, тому промені виходять симетричними (рис. 3.1а). Діаграми азимутів падіння будуються у повному колі, і промені їх виходять несиметричними, а кутів падіння досить одного квадранта (рис. 3.1б).

Спосіб роз-діаграм застосовується в основному тільки для платформних районів розвитку тріщинуватості, де рішуча більшість тріщин залягає вертикально чи майже вертикально. Для складчастих районів цей спосіб, як правило, мало інформативний, тому що він не дає характеристики залягання похило падаючих тріщин.

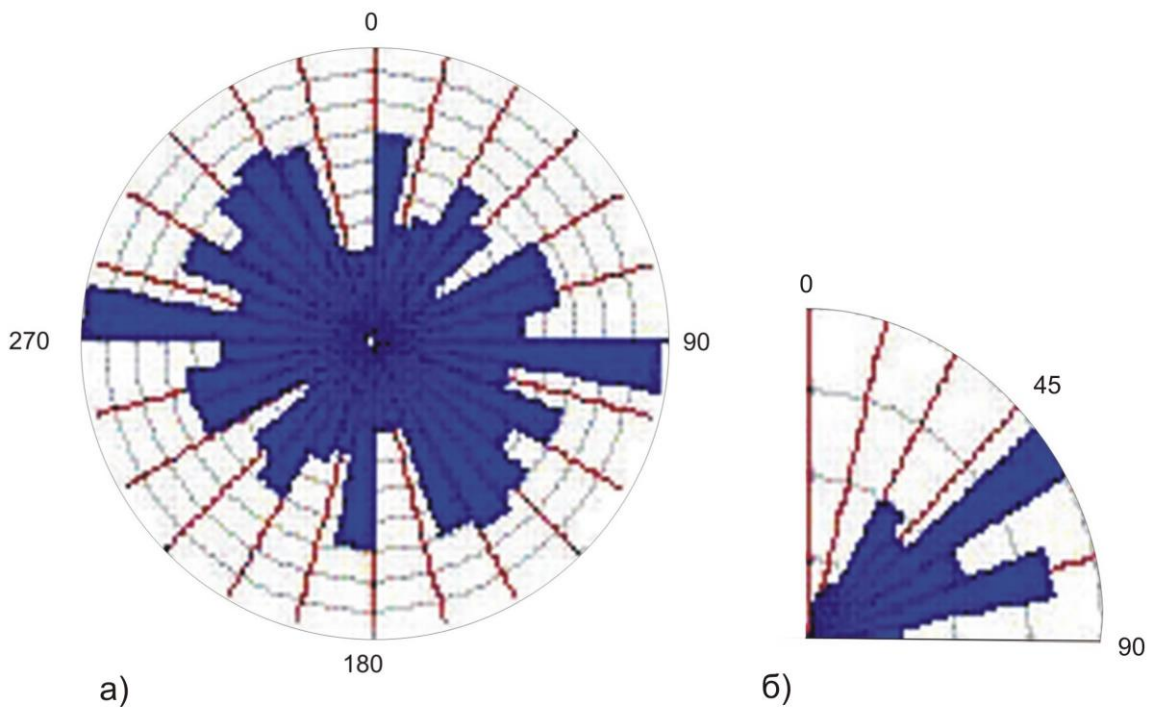


Рис. 3.1 – Роза-діаграма тріщинуватості
а) діаграма простягання та б) діаграма кутів падіння

Точкові кругові діаграми

Точкові кругові діаграми будуються на основі нормальних (полярних) сіток різного виду (довільних, стереографічних, рівноплощинних).

Для складання діаграми на довільній основі коло довільного радіусу розбивається радіусами та концентричними колами, що проводяться через рівні градусні інтервали, наприклад, через $10\text{--}15^\circ$. Радіуси є проєкціями меридіанів, а концентричні кола аналогічні паралелям з тією різницею, що в даному випадку вони проводяться довільно через рівні відрізки (наприклад, при радіусі сітки 9 см і відстань між розподілами 10° – через 1 см). Зовнішнє коло сітки градується від 0° до 360° . За цією шкалою відкладаються азимути падіння площин. Кути падіння відраховуються по концентричним колам від центру до периферії (від 0° до 90°). Отримані точки є полюси площин в проєкції з верхньої півсфери.

Таким чином, горизонтальна площина проєктується у вигляді точки, що збігається з центром діаграми, вертикальна - у вигляді точки, що лежить на зовнішньому колі (кожній вертикальній площині повинна відповідати єдина точка, яку можна ставити в будь-якій з двох діаметрально протилежних точок зовнішнього кола) (рис. 3.2). Чим крутіше падають тріщини, тим ближче до зовнішнього кола розташовуються їхні проєкції і навпаки. Кожна точка на діаграмі показує орієнтування окремої тріщини. Кількість точок на діаграмі відповідає кількості виконаних вимірів тріщин.

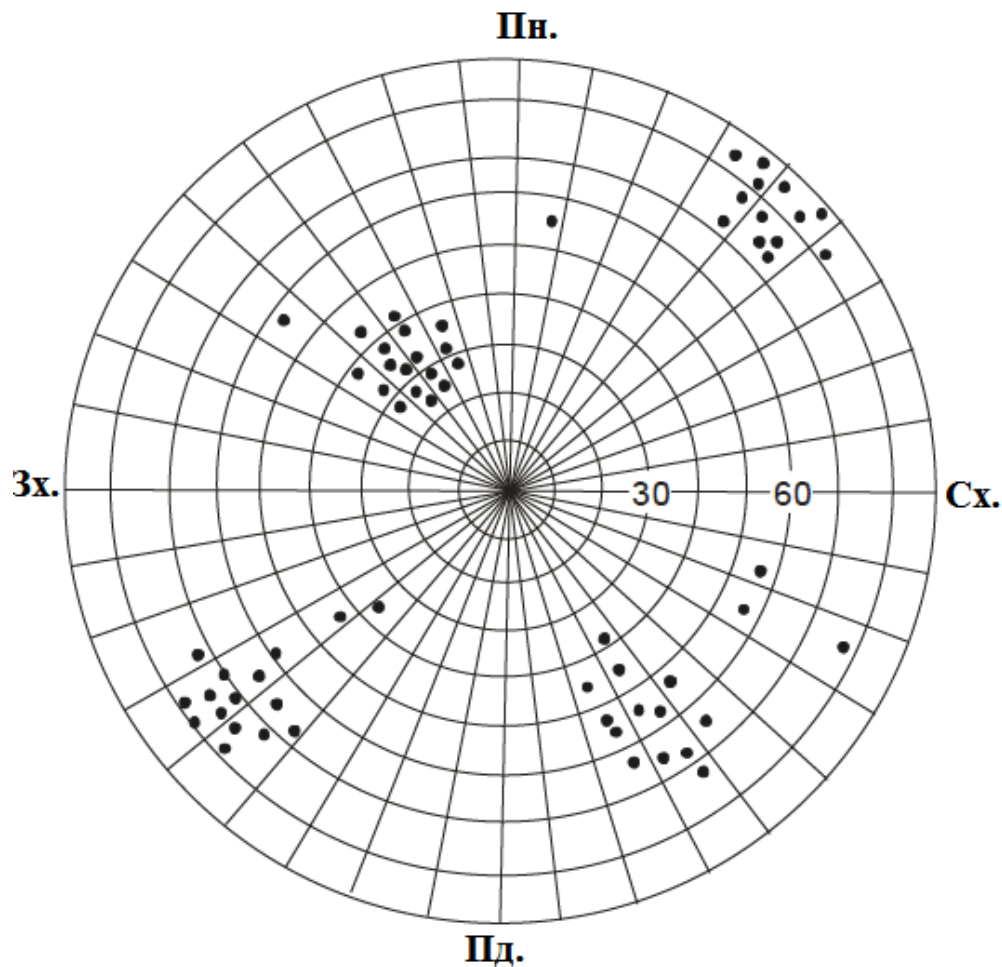


Рис. 3.2 – Точкова діаграма тріщинуватості

На діаграмі тріщини різного генезису можуть бути показані різним кольором або різною формою знаків (крапками, кружками, хрестиками та ін.). Концентрація точок у певній частині діаграми дозволяє виділити системи тріщин. При цьому з діаграми можна оцінити межі зміни елементів кожної системи тріщин і отримати середнє значення елементів залягання системи, оцінити відносну інтенсивність систем тріщин.

Діаграми на довільній основі дозволяють виявити скупчення точок, але кількісної оцінки концентрації не дають. Перевагою точкових діаграм є простота побудови та наочність. До недоліків ставляться неможливість наносити площини як дуги великого кола (крім вертикальних), тому їх доводиться зображати у вигляді точок (поліусів).

Завдання. За даними з варіанта, обраного викладачем (див. табл. 3.1–3.10), побудувати розу-діаграму і точкову діаграму елементів залягання (азимут простягання і кут падіння) тріщин та дати аналіз отриманих результатів.

Таблиця 3.1

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 1

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	15	43	26	140	41	51	339	60	76	346	58
2	129	25	27	329	40	52	146	46	77	160	56
3	37	50	28	57	31	53	67	21	78	347	62
4	47	43	29	58	31	54	149	37	79	236	32
5	131	23	30	58	32	55	341	49	80	165	44
6	56	65	31	142	33	56	239	26	81	237	30
7	359	51	32	247	21	57	341	56	82	348	46
8	134	33	33	60	25	58	150	49	83	239	30
9	50	39	34	334	38	59	69	21	84	166	63
10	51	36	35	334	46	60	224	42	85	348	56
11	53	30	36	143	42	61	227	35	86	349	53
12	135	36	37	61	27	62	230	39	87	170	74
13	359	57	38	62	28	63	151	56	88	239	31
14	135	30	39	244	25	64	342	44	89	171	37
15	356	62	40	62	27	65	343	40	90	350	65
16	136	39	41	146	27	66	157	44	91	172	62
17	320	37	42	334	50	67	232	36	92	351	32
18	55	34	43	336	43	68	232	37	93	351	51
19	55	35	44	243	27	69	158	59	94	353	45
20	139	39	45	336	65	70	344	52	95	175	43
21	323	33	46	126	39	71	345	65	96	354	58
22	140	36	47	67	23	72	160	34	97	354	78
23	326	43	48	146	43	73	235	35	98	176	53
24	327	50	49	337	64	74	236	34	99	360	20
25	140	35	50	241	27	75	160	51	100	180	70

Таблиця 3.2

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 2

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	115	46	26	343	81	51	29	58	76	156	81
2	119	72	27	132	87	52	140	72	77	328	86
3	216	49	28	229	38	53	141	82	78	49	41
4	357	86	29	343	90	54	143	89	79	327	89
5	123	78	30	231	39	55	336	89	80	157	88
6	219	41	31	343	85	56	37	52	81	326	85
7	125	77	32	133	88	57	40	49	82	161	77
8	350	81	33	231	38	58	335	79	83	51	32
9	350	86	34	134	76	59	334	78	84	52	35
10	126	85	35	341	81	60	42	44	85	326	85
11	223	47	36	231	32	61	147	77	86	325	89
12	126	89	37	340	80	62	333	81	87	163	85
13	347	81	38	136	74	63	45	37	88	163	78
14	224	43	39	333	85	64	332	85	89	33	36
15	224	46	40	339	84	65	149	82	90	33	37
16	345	73	41	136	79	66	46	43	91	166	81
17	127	82	42	335	75	67	152	71	92	321	86
18	227	43	43	136	72	68	332	86	93	57	31
19	345	77	44	339	73	69	46	44	94	319	84
20	130	81	45	336	73	70	152	75	95	317	87
21	228	41	46	338	78	71	330	84	96	315	79
22	344	73	47	138	83	72	152	86	97	167	81
23	131	75	48	329	79	73	328	90	98	58	29
24	228	40	49	337	74	74	48	39	99	312	88
25	131	84	50	138	77	75	49	40	100	60	30

Таблиця 3.3

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 3

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	30	84	26	230	88	51	216	86	76	255	83
2	32	75	27	306	34	52	215	88	77	254	88
3	35	73	28	45	83	53	215	90	78	253	85
4	37	78	29	45	85	54	53	89	79	61	86
5	39	76	30	306	35	55	212	85	80	62	83
6	317	43	31	46	83	56	118	27	81	127	29
7	314	43	32	48	89	57	55	90	82	129	36
8	246	89	33	302	30	58	119	27	83	60	81
9	313	43	34	227	79	59	121	26	84	63	80
10	242	88	35	226	81	60	55	87	85	243	88
11	244	90	36	221	85	61	56	86	86	130	29
12	240	69	37	302	31	62	56	89	87	200	80
13	309	39	38	49	87	63	57	81	88	68	77
14	311	39	39	300	29	64	211	85	89	130	30
15	241	77	40	219	90	65	209	75	90	134	38
16	43	80	41	49	79	66	209	78	91	68	81
17	236	61	42	287	23	61	123	33	92	74	85
18	309	38	43	218	88	68	209	82	93	250	87
19	235	84	44	50	78	69	208	86	94	249	81
20	43	82	45	294	23	70	59	90	95	134	42
21	231	66	46	216	85	71	60	88	96	137	47
22	309	33	47	52	81	72	123	32	97	305	35
23	43	89	48	51	74	73	125	33	98	83	85
24	307	34	49	105	15	74	126	35	99	49	82
25	230	90	50	115	25	75	126	36	100	62	84

Таблиця 3.4

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 4

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	30	84	26	140	41	51	339	60	76	346	58
2	32	75	27	329	40	52	146	46	77	160	56
3	35	73	28	57	31	53	61	21	78	347	62
4	37	78	29	58	31	54	149	37	79	236	32
5	39	76	30	58	32	55	341	49	80	165	44
6	317	43	31	142	33	56	239	26	81	237	30
7	314	43	32	247	21	57	341	56	82	348	46
8	246	89	33	60	25	58	150	49	83	239	30
9	313	43	34	334	38	59	69	21	84	166	63
10	242	88	35	334	46	60	224	42	85	348	56
11	244	90	36	143	42	61	227	35	86	349	53
12	240	69	37	61	27	62	230	39	87	170	74
13	309	39	38	62	28	63	151	56	88	239	31
14	311	39	39	244	25	64	342	44	89	171	37
15	241	77	40	62	27	65	343	40	90	350	65
16	43	80	41	146	27	66	157	44	91	172	62
17	236	61	42	334	50	67	232	36	92	351	32
18	309	38	43	336	43	68	232	37	93	351	51
19	235	84	44	243	27	69	158	59	94	353	45
20	43	82	45	336	65	70	344	52	95	175	43
21	231	66	46	126	39	71	345	65	96	354	58
22	309	33	47	67	23	72	160	34	97	354	78
23	43	89	48	146	43	73	235	35	98	176	53
24	307	34	49	337	64	74	236	34	99	360	20
25	230	90	50	241	27	75	160	51	100	180	70

Таблиця 3.5

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 5.

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	6	46	26	230	88	51	29	58	76	156	81
2	119	72	27	306	34	52	140	72	77	328	86
3	216	49	28	45	83	53	141	82	78	49	41
4	357	86	29	45	85	54	143	89	79	327	89
5	123	78	30	306	35	55	336	89	80	157	88
6	219	41	31	46	83	56	37	52	81	326	85
7	125	77	32	48	89	57	40	49	82	161	77
8	350	81	33	302	30	58	335	79	83	51	32
9	350	86	34	227	79	59	334	78	84	52	35
10	126	85	35	226	81	60	42	44	85	326	85
11	222	47	36	221	85	61	147	77	86	325	89
12	126	89	37	302	31	62	333	81	87	163	85
13	347	81	38	49	87	63	45	37	88	163	78
14	224	43	39	300	29	64	332	85	89	33	36
15	224	46	40	219	90	65	149	82	90	33	37
16	345	73	41	49	79	66	46	43	91	166	81
17	127	82	42	287	23	67	152	71	92	321	86
18	227	43	43	218	88	68	332	86	93	57	31
19	345	77	44	50	78	69	46	44	94	319	84
20	130	81	45	294	23	70	152	75	95	317	87
21	228	41	46	216	85	71	330	84	96	315	79
22	344	73	47	52	81	72	152	86	97	167	81
23	131	75	48	51	74	73	328	90	98	58	29
24	228	40	49	105	15	74	48	39	99	312	88
25	131	84	50	115	25	75	49	40	100	60	30

Таблиця 3.6

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 6

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	27	41	26	47	38	51	216	86	76	65	18
2	197	39	27	235	16	52	215	88	77	66	20
3	318	41	28	309	39	53	215	90	78	67	20
4	207	24	29	237	25	54	53	89	79	129	39
5	28	48	30	309	37	55	212	85	80	131	40
6	318	47	31	48	31	56	118	27	81	257	9
7	36	30	32	48	19	57	55	90	82	132	41
8	209	32	33	239	29	58	119	27	83	262	8
9	36	42	34	242	24	59	121	26	84	264	4
10	38	45	35	307	37	60	55	87	85	268	2
11	318	48	36	307	32	61	56	86	86	133	27
12	215	35	37	242	20	62	56	89	87	135	45
13	215	43	38	49	40	63	57	81	88	262	2
14	219	15	39	305	35	64	211	85	89	68	21
15	314	44	40	51	32	65	209	75	90	68	12
16	40	36	41	242	16	66	209	78	91	216	42
17	41	39	42	304	32	67	123	33	92	75	14
18	228	34	43	53	34	68	209	82	93	77	10
19	230	22	44	302	31	69	208	86	94	137	43
20	313	42	45	245	20	70	59	90	95	227	40
21	43	43	46	53	26	71	60	88	96	82	8
22	310	40	47	301	31	72	123	32	97	340	60
23	230	26	48	247	18	73	125	33	98	138	47
24	310	38	49	53	32	74	126	35	99	126	20
25	46	27	50	249	19	75	126	36	100	338	40

Таблиця 3.7

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 7

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	15	43	26	140	41	51	339	60	76	255	83
2	129	25	27	329	40	52	146	46	77	254	88
3	37	50	28	57	31	53	67	21	78	253	85
4	47	43	29	58	31	54	149	37	79	61	86
5	131	23	30	58	32	55	341	49	80	62	83
6	56	65	31	142	33	56	239	26	81	127	29
7	359	51	32	247	21	57	341	56	82	129	36
8	134	33	33	60	25	58	150	49	83	60	81
9	50	39	34	334	38	59	69	21	84	63	80
10	51	36	35	334	46	60	224	42	85	243	88
11	53	30	36	143	42	61	227	35	86	130	29
12	135	36	37	61	27	62	230	39	87	200	80
13	359	57	38	62	28	63	151	56	88	68	77
14	135	30	39	244	25	64	342	44	89	130	30
15	356	62	40	62	27	65	343	40	90	134	38
16	136	39	41	146	27	66	157	44	91	68	81
17	320	37	42	334	50	67	232 1	36	92	74	85
18	55	34	43	336	43	68	232	37	93	250	87
19	55	35	44	243	27	69	158	59	94	249	81
20	139	39	45	336	65	70	344	52	95	134	42
21	323	33	46	126	39	71	345	65	96	137	47
22	140	36	47	67	23	72	160	34	97	305	35
23	326	43	48	146	43	73	235	35	98	83	85
24	327	50	49	337	64	74	236	34	99	49	82
25	140	35	50	241	27	75	160	51	100	62	84

Таблиця 3.8

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 8

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	30	84	26	47	38	51	297	25	76	65	18
2	32	75	27	235	16	52	249	16	77	66	20
3	35	73	28	309	39	53	251	19	78	67	20
4	37	78	29	237	25	54	293	23	79	129	39
5	39	76	30	309	37	55	56	22	80	131	40
6	317	43	31	48	31	56	115	24	81	257	9
7	314	43	32	48	19	57	57	32	82	132	41
8	246	89	33	239	29	58	57	28	83	262	8
9	313	43	34	242	24	59	252	15	84	264	4
10	242	88	35	307	37	60	116	24	85	268	2
11	244	90	36	307	32	61	57	26	86	133	27
12	240	69	37	242	20	62	252	13	87	135	45
13	309	39	38	49	40	63	58	28	88	262	2
14	311	39	39	305	35	64	252	9	89	68	21
15	241	77	40	51	32	65	122	30	90	68	12
16	43	80	41	242	16	66	122	31	91	216	42
17	236	61	42	304	32	67	252	6	92	75	14
18	309	38	43	53	34	68	255	13	93	77	10
19	235	84	44	302	31	69	257	13	94	137	43
20	43	82	45	245	20	70	59	29	95	227	40
21	231	66	46	53	26	71	125	34	96	82	8
22	309	33	47	301	31	72	126	36	97	340	60
23	43	89	48	247	18	73	61	24	98	138	47
24	307	34	49	53	32	74	127	36	99	126	20
25	230	90	50	249	19	75	64	24	100	338	40

Таблиця 3.9

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 9

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	6	46	26	343	81	51	29	58	76	255	83
2	119	72	27	132	87	52	140	72	77	254	88
3	216	49	28	229	38	53	141	82	78	253	85
4	357	86	29	343	90	54	143	89	79	61	86
5	123	78	30	231	39	55	336	89	80	62	83
6	219	41	31	343	85	56	37	52	81	127	29
7	125	77	32	133	88	57	40	49	82	129	36
8	350	81	33	231	38	58	335	79	83	60	81
9	350	86	34	134	76	59	334	78	84	63	80
10	126	85	35	341	81	60	42	44	85	243	88
11	222	47	36	231	32	61	147	77	86	130	29
12	126	89	37	340	80	62	333	81	87	200	80
13	347	81	38	136	74	63	45	37	88	68	77
14	224	43	39	333	85	64	332	85	89	130	30
15	224	46	40	339	84	65	149	82	90	134	38
16	345	73	41	136	79	66	46	43	91	68	81
17	127	82	42	335	75	67	152	71	92	74	85
18	227	43	43	136	72	68	332	86	93	250	87
19	345	77	44	339	73	69	46	44	94	249	81
20	130	81	45	336	73	70	152	75	95	134	42
21	228	41	46	338	78	71	330	84	96	137	47
22	344	73	47	138	83	72	152	86	97	305	35
23	131	75	48	329	79	73	328	90	98	83	85
24	228	40	49	337	74	74	48	39	99	49	82
25	131	84	50	138	77	75	49	40	100	62	84

Таблиця 3.10

Дані масових вимірювань тріщин.
Вихідні дані для лабораторної роботи 1, варіант 10

№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.	№ п/п	Азим. прост.	Кут падін.
1	27	41	26	230	88	51	297	25	76	65	18
2	197	39	27	306	34	52	249	16	77	66	20
3	318	41	28	45	83	53	251	19	78	67	20
4	207	24	29	45	85	54	293	23	79	129	39
5	28	48	30	306	35	55	56	22	80	131	40
6	318	47	31	46	83	56	115	24	81	257	9
7	36	30	32	48	89	57	57	32	82	132	41
8	209	32	33	302	30	58	57	28	83	262	8
9	36	42	34	227	79	59	252	15	84	264	4
10	38	45	35	226	81	60	116	24	85	268	2
11	318	48	36	221	85	61	57	26	86	133	27
12	215	35	37	302	31	62	252	13	87	135	45
13	215	43	38	49	87	63	58	28	88	262	2
14	219	15	39	300	29	64	252	9	89	68	21
15	314	44	40	219	90	65	122	30	90	68	12
16	40	36	41	49	79	66	122	31	91	216	42
17	41	39	42	287	23	67	252	6	92	75	14
18	228	34	43	218	88	68	255	13	93	77	10
19	230	22	44	50	78	69	257	13	94	137	43
20	313	42	45	294	23	70	59	29	95	227	40
21	43	43	46	216	85	71	125	34	96	82	8
22	310	40	47	52	81	72	126	36	97	340	60
23	230	26	48	51	74	73	61	24	98	138	47
24	310	38	49	105	15	74	127	36	99	126	20
25	46	27	50	115	25	75	64	24	100	338	40

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Побудова інженерно-геологічної колонки свердловини

Мета. Формування умінь і навичок оформлення технічної інженерно-геологічної документації.

Методичні рекомендації

Інженерно-геологічні колонки призначені для зображення інженерно-геологічних умов у будь-якій одній точці спостереження. Часто складають колонки для свердловин, які не можуть бути об'єднані в розрізи внаслідок проходки в стороні від ліній розрізів або у віддалених одна від одної точках.

Побудову геологічних колонок рекомендується проводити у наступній послідовності:

1. Викреслюються необхідні для побудови колонки стовпці:

1 – глибина; 2 – номер шару; 3 – вік породи; 4 – потужність шару; 5 – абсолютна відмітка підосви шару; 6 – колонка; 7 – абсолютна відмітка рівнів підземних вод; 8 – опис порід. Габаритні розміри геологічної колонки по горизонталі наводяться у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Габаритні розміри геологічної колонки бурової свердловини (у міліметрах)

Глибина, м	Номер шару	Вік порід	Потужність шару, м	Абсолютна відмітка підосви шару, м	Колонка	Абсолютна відмітка рівнів підземних вод, м	Опис порід
1	2	3	4	5	6	7	8
10	10	15	15	15	35	25	55–60

2. Приймається вертикальний масштаб. У стовпчику 1 наноситься глибина в прийнятому масштабі шкали.

3. На шкалі глибин зазначається потужність (товщина) першого шару і проводиться тонка горизонтальна лінія. Горизонтальна лінія не повинна перетинати свердловину в стовпчику 6 і стовпчику 7.

4. У стовпцях 2, 3, 4 за даними опису бурової свердловини вказується номер шару, вік породи та потужність шару відповідно.

5. Вираховується абсолютна відмітка підосви (низу) шару, яка дорівнює різниці відмітки гирла свердловини і потужності шару. Числове значення абсолютної відмітки підосви шару записується внизу шару в стовпчику 5.

6. У центральній частині стовпця 6 умовно викреслюється свердловина, а інша частина заштриховується відповідно до умовних позначень даних порід і забарвлюється кольором, що відповідає віку даної породи.

7. Аналогічно проводять побудову й опис другого та наступних шарів породи.

8. У стовпчик 7 заносяться позначки підземних вод. Рівні підземних вод показуються графічно (горизонти затушовуються синім або блакитним кольором) і в свердловині (центральна частина стовпця 6).

9. У стовпчику 8 наводиться опис породи.

Розглянемо приклад побудови геологічної колонки за наступними вихідними даними (табл. 3.12) :

Таблиця 3.12

Вихідні дані для побудови інженерно-геологічної колонки

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підосви шару, м	Глибина залягання рівня води, м	
					що з'явився	встановлений
19 140,1	1	fgQ4	Суглинок бурий мулуватий	5,5	1,5	1,7
	2	eQ3	Глина щільна	20,4		
	3	eQ1	Пісок жовтий дрібний	38,8		
	4	C1	Вапняк тріщинуватий	78,6		
	5	D3	Аргіліт	82,9		
	6	γPR	Граніт тріщинуватий	85,9	82,9	1,5 м над гирлом

Перед тим як перейти до графічної побудови геологічної колонки, необхідно зробити наступні розрахунки.

1. Підрахувати потужність кожного шару:

№ шару	Потужність шару, м
шар № 1	5,5 м
шар № 2	$20,4 - 5,5 = 14,9$
шар № 3	$38,8 - 20,4 = 18,4$
шар № 4	$78,6 - 38,8 = 39,8$
шар № 5	$82,9 - 78,6 = 4,3$
шар № 6	$85,9 - 82,9 = 3,0$

Сума отриманих потужностей шарів повинна дорівнювати глибині залягання підосви останнього шару.

Перевіряємо: $5,5 + 14,9 + 18,4 + 39,8 + 4,3 + 3,0 = 85,9$ м.

Потужність 1-го шару дорівнює глибині залягання його підосви. Потужність інших шарів розраховується як різниця між потужностями наступного та попереднього шарів.

2. Підрахувати абсолютну позначку підосви кожного шару:

№ шару	Абсолютна позначка підосви шару, м
шар № 1	$140,1 - 5,5 = 134,6$
шар № 2	$140,1 - 20,4 = 119,7$
шар № 3	$140,1 - 38,8 = 101,3$
шар № 4	$140,1 - 78,6 = 61,5$
шар № 5	$140,1 - 82,9 = 57,2$
шар № 6	$140,1 - 85,9 = 54,2$

Абсолютна відмітка підосви шару розраховується як різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини (число, що стоїть під номером свердловини, у першому стовпчику вихідних даних) і глибиною залягання підосви даного шару.

3. Підрахувати абсолютну відмітку рівня ґрунтових вод кожного горизонту:

1-й горизонт	що з'явився $140,1 - 1,5 = 138,6$ м
	встановлений $140,1 - 1,7 = 138,4$ м
2-й горизонт	що з'явився $140,1 - 82,9 = 57,2$ м
	встановлений
3-й горизонт	що з'явився
	Встановлений

Абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод розраховується як різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини (число, що стоїть під номером свердловини, у першому стовпчику вихідних даних) і глибиною рівня води, що з'явився (встановився). Значення 1,5 м над гирлом означає, що були розкриті напірні води, які мають позитивний п'єзометричний рівень над гирлом свердловини, цей напір вказується безпосередньо на геологічній колонці.

Приступаємо до побудови геологічної колонки на міліметровому папері формату А4. Масштаб геологічної колонки приймаємо 1:200. Абсолютна відмітка устя свердловини (точка перетину стовбура свердловини з поверхнею Землі) дорівнює +140,1 м. Абсолютна відмітка вибою свердловини дорівнює +54,2 м (глибина залягання підосви останнього шару). Приклад побудови геологічної колонки показано на рисунку 3.1.

Геологічна колонка бурової свердловини № 19

М 1:200

Абсолютна відмітка гирла – 140,1 м

Абсолютна відмітка вибою – 54,2 м

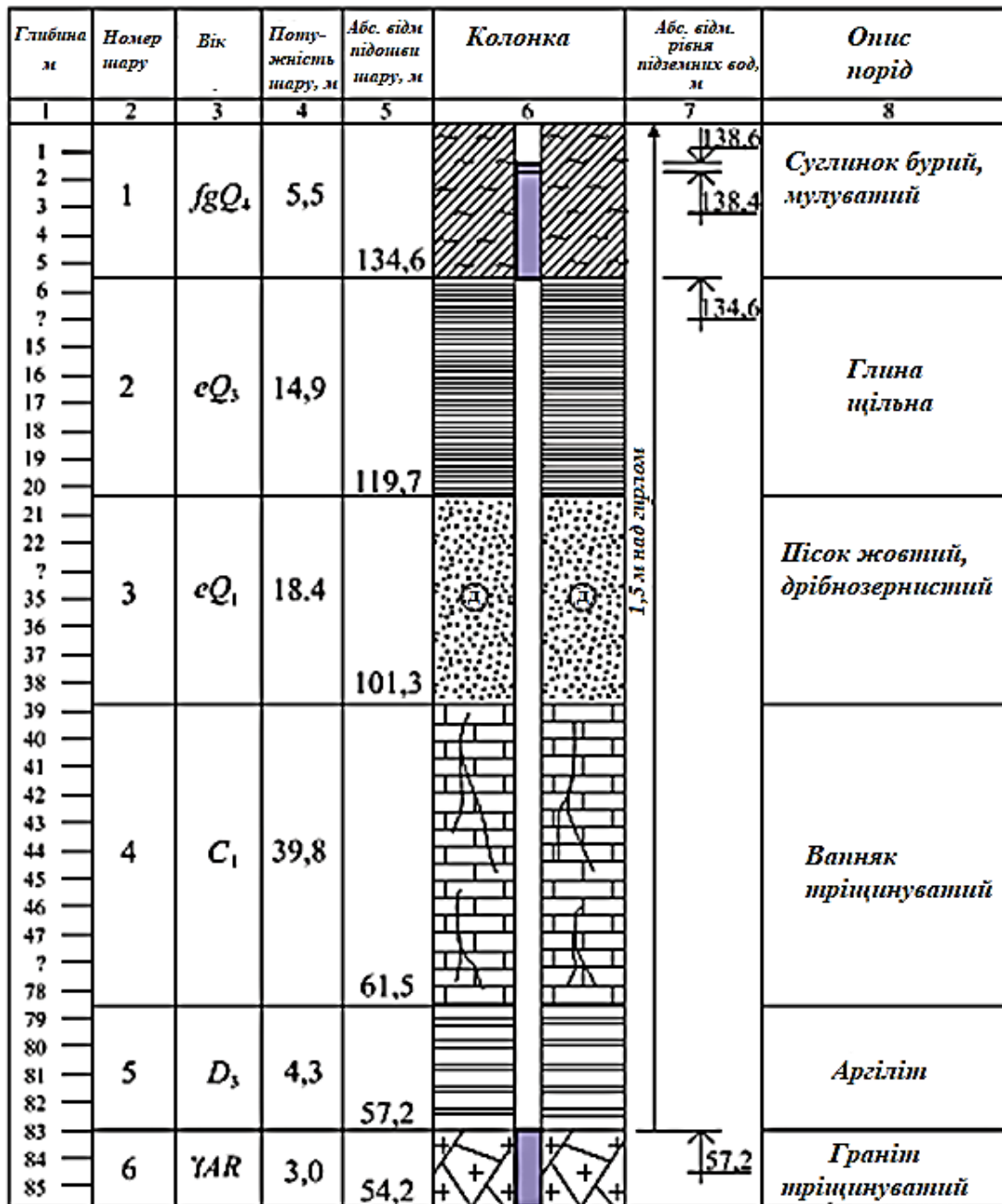


Рис. 3.1. Геологічна колонка бурової свердловини

Завдання. Використовуючи описи бурових свердловин (таблиця 3.13), побудуйте геологічну колонку свердловини на міліметровому папері формату А4. Масштаб прийняти 1:200. Використовуючи описи бурових свердловин (табл. 3), побудуйте геологічну колонку свердловини на аркуші формату А4. Номер варіанту відповідає номеру свердловини. Масштаб прийняти 1:200.

Таблиця 3.13

Опис бурових свердловин

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підосви шару, м	Глибина залягання рівня води, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1}{102,3}$	1	aQ ₄	Супісок сірий заторфований	2,0	0,8	0,3
	2	aQ ₄	Мул сірий з органічними залишками	5,9		
	3	aQ ₃	Пісок дрібний	10,1		
	4	aQ ₃	Пісок середній	11,7		
	5	C ₁	Вапняк тріщинуватий	25,0		
$\frac{2}{106,4}$	1	aQ ₄	Супісок сірий	6,0	5,0	5,0
	2	aQ ₄	Пісок дрібний	14,0		
	3	aQ ₃	Пісок середній	19,0		
	4	C ₁	Вапняк тріщинуватий	34,9		
	5	D ₃	Аргіліт сірий	58,7		
	6	γδAR	Гранодіорит порушений вивітрюванням	65,0	58,7	12,2 над гирлом
$\frac{3}{116,5}$	1	deQ ₄	Супісок сірий	2,2	0,8	0,6
	2	C ₃	Глина чорна щільна	8,8		
	3	C ₁	Аргіліт сірий	69,8	40,1	22,6
	4	D ₃	Доломіт тріщинуватий	89,3		
	5	γPR ₁	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	92,0	89,3	40,7
$\frac{4}{101,1}$	1	aQ ₄	Пісок дрібний з брилами вапняку та жорствою	3,8	1,9	1,5
	2	aQ ₃	Пісок середній	5,3		
	3	fgQ ₁	Пісок крупний кварцовий	6,4		
	4	C ₁	Пісковик тріщинуватий	29,6		
	5	□1	Кварцит польовошпатовий вивітрений	65,2		
	6	AR	Кварцит кварцовий тріщинуватий	70,0	65,2	16,5 над гирлом

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 3

Побудова інженерно-геологічного розрізу

Мета. Формування умінь і навичок оформлення технічної інженерно-геологічної документації.

Методичні вказівки

Інженерно-геологічний розріз – це проекція ділянки земної кори зображеної на літолого-геологічній карті на вертикальну площину з відображенням геоморфологічних, гідрогеологічних та власне геологічних умов.

Геологічний розріз, який будується на основі результатів буріння свердловин при інженерно-геологічних дослідженнях, відображає геологічну будову місцевості вздовж певного напрямку (створу), на якому розташовані дані свердловини.

Початковим матеріалом для побудови розрізу є відомості про кожен свердловину, які включають: абсолютну відмітку її гирла, послідовність перебудованих гірських порід (грунтів) з зазначенням їх літологічного складу і потужності, а також рівні підземних вод, якщо вони розкриті свердловиною. Крім того задаються відстані між сусідніми свердловинами і масштаби (вертикальний і горизонтальний). побудови розрізу. Вздовж вибраного напрямку проводиться лінія, кінці якої позначаються буквами або цифрами – лінія А – Б або І – ІІ.

Починати роботу слід з вибору необхідного розміру аркушу (допустима міліметрівка) з врахуванням масштабів і початкових даних. Необхідно порівняти параметри всіх задіяних свердловин і вибрати з них мінімальну позначку вибою і максимальну позначку гирла. Нижня позначка шкали має бути на 1–2 см нижчою за мінімальну позначку вибою, а верхня – на стільки ж вище максимальної позначки гирла.

Наприклад, якщо мінімальна відмітка вибою 42 м, а максимальна відмітка гирла 63 м, то для побудови розрізу необхідна шкала, що включає висотні позначки від 40 до 65 м включно.

Нумерацію на шкалі рекомендується починати знизу вгору за зростанням абсолютних відміток. Далі в лівій частині креслення будується шкала абсолютних відміток; вона повинна охоплювати (з деяким запасом) весь необхідний діапазон відміток, який встановлюється заздалегідь. Відступивши від шкали 1–2 см, наносять гирло першої свердловини, по вертикалі роблять позначки, відповідні всім межах пластів (покрівлі і подошві), а також рівням підземних вод і забою свердловини. Всі вказані границі і рівні повинні мати

наступні позначки: зліва від свердловини – глибину, праворуч від свердловини – відповідну абсолютну відмітку.

Друга, третя і четверта свердловини розташовуються на заданих відстанях від першої і між собою, враховуючи також і абсолютні відмітки їх гирл.

Потім переходять до процесу власне побудови, який носить вже не механічний, а творчий характер. Його задача – належним чином, не порушуючи геологічних законів, об'єднати розрізнені свердловини в єдину закінчену картину – геологічний розріз.

Основні правила такого об'єднання полягають в наступному:

1. Абсолютні відмітки гирл свердловин з'єднуються лініями, відображаючи рельєф вздовж даного створу.

2. Якщо в сусідніх свердловинах зустрічається одна і та ж порода (або інженерно-геологічний елемент (ІГЕ)), то її покрівлю і підшову можна зобразити прямою лінією від свердловини до свердловини; такі лінії будуються першими.

3. Якщо необхідно розмежувати дві різних верстви (або ІГЕ), що займають в сусідніх свердловинах аналогічну позицію по відношенню до вже проведених (п. 2) загальних границь, то розмежувальна лінія носить характер плавної кривої, кожний з кінців якої відстає на $1/3$ – $1/4$ відстані від відповідної свердловини. При цьому дана лінія повинна бути проведена таким чином, щоб в середині міжсвердловинного простору більш молода за геологічним віком порода перекривала більш древню, а не навпаки.

4. Якщо сама верхня або найнижча верства в даній свердловині не зустрічається, в сусідній свердловині її виклинюють (зводять нанівець) приблизно на середині відстані між свердловинами, доводячи його підшову або покрівлю до поверхні рельєфу (якщо це верхня верства) або до підшови верстви, що залягає вище (якщо мова йде про нижню верству).

5. Відмітки забоїв свердловин з'єднувати між собою не потрібно, так як цю лінію можна прийняти за підшову нижньої верстви. Слід мати на увазі наявність такої прямої лінії між забоями свердловин для того, щоб вище за цю лінію весь простір був заповнений умовними значками, а нижче за неї їх не повинно бути.

6. Рівні підземних вод, зафіксовані в сусідніх свердловинах, з'єднуються між собою прямими пунктирними лініями, при цьому необхідно стежити за тим, щоб така лінія не була проведена крізь товщу якого-небудь водотривку. Якщо з двох сусідніх свердловин одна виявила водоносний горизонт, а в іншій відсутній, рівень підземних вод (пунктирну лінію) необхідно підвести до

контакту з водотривкою верствою в довільній точці, однак прагнучи не створювати різких переломів вказаного рівня.

7. Праворуч від розрізу вказати розшифровку умовних позначень. Легенда (умовні позначення) до розрізу (див рис. 3.2). повинна містити всі позначення (стратиграфічні, літологічні, структурні, гідрогеологічні тощо), які відносяться до інженерно-геологічного розрізу. Для того, щоб не повторюватись, деякі знаки прийнято об'єднувати. Праворуч дається словесне пояснення умовного знаку. Умовні позначення приймаються згідно з ДСТУ Б А.2.4-13.2009 [7].

Всі умовні позначення рекомендується показувати в прямокутних рамочках розміром 15x8 мм з проміжками між ними в 2 мм. Знаки наводяться в певній послідовності: спочатку стратиграфічні (притому ж від самих молодих до самих древніх), потім – літологічні і т.д. Стратиграфічні знаки зафарбовуються так, як на розрізі.

Над розрізом напишемо його назву – Інженерно-геологічний розріз по лінії I-I', чи іншій лінії, масштаби : горизонтальний та вертикальний.

Зразок оформлення інженерно-геологічного розрізу та умовних позначень приведено на рис. 3.2.

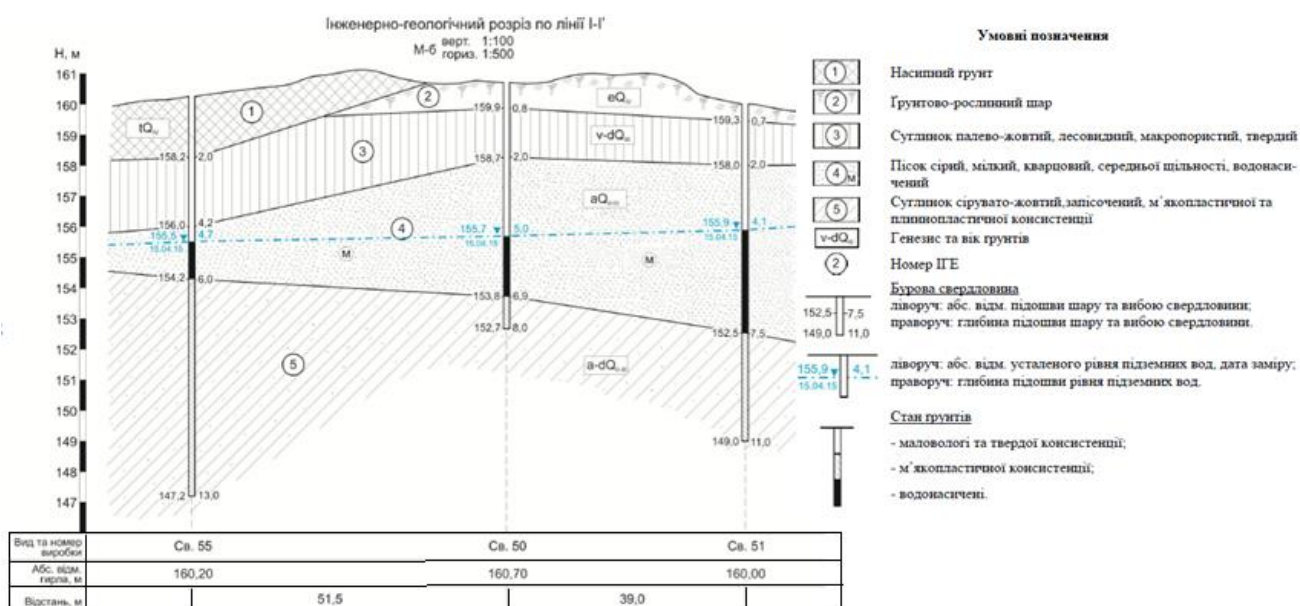


Рис. 3.2 – Приклад інженерно-геологічного розрізу

Завдання. Використовуючи методику, описану вище, побудувати інженерно-геологічний розріз зсувного схилу Одеського узбережжя, використовуючи описи бурових свердловин, які наведені у табл. 3.13 і топографічні та геоморфологічні дані у табл. 3.14. Для побудови розрізу прийняти наступні масштаби: вертикальний – Мв 1:1 500, горизонтальний – Мг 1:1000. Рекомендувати протизсувні заходи по захисту міської території.

Таблиця 3.13

Опис свердловин. Вихідні дані для побудови інженерно-геологічного розрізу

Номер свердловини і абсолютна відмітка устя, м	№ шара	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Глибина залягання рівня підземних вод від гирла свердловини м	
				від	до	що з'явився	встановлений
$\frac{1}{6,7}$	I	dpIV	Вапняки-черепашники, дуже роздроблені, перем'яті, водонасичені з глибини 5,6 м	0,0	15,4	5,6	5,6
	II	N _{1m}	Глини важкі, зеленувато-сірі, шаруваті вологі, пластичні з горизонтальними прошарками пілуватих пісків: в керні тонкі тріщини	15,4	28,0		
$\frac{2}{15,6}$	I	dpIV	Суглинки жовто-сірі, пілуваті, з включенням зкатишів щільної червоної глини	0,0	9,2	10,8	10,6
	II	dpIV	Глини порушені, з багаточисельними уламками вапняків-черепашників, водонасичені	9,2	20,9		
	III	dpIV	Щебінь вапняків черепашників з глинистим заповнювачем	20,9	25,8		
	IV	N _{1m}	Глини тонкогоризонтально-шаруваті, вологі, пласт.	25,8	31,0		
$\frac{3}{20,8}$	I	dpIV	Суглинки палево-жовті, лесовидні, пластичні, карбонатні, вологі, розрушені, з глибини 10,3 м водоносні	0,0	12,0	10,8	10,3
	II	dpIV	Глини червоно-бурі, перем'яті, з дзеркалами сковзання	12,0	15,3		
	III	dpIV	Глини сірі, безструктурні, з уламками вапняків, водонасичені	15,3	24,7		
	IV	N _{1m}	Глини сірувато-зелені, горизонтально-шаруваті, пластичні, вологі з піщаними та водоносними лінзами	24,7	33,4		
$\frac{4}{34,1}$	I	dpIV	Лес жовто-сірий, карбонатний, пористий, пухкий, з глибини 12,3 м водоносний	0,0	19,8	12,3	12,0
	II	dpIV	Глини червоно-бурі, зміщені, щільні, тріщинуваті, водонасичені	19,8	28,7		
	III	dpIV	Вапняки-черепашники жовті та бурі тріщинуваті та роздроблені на блоки	28,7	38,7		
	IV	N _{1m}	Глини сіро-зелені, ущільнені, вологі, пластичні з лінзами алевритів водонасичені	38,7	52,6		
$\frac{5}{51,6}$	I	pbII	Лес карбонатний, пористий, сухий, пілуватий	0,0	6,9	I-9,2 II-32,0 III-54,8	I-9,2 II-20,5 III-48,28
	II	pbII	Суглинки сіро-коричневі, гумусовані, ущільнені (похований ґрунт)	6,9	7,8		
	III	pbI-II	Суглинки жовто-коричневі, карбонатні, зволожені	7,8	13,8		
	IV	pbI-II	Суглинки темно-коричневі з рослинними залишками (похований ґрунт), водонасичені	13,8	14,9		
	V	pbI-II	Лес жовто-сірий, ущільнений, вологий, слабопластичний	14,9	26,7		
	VI	bI	Глини буро-червоні, дуже щільні, слабо вологі, непластичні	26,7	29,6		
	VII	bI	Мергелі сірі, щільні з глинистими прошарками, вологі	29,6	32,0		
	VIII	N _{1p}	Вапняки-черепашники, іржаво-червоні, тріщинуваті, водоносні	32,0	46,1		
	IX	N _{1m}	Глини сіро-зелені, шаруваті, щільні, вологі, пластичні	46,1	52,5		
	X	N _{1m}	Глини важкі, щільні, сіро-зелені, з окремими водонасиченими лінзами пісків	52,5		67,8	

Таблиця 3.14

Топографічні та геоморфологічні дані зсувного схилу для побудови
інженерно-геологічного розрізу

№ точки, свердловини	Відстань від початку розрізу, м	Відмітка поверхні землі, м	Опис схилу по лінії профілю
1	0,0	-6,0	вал випирання
2	10,0	-2,2	вал випирання
3	22,0	-5,1	берегова відмілина абразійного типу
4	45,0	-2,0	
5	60,0	0,0	рівень моря
6	78,0	3,5	горбиста ступінчата поверхня сучасного зсувного схилу з тріщинами, уступами і западинами, які вказують на недавні рухи
сврд. 1	99,9	6,7	
7	109,7	10,5	
сврд.2	113,7	15,6	бровка 2 зсувної «тераси»
8	156,5	15,9	рівна поверхня 2 зсувної «тераси»
сврд.3	174,4	20,8	схил над зсувним уступом
9	184,0	23,7	бровка 3 зсувної «тераси»
10	195,7	22,5	зсувна западина
11	201,7	26,4	бровка 4 зсувної «тераси»
12	225,5	23,0	зсувна западина
сврд.4	238,3	34,1	бровка 5 зсувної «тераси»
13	249,7	33,3	рівна поверхня 5 зсувної «тераси»
14	268,0	38,5	нахилена поверхня зсувної «тераси», ускладнена зсувами лесових порід
15	276,6	46,8	надзсувний укіс
16	279,6	52,3	бровка надзсувного укосу
сврд.5	307,4	51,6	рівна поверхня плато, забудована міськими спорудами
17	320,0	52,6	

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Виділення інженерно-геологічних елементів

Мета. Опанувати техніку виділення інженерно-геологічних елементів, краще розуміти принципи побудови розрахункових схем основ різних інженерних споруд.

Методичні вказівки

Однією з цілей інженерно-геологічних досліджень є характеристика ґрунтів для прогнозу деформацій та оцінки стійкості будівель та споруд. Масив ґрунтів буде охарактеризовано, якщо буде виділено його складові - інженерно-геологічні елементи (ІГЕ). Основною структурною одиницею інженерно-геологічного масиву ґрунтів є інженерно-геологічний елемент.

Під інженерно-геологічним елементом (ІГЕ) розуміють деякий обсяг генетично однорідного геологічного тіла (лінза, шар, частина шару, шток, зона розлому), в межах якого показники складу, будови та властивостей мають випадковий характер.

Виділення ІГЕ в масиві ґрунтів – складний процес, який може бути реалізований на основі вивчення закономірностей зміни індивідуальних показників складу, будови та властивостей ґрунтів як за простяганням, так і за глибиною масиву ґрунтів у межах сфери впливу споруди або в межах, що визначають умови життя споруди. Але в основі попереднього виділення ІГЕ лежить літологічний принцип, коли в розрізі виділяються різні за складом та будовою шари.

У межах виділених ІГЕ показники складу, структури та властивостей обробляються методами математичної статистики. На основі цих даних складається розрахункова схема основи споруди, яка використовується для прогнозу стійкості, величини та швидкості деформації споруди.

Для виявлення закономірності зміни характеристик ґрунтів будуються крапкові графіки зміни їх значень за глибиною та простяганням, найчастіше за глибиною (рис. 3.3). Характеристики ґрунтів у кожному попередньо виділеному ІГЕ аналізують з метою встановити та виключити значення, що різко відрізняються від більшості значень, якщо вони викликані помилками у дослідях або належать іншому ІГЕ

Якщо має місце їх закономірна зміна (найчастіше за глибиною), то вирішується питання про необхідність розділення попередньо виділеного ІГЕ на два чи декілька нових ІГЕ.

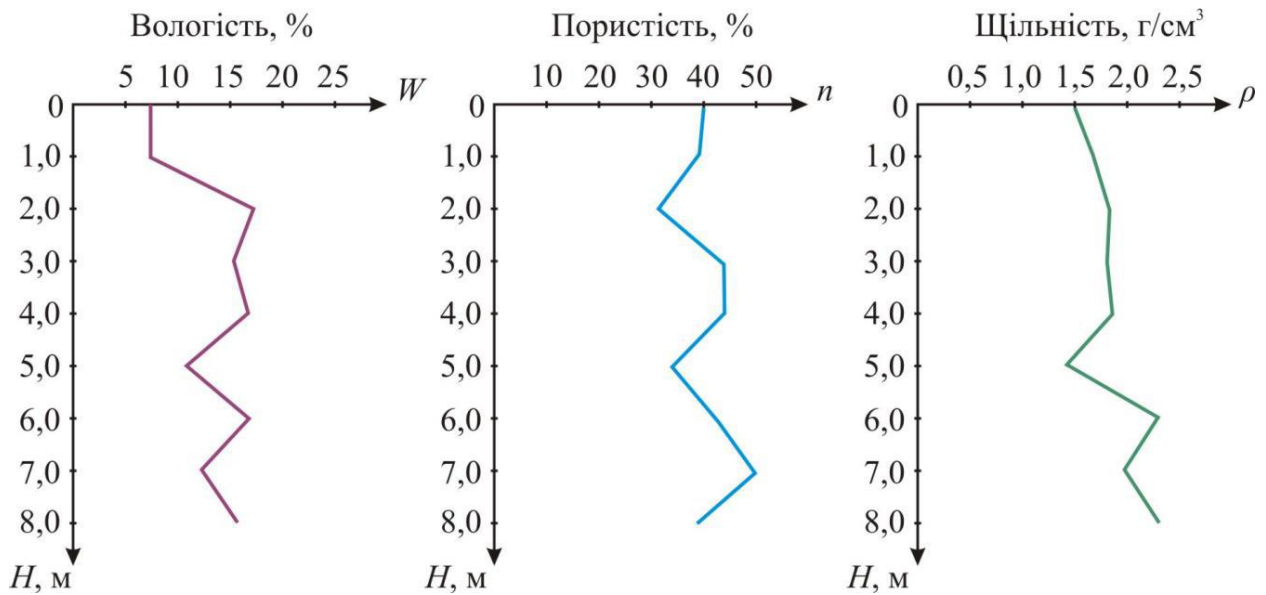


Рис. 3.3 – Графік зміни фізичних властивостей ґрунту по глибині

Завдання

1. Побудувати інженерно-геологічну колонку свердловини у вертикальних масштабах 1:200 або 1:500.
2. Побудувати графіки змін показників фізико-механічних властивостей ґрунтів.
3. Виділити інженерно-геологічних елементи, на основі даних опису літологічного складу гірських порід та даних лабораторних аналізів і характеру графіків мінливості показників властивостей ґрунтів. Зробити обґрунтування цих висновків. Вихідні дані для кожного варіанту наведені у табл. 3.15–3.19.

Опис бурових свердловин та дані лабораторних випробувань.

Вихідні дані. Варіант 1

Свердловина 1. Відмітка устя -6,7 м

№ шару	№ зразка	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Фізико-механічні властивості						
				від	до	W, %	WL, %	Wp, %	e	f, град.	C, МПа	R, МПа
I		dpIV	Вапняки-черепашники, дуже роздроблені, перем'яті, водонасичені з глибини 5,6 м	0,0	15,4							
	1			1,0	1,2	18			0,5			1,72
	2			2,5	2,8	21			0,5			1,44
	3			5,4	5,7	33			0,6			0,62
	4			7,2	7,4	37			0,7			0,65
	5			9,3	9,5	34			0,6			0,69
	6			10,9	11,2	33			0,6			0,71
	7			12,6	12,8	35			0,6			0,71
	8			13,9	14,3	35			0,6			0,38
	9			15,2	15,4	36			0,6			0,40
II	1	N _{1m}	Глини важкі, зеленувато-сірі, шаруваті вологі, пластичні з горизонтальними прошарками пилюватих пісків: в керні тонкі тріщини	15,4	15,8	34	52	24	0,8	9,5	0,03	0,35
	2			17,1	17,3	28	36	24	0,7	14	0,01	0,48
	3			19,3	19,5	29	35	22	0,6	13	0,01	0,69
	4			20,9	21,2	51	54	24	1,2	4,5	0,04	0,35
	5			22,5	22,7	39	47	28	0,9	6	0,04	0,5
	6			23,7	23,9	31	58	21	0,8	11	0,05	0,65
	7			25,1	25,3	33	59	26	0,7	12	0,05	0,79
	8			26,5	26,7	32	56	26	0,8	13	0,035	0,76
	9			27,6	27,8	34	54	23	0,8	10	0,04	0,67

Примітки: W – природна вологість; WL – верхня границя (індекс) пластичності; Wp – нижня границя (індекс) пластичності; e – коефіцієнт пористості; f – кут внутрішнього тертя; C – питоме зчеплення; R – часовий опір одновісному тиску

Опис бурових свердловин та дані лабораторних випробувань.

Вихідні дані. Варіант 2

Свердловина 2. Відмітка устя -15,6 м

№ шару	№ зразка	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Фізико-механічні властивості						
				від	до	W,%	WL,%	Wp,%	e	f, град	C, МПа	R, МПа
I		dpIV	Суглинки жовто-сірі, пилуваті, з включенням окатишів щільної червоної глини	0,0	9,2							
	1			0,7	1,0	21	28	19	1,1	22	0,005	0,90
	2			2,1	2,3	26	31	19	1,1	21,	0,006	0,78
	3			3,2	3,4	32	36	22	1,1	19,	0,01	0,55
	4			5,3	5,5	29	37	22	1,0	20,	0,007	0,62
	5			6,8	7,0	28	36	22	1,0	22	0,008	1,22
	6			8,2	8,4	30	38	24	1,0	19,	0,01	0,72
	7			9,0	9,2	34	39	27	1,1	18,	0,025	0,54
II		dpIV	Глини порушені, з уламками вапняків-черепашників, водонасичені	9,2	20,9							
	1			10,1	10,3	37	58	29	1,2	21,	0,06	0,91
	2			12,2	12,4	38	64	32	1,0	17,	0,05	0,87
	3			13,6	13,8	31	61	33	1,0	17,	0,06	0,89
	4			15,3	15,5	36	62	31	0,8	14,	0,04	0,69
	5			17,8	18,0	42	61	31	1,1	10,	0,06	0,59
	6			20,7	20,9	37	60	34	0,9	18,	0,04	0,47
III		dpIV	Щебінь вапняків черепашників з глинистим заповнювачем	20,9	25,8							
	1			21,7	21,8	33						0,36
	2			23,5	23,7	29						0,572
	3			24,7	24,9	30						0,501
IV		N _{1m}	Глини горизонтально-шаруваті, вологі, пластичні	25,8	31,0							
	1			26,2	26,4	40	68	26	1,2	7,5	0,06	0,44
	2			28,3	28,5	62	73	33	1,2	6,5	0,06	0,42
	3			29,6	29,8	33	66	26	0,9	10,	0,03	0,75

Примітки: W – природна вологість; WL – верхня границя (індекс) пластичності; WP – нижня границя (індекс) пластичності; e – коефіцієнт пористості; f – кут внутрішнього тертя; C – питоме зчеплення; R – часовий опір одновісному тиску

Опис бурових свердловин та дані лабораторних випробувань.

Вихідні дані. Варіант 3

Свердловина 3. Відмітка устя -20,8 м.

№ шару	№ зразка	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Фізико-механічні властивості						
				від	до	w, %	WL, %	Wp, %	e	f, град	C, МПа	R, МПа
I		dpIV	Суглинки палево-жовті, лесовидні, пластичні, карбонатні, вологі, розрушені, з глибини 10,3 м водоносні	0,0	12,0							
	1			1,5	1,7	21	32	16	1,35	25	0,04	0,45
	2			2,5	2,7	19	29	18	1,41	25	0,04	0,41
	3			3,5	3,7	22	29	19	1,22	23	0,03	0,43
	4			5,5	5,7	22	30	18	1,24	26	0,02	0,38
	5			7,5	7,7	23	29	20	1,20	27	0,03	0,40
	6			9,5	9,7	21	29	20	1,21	24	0,02	0,32
	7			10,5	10,7	36	31	16	0,9	14	0,015	0,51
	8			11,5	11,7	35	31	16	0,9	14	0,015	0,53
II		dpIV	Глини червонобурі, перем'яті, з дзеркалами сковання	12,0	15,3							
	1			12,2	12,4	44	56	31	0,69	16	0,03	0,66
	2			13,5	13,7	42	52	32	0,66	20	0,02	0,71
	3			14,5	14,7	45	58	34	0,73	13	0,04	0,58
III		dpIV	Глини сірі, безструктурні, з уламками вапняків, водонасичені	15,3	24,7							
	1			16,1	16,3	32	44	18	0,79	18	0,04	1,45
	2			17,3	17,5	32	41	18	0,79	18	0,04	1,43
	3			18,5	18,7	33	39	21	0,85	16	0,06	1,19
	4			19,5	19,7	36	45	22	1,11	14	0,06	1,23
	5			21,5	22,7	38	61	31	1,09	16	0,05	1,57
	6			23,5	23,7	37	58	34	0,89	16	0,06	1,45
IV		N _{1m}	Глини сірувато-зелені, горизонтально-шаруваті, пластичні, вологі з піщаними та водоносними лінзами	24,7	33,4							
	1			25,5	25,7	40	61	28	0,8	19	0,05	1,09
	2			27,5	27,7	42	61	28	0,82	19	0,06	1,15
	3			29,5	29,7	66	70	33	1,40	9,5	0,06	0,39
	4			31,6	31,8	52	63	32	1,51	17	0,05	
	5			32,9	33,2	48	64	31	0,98	22	0,06	

Примітки: W – природна вологість; WL – верхня границя (індекс) пластичності; WP – нижня границя (індекс) пластичності; e – коефіцієнт пористості; f – кут внутрішнього тертя; C – питоме зчеплення; R – часовий опір одновісному тиску

Таблиця 3.18

Опис бурових свердловин та дані лабораторних випробувань.

Вихідні дані. Варіант 4

Свердловина 4. Відмітка устя -34,1 м

№ шару	№ зразка	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Фізико-механічні властивості							
				від	до	w,%	WL,%	Wp,%	e	f, град.	C, МПа	R, МПа	
I		dpIV	Лес жовто-сірий, карбонатний, пористий, пухкий, з глибини 12,3 м водоносний	0,0	19,8								
	1			1,5	1,7	12,1	27	16	48	27	0,025		
	2			2,5	2,7	9,6	21	15	54	28	0,01		
	3			3,4	3,6	11,8	23	25	51	27	0,015		
	4			4,6	4,8	16,6	20	13	44	23	0,02		
	5			5,5	5,7	24,5	28	16	40	19	0,025		
	6			6,6	6,8	18,0	23	15	44	21	0,025		
	7			7,7	7,8	20,0	25	16	43	18	0,03		
	8			8,9	9,1	22,0	28	16	40	18	0,025		
	9			10,7	10,9	22,0	28	15	40	17	0,03		
	10			11,7	11,9	24,0	32	18	40	17	0,03		
	11			12,5	12,7	30,0	36	26	41	18	0,025		
	12			13,8	14,0	35,0	41	29	46	17	0,03		
	13			15,5	15,7	29,0	37	28	44	16	0,03		
	14			16,5	16,7	30,0	37	28	41	16	0,04		
	15			17,5	17,7	28,0	35	27	40	20	0,04		
	16			18,5	18,7	31,0	38	29	38	14	0,06		
II		dpIV	Глини червоно-бурі, зміщені, щільні, тріщинуваті, водонасичені	19,8	28,7								
	1			21,5	21,7	33,0	48	26	36	22	0,08	1,75	
	2			23,5	23,7	34,0	52	27	38	20	0,08	1,47	
	3			24,7	24,9	36,0	55	28	40	18	0,07	1,19	
	4			25,7	25,9	38,0	55	28	40	19	0,06	1,21	
	5			26,5	26,7	41,0	52	25	42	16	0,04	0,89	
	6			27,8	28,0	41,0	53	26	41	14	0,04	0,68	
III		dpIV	Вапняки-черепашники жовті та бурі тріщинуваті та роздроблені на блоки	28,7	38,7								
	1			32,5	32,7	57,0			65			0,75	
	2			35,3	35,3	41,0			42			1,10	
	3			36,5	36,7	40,0			40			1,36	
				37,7	37,8	40,0			38			1,50	
IV		N _{1m}	Глини сіро-зелені, ущільнені, вологі, пластичні з лінзами алевритів	38,7	52,6								
	1			40,5	40,7	68,0	70	34	66	6	0,005	0,009	
	2			42,5	42,7	55,0	61	31	52	8	0,01	0,35	
	3			44,7	44,9	54,0	66	32	50	8	0,02	0,45	
	4			46,5	46,8	50,0	64	32	46	9	0,02	0,48	

Таблиця 3.19

Опис бурових свердловин та дані лабораторних випробувань.

Вихідні дані. Варіант 5

Свердловина 5. Відмітка устя –(-10,5 м)

№ шару	№ зразка	Геологічний індекс	Опис порід	Глибина залягання		Фізико-механічні властивості							
				від	до	W,%	WL,%	Wp,%	P, т/м куб	e	f, град	C, Мпа	E, Мпа
I		mIVnas	Мули сіро-зелені з чорними плямами, з окремими черепашками молюсків	0,0	7,2								
	1			0,5	0,7	48	44	20	1,60	1,5	1,8	0,007	4,11
	2			1,5	1,6	36	42	21	1,70	1,39	2,5	0,007	4,3
	3			2,4	2,8	30	29	20	1,94	0,81	11	0,06	7,8
	4			5,7	6,1	29	28	22	1,94	0,82	15	0,016	
	5			6,5	6,8	29	27	22	1,95	0,77	16	0,02	7,6
II		mlllnev	Глини темно-сірі зеленуваті, тонкошаруваті	7,2	11,0								
	1			9,1	9,5	31	50	26	1,92	0,87	15	0,045	9,7
	2			10,1	10,5	29	40	21	1,94	0,84	14	0,023	5,22
III		mlllkg	Суглинки темно-сірі з тонкими прошарками пісків	11,0	28,5								
	1			11,1	11,5	30	36	21	1,95	0,77	19	0,014	7,6
	2			12,1	12,5	27	33	19	1,92	0,76	20	0,014	7,5
	3			13,6	13,9	27	35	21	1,93	0,75	22	0,03	5,2
	4			14,1	14,5	25	28	21	1,96	0,66	22	0,02	6,4
	5			15,1	15,5	24	28	22	1,98	0,68	30	0,002	8,3
	6			16,9	17,3	25	33	21	1,96	0,72	26	0,015	8,1
	7			17,9	18,3	22	27	20	1,99	0,63	27	0,01	8,0
	8			18,6	19,0	29	36	20	1,92	0,76	14	0,012	3,6
	9			19,6	20,0	18	24	19	2,02	0,57	31	0,007	1,14
	10			20,6	21,0	34	51	25	1,86	0,89	28	0,02	5,44
	11			22,6	22,9	22	43	24	1,94	0,72	8	0,056	13,05
	12			23,2	23,6	22	29	21	2,02	0,62	29	0,01	6,06
IV		amIVuz	Піски дрібно-зернисті, темно-сірі без залишків фауни	28,5	35,5								

Примітки: W – природна вологість; WL – верхня границя (індекс) пластичності; WP – нижня границя (індекс) пластичності; P – щільність ґрунтів; e – коефіцієнт пористості; f – кут внутрішнього тертя; C – питоме зчеплення; E – модуль загальної деформації при компресії у діапазоні навантаження 0,1-0,2 Мпа

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 5

Зробити висновки про інженерно-геологічні умови ділянки інженерно-геологічних досліджень

Мета. Здатність виявити умови та причини розвитку інженерно-геологічних процесів, уміння оцінити стійкість території до розвитку інженерно-геологічних процесів.

Методичні вказівки

Інженерно-геологічні умови території визначають планування розміщення та вибір районів та місць розташування споруд, умови їх будівництва, стійкість та експлуатацію, а також інші види господарського використання території. Інженерно-геологічні умови характеризують стійкість території до розвитку та активізації інженерно-геологічних процесів в результаті господарської діяльності. Інженерно-геологічні процеси, що розвиваються в комплексах порід, різні і визначаються їх складом, потужністю, умовами залягання, тріщинуватістю, фізико-механічними властивостями, а також приуроченістю процесів до певних елементів рельєфу.

Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси та явища вивчаються, оцінюються у взаємозв'язку з усією природною обстановкою тих територій, на якій вони розвиваються. Природна обстановка, яка вивчається для потреб господарської діяльності людини, включає фізико-географічні, кліматичні та геологічні умови, компоненти яких є або умовами, або факторами розвитку процесів.

Інженерно-геологічні умови – це комплекс відомостей про властивості деякого обсягу геологічного середовища і процесах, що протікають в ньому, які враховуються при проектуванні, будівництві та експлуатації будівель і споруд. Дуже важливо, що інженерно-геологічні умови потрібно розглядати в цілому як взаємопов'язану систему компонентів геологічної обстановки.

При виконанні завдань оцінку інженерно-геологічних умов території треба провести за наступним алгоритмом:

1. Проводиться короткий опис інженерно-геологічного розрізу з вказівкою повного класифікаційного найменування ґрунту кожного шару, його потужності, умов залягання.

Приклад. У геологічній будові території беруть участь 4 види нескельних ґрунтів, що горизонтально залягають на скельному ґрунті п'ятого шару. Перший шар від поверхні представлений насипним ґрунтом, що складається з дрібного піску з будівельним сміттям. Шар пройдено всіма свердловинами. Його потужність коливається від 1,5 до 2,0 м. Пісок маловологий,

неоднорідний, з домішкою органічних речовин. Другий шар є суглинком напівтвердим тощо.

2. Вказати які з ґрунтів відносяться до міцних і можуть бути надійною основою будівель та споруд, а які – до слабких і не можуть бути використані як основа. Крім того, слід виділити слабкі ґрунти, які можна використовувати після проведення технічної меліорації (наприклад, пухкі піски – після їх ущільнення шляхом трамбування, укочування та ін.).

До міцних ґрунтів відносять: скельні і напівскельні; великоуламкові; піски щільні і середньої щільності; пілувато-глинисті твердої та напівтвердої консистенції.

До слабких ґрунтів відносять: насипні неоднорідні; з підвищеним вмістом органічних речовин та рослинними залишками; пухкі піски; пілувато-глинисті текучої та текучо-пластичної консистенції, лесові просідні.

3. Дати попередній прогноз зміни інженерно-геологічних умов після забудови території.

Наприклад: можливість розвитку карстових процесів за наявності порід, які здатні до карстування (вапняку, кам'яної солі та ін.); можливість переходу суглинку в текучий стан при підвищенні РГВ, активізація зсувних процесів та ін.

4. Дати характеристику гідрогеологічним умовам території, при цьому вказати: глибину залягання рівня ґрунтових вод; у випадку, якщо вона менше 2,0 м, територія вважається підтопленою; потужність водоносного горизонту, водовміщуючі породи та водотривкий шар.

Приклад. Ґрунтові води розкриті всіма свердловинами на глибині 1,8–2,5 м. Територія частково підтоплена. Водовмісними породами є піски шару 3 та суглинки шару 2; шар глини 4 – водотривкий пласт.

Завдання 1

Для проектування будівлі з підвалом були пробурені свердловини 1 і 2 на відстані 50 м (див. табл. 3.20). Будівля довжиною 50 м запроектована між свердловинами. Після проходження котловану до глибини 4 м він був затоплений підземними водами. Побудуйте розріз за даними буріння, проведіть оцінку інженерно-геологічних умов території за алгоритмом, приведеним вище, та поясніть, які причини викликали затоплення котловану.

Опис свердловин (Вихідні дані для завдання 1)

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Потужність шару, м	Глибина залягання рівня води, м	
					що з'явився	встановлений
Відстань між свердловинами 1 і 2 – 50 м						
$\frac{1}{203,6}$	1	gQ	Суглинок щільний із валунами напівтвердий	3,2	3,2	5,0
	2	eQ	Щебінь пісковика	1,1		
	3	D	Пісковик тріщинуватий	3,0		
$\frac{2}{203,4}$	1	gQ	Суглинок щільний із валунами	8,5	8,5	2,6
	2	eQ	Щебінь пісковика	1,1		
	3	D	Пісковик тріщинуватий	2,0		

Завдання 2

Виявити основні фактори, що визначають інженерно-геологічні умови та впливають на умови будівництва; встановити та обґрунтувати можливість розвитку інженерно-геологічних процесів у результаті господарського освоєння території.

1. Побудувати геологічний розріз за даними буріння свердловин 5, 6, 7 (табл. 3.21), розташованих прямо на відстані 160 м один від одного. Рекомендовані масштаби: горизонтальний 1:2000, вертикальний 1:500. Територія між свердловинами 5 і 6 забудована житловими будинками, територія між свердловинами 6 і 7 призначена під зрошування.

2. Охарактеризувати інженерно-геологічні умови за алгоритмом, приведеним вище. Визначити, які геологічні процеси та явища можуть виникнути при витоку води з комунальних водонесучих комунікацій, що укладаються в підземному прохідному колекторі-тунелі з відміткою лотка 491 м, який проектується на місці свердловини 6 перпендикулярно лінії розрізу.

3. Визначити, які геологічні процеси та явища і де можуть виникнути при витоках води з каналу, який проектується перпендикулярно лінії розрізу поруч із свердловиною 5, якщо абсолютна відмітка дна каналу 503,3 м, а площа між свердловинами 5 і 6 забудована, в якому місці поперечного розрізу каналу знадобиться найбільш надійна гідроізоляція.

4. Визначити, чи вплинуть на стійкість житлових будівель зрошення території між свердловинами 6 і 7 і пов'язана з ним посилена інфільтрація вод.
Вихідні дані: таблиця з описом свердловин (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Опис бурових свердловин (Вихідні дані для завдання 2)

Номер свердловини і абсолютна відмітка устя, м	Номер шару	Геологічний індекс	Опис гірських порід	Потужність шару, м	Глибина залягання рівня води, м	
					що з'явився	встановлений
$\frac{5}{499,6}$	1	dQ ₃₋₄	Лес	15,2	19,6	19,6
	2	mN ₂	Пісок дрібний	6,1		
	3	K	Вапняк глинистий	3,5*		
$\frac{6}{510,3}$	1	LQ ₃₋₄	Лес	6,6	29,3	29,3
	2	mN ₂	Пісок пилюватий середньої щільності	2,2		
	3	mN ₂	Глина тугопластична	8,5		
	4	mN ₂	Пісок пилюватий щільний	2,6		
	5	mN ₂	Глина тугопластична	3,9		
	6	mN ₂	Пісок дрібний щільний	8,0*		
$\frac{7}{511,6}$	1	LQ ₃₋₄	Лес	1,6	30,1	30,1
	2	mN ₂	Пісок пилюватий щільний	8,5		
	3	mN ₂	Глина тугопластична	8,5		
	4	mN ₂	Пісок пилюватий щільний	2,6		
	5	mN ₂	Глина	3,9		
	6	mN ₂	Пісок дрібний щільний	7,0		
	7	K	Вапняк глинистий	3,0*		

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Підсумковий контроль з дисципліни «Інженерна геологія» здійснюється у формі екзамену. Екзамен проводиться в усній формі шляхом відповіді на питання екзаменаційного білета.

У таблиці 4.1 нижче наведено критерії оцінювання навчальних досягнень з дисципліни «Інженерна геологія».

Таблиця 4.1

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями	глибоко та всебічно розкриває сутність лабораторних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу
Добре	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки	правильно виконав більшість лабораторних завдань, має стійкі навички виконання завдання

Продовження таблиці 4.1

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Задовільно	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
Незадовільно з можливістю повторного складання	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність лабораторних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно виконав окремі завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ, ПІДГОТОВКИ ДО ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Нижче наведено запитання, які використовуються для проведення як поточного, так і підсумкового контролю.

1. Вкажіть основні етапи виникнення і розвитку інженерної геології як науки.
2. Що собою становить об'єкт інженерної геології?
3. Охарактеризуйте предмет інженерної геології.
4. Дайте означення інженерно-геологічних умов.
5. Назвіть і охарактеризуйте основні генетичні різновиди гірських порід.
6. Що називається ґрунтом в інженерній геології?
7. Які компоненти входять до складу ґрунту?
8. Чим розрізняється будова різних генетичних типів ґрунтів?
9. Поясніть взаємозв'язок між будовою і властивостями ґрунтів.
10. Дайте характеристику генетичних процесів, котрі впливають на формування зв'язків у ґрунтах.
11. Від чого залежать теплофізичні і електричні властивості ґрунтів?
12. Дайте означення щільності ґрунту, щільності сухого ґрунту і щільності часток ґрунту.
13. Що характеризує гранулометричний склад ґрунту?
14. Дайте означення пластичності й набрякання. Для яких видів ґрунтів вони властиві?
15. В чому проявляються тиксотропні властивості ґрунтів?
16. Назвіть основні деформаційні і міцнісні властивості ґрунтів.
17. Назвіть питання і проблеми, котрими займається інженерна геодинаміка.
18. В чому полягають відмінності між ендегенними і екзогенними процесами?
19. З якими природними чинниками пов'язані геологічні процеси?
20. Поясніть суть процесів вивітрювання гірських порід.
21. За якими напрямками вивчається вивітрювання гірських порід під час інженерно-геологічних досліджень?
22. Дайте характеристику основним чинникам вивітрювання.
23. Якими є заходи протидії вивітрюванню гірських порід?
24. Дайте означення поняттям «мерзла порода» і «морозна порода».
25. Поясніть будову товщі багаторічно мерзлих порід.
26. Назвіть основні типи підземних льодів у гірських породах.
27. Що таке морозне пучення? Якими є його форми?

28. Назвіть фізико-геологічні явища, характерні для районів багаторічної мерзлоти.
29. Які заходи вживають для протидії морозному пученню гірських порід?
30. Назвіть головні завдання інженерно-геологічних досліджень в районах розвитку багаторічно мерзлих порід.
31. Умови будівництва в районах розвитку багаторічно мерзлих порід.
32. Які процеси звуться еоловими?
33. Від чого залежить будова еолових форм рельєфу?
34. За яким напрямками виконуються інженерно-геологічні дослідження еолових процесів?
35. Назвіть заходи боротьби з еоловими процесами.
36. Дайте характеристику явищам площинного змиву і струменевої ерозії.
37. Поясніть особливості кожної стадії утворення яру.
38. Назвіть основні природні й штучні чинники впливу на яроутворення.
39. Які методи застосовуються для вивчення процесів яроутворення?
40. Вкажіть заходи протидії яроутворення.
41. Яку роботу виконує річка на своєму шляху?
42. Охарактеризуйте стадії розвитку річки.
43. Що називається профілем динамічної рівноваги?
44. Поясніть суть абразії берегів озер і морів. Що таке «корозія» і «коразія»?
45. Чим абразійний береговий профіль відрізняється від акумулятивного?
46. Від чого залежить інтенсивність абразії?
47. Як поділяються гірські породи за ступенем розмивності?
48. Назвіть заходи боротьби з морською абразією.
49. В чому полягають особливості переробки берегів штучних водоймищ?
50. Поясніть відмінності між приглибленими і обмілиніми берегами.
51. Яким чином можна захищати береги водоймищ від переробки?
52. За яких умов у гірських породах розвивається карст?
53. Як поділяються гірські породи за ступенем розчинності?
54. Від чого залежить розчинність гірських порід?
55. Поясніть механізм процесу просідання у лесових породах.
56. Дайте означення термінам «болото» та «заболочена територія».
57. За яких природних умов утворюється болото?
58. Назвіть і охарактеризуйте типи боліт.
59. Охарактеризуйте основні типи болотних відкладів та їх характерні властивості.
60. За яких умов може відбуватися суфозія?
61. Якими є завдання інженерно-геологічних досліджень території при вивченні суфозійних процесів?

62. Дайте характеристику ґрунтам, схильним до проявів пливунних властивостей.
63. Якими є методи боротьби з пливунами?
64. Що називається зсувом?
65. Назвіть основні елементи морфології зсуву.
66. Якими є ознаки зсувних зрушень?
67. Назвіть причини утворення зсувів.
68. Що називається осипами, обвалами і вивалами.
69. Назвіть фактори формування селів.
70. Назвіть захист від селевих явищ
71. Поясніть терміни «гіпоцентр» і «епіцентр» землетрусу.
72. Яким чином оцінюється сила землетрусів? Що таке магнітуда?
73. Як виконується сейсмічне районування територій?
74. На які категорії за складністю поділяються інженерні споруди?
75. Якими є категорії складності інженерно-геологічних умов ділянок будівництва?
76. Назвіть стадії проектування інженерних споруд. Які завдання розв'язуються на кожній з них?
77. Які вишукування входять до складу інженерних?
78. Які завдання розв'язуються під час інженерно-геологічних вишукувань?
79. Які види робіт входять до складу інженерно-гідрогеологічних вишукувань?
80. Назвіть основні види гірничих виробок і дайте їм характеристику.
81. Поясніть значення термінів «зразок», «проба», «моноліт», «інтервал випробування», «крок випробування»
82. Дайте означення нормативним і розрахунковим значенням показників властивостей ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2017. 36 с.
2. ДБН В. 1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: [Чинний від 01.11.2017]. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2017. – 43 с.
3. ДБН А.2.1–1–2014. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний з 2014-08-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 128 с.
4. ДБН В.1.1-24:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, Державне підприємство «Украрх-будінформ». 2010.
5. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок, розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. Держбуд України, Київ. 2004.
6. ДБН В.1.1-12:2006. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будівництво у сейсмічних районах України. Держбуд України, Київ 2006.
7. ДСТУ Б А.2.4-13.2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань. Чинний від 2010-01-01. Київ, 2009. 31 с.
8. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авт.; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2019. 278 с.
9. Коніков Є. Г. Типові задачі з інженерної геології. Учебний посібник для студентів спеціальності 7.070704 – гідрогеологія та інженерна геологія. Одеса, Вид.-во Оду, 1996. 53с.
10. Костюченко М. М., Шабатин В. С. Гідрогеологія та інженерна геологія : підручник – К. : Київ. університет, 2005. 159 с.
11. Практикум з інженерної геології: навчальний посібник / Н. Остафійчук, С. Башинський, В. Підвисоцький, Ю. Припотень, М. Колодій. Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. 135 с.
12. Сивий М. Я. Основи інженерної геології. – Т: вид-во ТНТУ імені І. Пулюя, 2013. – 298 с.
13. Стеценко В. В. Гідрогеологія та інженерна геологія» Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів спеціальності 103

«Науки про Землю» заочної форми навчання. Видавничий центр КНУ, м. Кривий Ріг. 24 с.

14. Шостак А. В. Інженерна геологія. – Інтернет-ресурс. Режим доступу:
[http: / geol.univ.@kiev.ua](http://geol.univ.kiev.ua)

Електронні інформаційні ресурси

1. Бібліотека Одеського національного університету імені Іллі Мечникова –
<http://lib.onu.edu.ua>
2. Бібліотека геолога. Матеріали про геологію і геодезії.
URL: http://geobooks.com.ua/books/engineering_geology/engineering_geology_254.htm
3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.
URL: [http://www/nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)

Навчальне видання

ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до лабораторних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 103 Науки про Землю
освітньо-професійної програми
«Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія»

Електронне практичне видання

Укладач:

Козлова Тетяна Віталіївна

В авторській редакції

Затв. авт. 10.08.2025. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним забезпеченням
для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1,8 МБ. Зам. № 2994.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідectво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
вул. Університетська, 12, м. Одеса, 65082, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua