

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Кафедра геології і прикладної мінералогії



«ГІДРОГЕОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ»

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання

для студентів спеціальності
103 «Науки про Землю»
заочної форми навчання

Кривий Ріг – 2020

Укладач: канд. геологічних наук, доцент
В.В.Стеценко

Рецензент: кандидат геолого-мінералогічних наук,
доцент **Блоха В.Д.**

Відповідальний за випуск: доктор геолого-
мінералогічних наук, професор **В.Д. Евтєхов.**

Методичні вказівки містять основні теоретичні положення, вихідні дані та методику виконання, методичні вказівки та контрольні завдання. Надано список рекомендованої літератури.

Розглянуто
на засіданні кафедри геології
і прикладної мінералогії
протокол № 8
від 10.04.2020 р.

Схвалено
вченою радою
геолого-екологічного
факультету
протокол № 9
від 30.04.2020р.

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю» заочної форми навчання

УКЛАДАЧ: Стеценко В'ячеслав Валерійович

Реєстрац. №

Підписано до друку

Формат

A5

Обсяг

24 стор.

Видавничий центр КНУ,
вул. В. Матусевича, 11,
м. Кривий Ріг,

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Інженерна геологія вивчає геологічне середовище з метою його раціонального використання, як об'єкту для будівництва інженерних споруд. Основними задачами інженерної геології є: вивчення технічних можливостей спорудження будівель у конкретних природних умовах, які забезпечують надійність споруд і їх довготривалість.

В основі інженерної геології лежать відомості про генезис, умови залягання, фізичні, механічні та водні властивості гірських порід, які вивчаються в курсах: геології, гідрогеології, геофізики, сейсмології, механіки ґрунтів та інші.

Об'єктом вивчення інженерної геології є геологічне середовище – під яким розуміють верхню частину земної кори, на яку розповсюджується життєдіяльність людини та вплив зовнішніх геосфер: космосфери, атмосфери, гідросфери, біосфери та кріосфери.

В методичному посібнику, у відповідності з навчальною програмою, надаються відомості з гідрогеології, ґрунтознавства, інженерної геодинаміки і методології інженерних досліджень. Засвоєння студентами будівельних спеціальностей усіх розділів інженерної геології є необхідним для підвищення якості і надійності будівництва.

Враховуючи зазначене, а також з метою розвитку самостійного мислення та надбання навичок практичної діяльності, навчальним планом для студентів заочної форми навчання спеціальностей 7.092101 – ЗПЦБ, 7.092108 – ЗТГПВ, передбачено вивчення дисципліни “Інженерна геологія”.

Методичні вказівки складаються з чотирьох взаємо пов'язаних частин. У *першій* наводяться відомості про дисципліну загалом та окремі її розділи зокрема. *Друга* частина містить загальні методичні вказівки до вивчення дисципліни. В *третьій* подаються вказівки до вивчення окремих тем. *Четверта* частина містить контрольні

завдання, які складаються з одного теоретичного питання, двох практичних завдань і одного розрахункового. В додатках надаються графічні матеріали для виконання практичних завдань контрольних робіт.

I. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ "ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ"

1. Інженерна геологія як наука, історія її розвитку та народногосподарське значення

Інженерна геологія – це наука, яка застосовує геологічні знання при вирішенні задач інженерного освоєння території або іншого господарчого використання геологічного середовища. Історія формування інженерної геології. Сучасний стан інженерної геології. Зв'язок інженерної геології з будівельними науками та її роль в розвитку будівельної промисловості. Значення інженерної геології як фундаментальної науки в формуванні світогляду людини.

2. Основи гідрогеології

2.1. Колообіг води в природі. Гідрологічний та гідрогеологічний колообіги води у природі. Атмосферні опади, випаровування, переміщення води у земній корі.

2.2. Походження і формування підземних вод. Інфільтраційні води, конденсаційні, седиментаційно-діагенетичні морські води, магматогенні (ювенільні) води, води змішаного походження.

2.3. Види води у гірських породах. Хімічно та фізично пов'язана вода, вільна вода, вода в вигляді пари, вода у твердому сані.

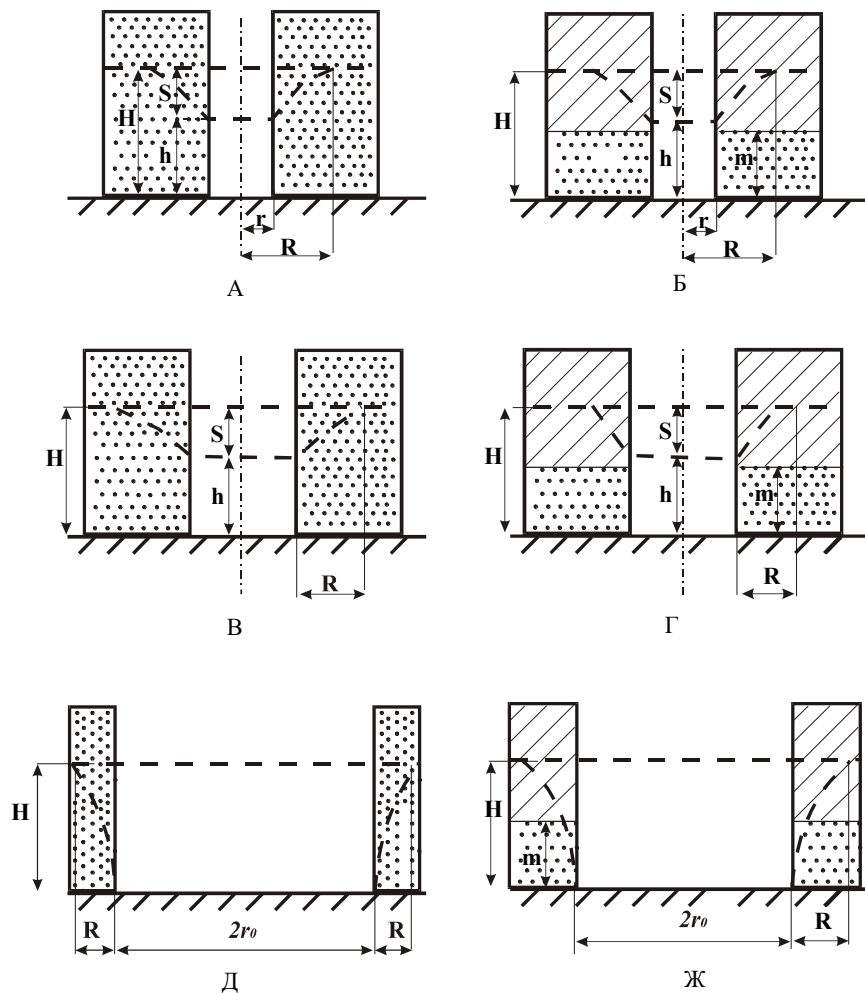
2.4. Класифікація підземних вод. Води зони аерації, ґрунтові, міжверстові. Води тріщин, карстових порожнин. Підземні води зони вічної мерзлоти. Джерела.

2.5. Властивості і склад підземних вод. Фізичні та хімічні

Література

Основна

1. Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология.– М.: Высш. шк., 1973.– 382 с.
2. Ананьев В.П., Передельский Л.В.. Инженерная геология и гидрогеология.– М.: Высш. шк., 1980.– 442 с.
3. Пешковский Л.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология.– М.: Высш. шк., 1982.– 356 с.



властивості підземних вод. Формування хімічного складу підземних вод. Використання вод.

2.6. Режим підземних вод. Особливості руху підземних вод, закон Дарсі. Рух підземних вод до водозабірників: типи водозабірників, поняття про "депресійну воронку" і "радіус впливу", розрахунок притоку води до колодязів, траншей та котлованів.

3. Ґрунти та їх властивості

3.1. Поняття про ґрунти і їх функції. Ґрунти як основа для будівництва споруд. Мінералогічний і гранулометричний склад ґрунтів. Структурні та текстурні особливості ґрунтів

3.2. Інженерно-геологічна та будівельна класифікація ґрунтів. Ґрунти з жорсткими структурними зв'язками; ґрунти з м'якими структурними зв'язками; ґрунти, які не мають структурних зв'язків.

3.3. Основні властивості ґрунтів. Фізико-механічні та фізико-хімічні властивості ґрунтів: щільність та питома вага, пористість і її коефіцієнт, вологість і ступінь вологості, пластичність і консистенція, кут природного відкосу, стискаємість і просадочність, опір зрушенню.

4. Інженерно-геологічні процеси та явища

4.1. Біохімічні процеси та явища. Поняття про біохімічні пливуні, механізм протікання біохімічних процесів, роль мікроорганізмів при біохімічних процесах, методи виявлення цих процесів і попередження наслідків їх дії.

4.2. Гравітаційно-схилові процеси. Утворення зсувів, обвалів і осипів, опливин і лавин, гірського тиску, явища зрушення породи.

4.3. Гідродинамічні процеси та явища. Рух води у річках, морях, озерах, гірських породах і гідротехнічних спорудах (греблі, дамби, канали). Фільтрація, суфозія, ерозійні явища, абразія та селі.

4.4. Сейсмічність. Внутрішні та зовнішні механічні імпульси, поштовхи, виникнення пружних хвиль, їх

розповсюдження, швидкість. Землетруси на водосховищах, землетруси, спричинені проведенням буро-вибухових робіт тощо.

4.5. Процеси і явища, які виникають у ґрунтах під спорудами. Вертикальний і горизонтальний тиск, динамічні навантаження, зміна температури, вологості ґрунту, стиснення ґрунту, просадка, зрушення споруди. Карстоутворення та суфозія.

5. Основи меліорації гірських порід у будівельних цілях

5.1. Способи меліорації порід з жорсткими зв'язками. Поняття про цементацію, глинизацію, гарячу бітумізацію; методика їх проведення та технологічні показники.

5.2 Способи меліорації порід без жорстких зв'язків. Заморожування, силікатизація, холодна бітумізація пісків, віброущільнення пісків, електродренаж глинистих порід, ущільнення слабких порід шляхом утворення піщаних свай, укріплення просадочних лесів і лесоподібних порід, ущільнення набивними сваями, поверхнєве ущільнення просадочних порід.




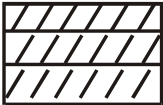






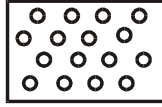


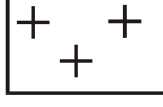


II. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Інженерна геологія – одна з найважливіших для інженера-будівельника дисципліна. Її курс включає три розділи, які є основою трьох наук: геології, гідрогеології та інженерної геології.

Геологія – наука про Землю, її будову, склад, історію розвитку і процеси, які протікають на земній поверхні та в надрах.

Гідрогеологія – наука про підземні води.

Умовні позначення для складання інженерно-геологічних карт та розрізів

	Ґрунтово-рослинний шар		Глина
	Насипний шар		Мергель
	Пісок дрібний - м/з, середньої крупності - с/з, крупний - к/з		Каолін
	Супісок		Торф
	Суглинок		Крейда
	Ґравій		Вапняк
	Жорстка		Граніт
	Лес		Рівень ненапірних підземних вод

Додаток 2



відстань між свердловинами, м
перетен гідроізогіпс, м

Варіант № _____

Виконав		карта гідроізогіпс (п'єзоізогіпс)
Прийняв		
Маштаб 1:		

Інженерна геологія – наука, яка використовує геологічні знання при вирішенні задач інженерного освоєння території або іншого господарчого використання геологічного середовища.

У процесі вивчення дисципліни студент отримує необхідні інженерно-геологічні знання, які дозволять йому забезпечити нормальне спорудження та експлуатацію інженерних об'єктів, дослідження інженерно-геологічних умов будівельних площадок тощо. Даний курс також орієнтований на вивчення геологічних процесів і явищ, прогнозування їх для правильної розробки заходів, спрямованих на попередження негативного впливу цих процесів на стійкість будівель і споруд.

Даний курс включає:

- засвоєння теоретичного матеріалу, який вивчається студентами самостійно у відповідності з наведеною програмою і методичними вказівками та доповнюється невеликою кількістю лекцій у період настановчої сесії;
- самостійну роботу з літературою та виконання контрольного завдання, консультації;
- проведення лабораторних занять у період екзаменаційної сесії та співбесіду за результатами виконання контрольного завдання;
- складання заліку.

Виконання контрольного завдання допоможе студентам закріпити знання, отримані в процесі самостійного вивчення даного курсу. При невиконанні завдання студент до заліку **не допускаються**.

На настановних лекціях у першому семестрі студенти знайомляться з теоретичними основами курсу. Темі та зміст лекцій визначаються робочою програмою (табл.1), отримують контрольні завдання та методичні рекомендації щодо їх виконання.

У другому семестрі студенти виконують лабораторні роботи, здають контрольні завдання за результатами яких проводяться індивідуальні співбесіди та складають залік.

Таблиця 1

Робоча програма та розподіл навчальних годин

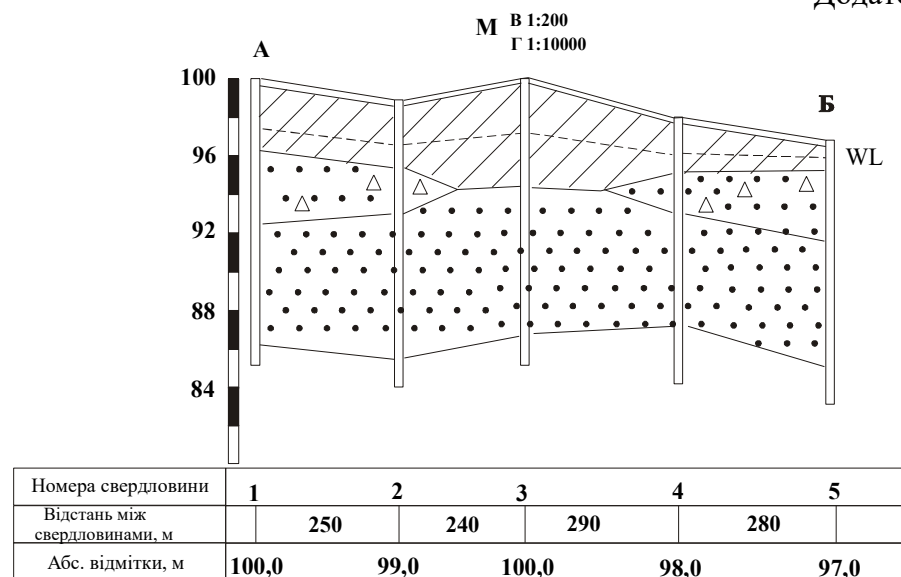
Спеціальність	Лекцій (год.)	консультації (год.)	Лабораторних (год.)	Кількість контрольних	Семестр
ЗПЦБ	4	3	12	1	5
ЗПЦБ (уск.)	4	2	4	1	6
ЗТГПВ	6	6	4	1	6

Теми лекцій і лабораторних занять	Спеціальності		
	ЗПЦБ	ЗПЦБ (уск.)	ЗТГПВ
Лекції (год.)			
1. Що таке інженерна геологія, історія її розвитку та народногосподарське значення	0,5	0,5	0,5
2. Основи гідрогеології	1	1	1
3. Ґрунти та їх властивості	1	1	2
4. Інженерно-геологічні процеси і явища	1	1	1
5. Основи меліорації гірських порід в будівельних цілях	0,5	0,5	1,5
Лабораторні заняття (год.)			
1. Оволодіння навичками читання карт і розрізів інженерно-геологічного змісту	6	2	2
2. Робота з мінералами та гірськими породами.	5	1,5	1,5
Аналіз контрольних завдань	1	0,5	0,5

параметри. Між прийнятою розрахунковою формулою (її потрібно обґрунтувати) і кінцевим результатом необхідно підставити в формулу конкретні (числові) величини. Всі параметри наводяться у відповідних розмірностях.

Додатки

Додаток 1

**Варіант №**

Виконав		Інженерно-геологічний розріз
Прийняв		
Маштаб		
Вертикальний 1:		Горизонтальний 1:

$$r_0 = \sqrt{\frac{ab}{\pi}} \quad (14)$$

де: a – довжина котловану;

b – ширина котловану.

2) до величини радіусу впливу (R), вирахованого за емпіричною формулою (1, 10) додається величина його приведенного радіуса (r_0).

Якщо котлован прирівнюється до траншеї, його розташування по відношенню до напрямку потоку приймається за найбільш сприятливе (тобто перпендикулярне) і тоді за довжину l траншеї приймається довжина котловану a .

Вихідні дані для визначення притоків підземних вод до котловану наведені в табл. 9.

Таблиця 9

Вихідні дані для визначення притоків підземних вод до котловану

Номер варіанту	Розміри котловану у плані		Потужність водоносного шару (Н, м), м	Коефіцієнт фільтрації (к), м/сут	Вид руху підземних вод	Напір підземних вод	Висота п'єзометричного рівня (Н), м
	Довжина (а), м	Ширина (b), м					
1	62,0	14,0	5,0	0,15	Ламін.	Нема	–
2	47,0	7,5	3,3	1,2	Ламін	Нема	–
3	120,0	9,5	4,2	17,5	Турбул.	Нема	–
4	62,0	80,0	5,6	3,8	Ламін	Є	7,8
5	78,0	6,5	2,8	18,5	Ламін	Є	4,6
6	80,0	16,0	4,0	12,0	Ламін	Нема	–
7	70,0	10,0	3,6	4,2	Ламін	Є	5,2
8	62,0	5,8	4,3	28,2	Турбул	Нема	–
9	53,0	8,5	1,6	5,2	Ламін	Нема	–
10	72,0	6,5	1,5	15,8	Ламін	Є	4,7

Загальні вимоги до оформлення контрольної роботи.

Контрольну роботу оформляють в зошиті (з відповідями на письмові питання), куди підклеєні або підшиті два графічних завдання: геологічний розріз і карта гідроізогіпс. Три розрахункових завдання можна виконати на окремих аркушах, або в тому ж зошиті у вигляді схем в довільно вибраному масштабі з докладним викладом послідовності розрахунків. На схемах до розрахункових завдань зазначаються вихідні

III. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ КУРСУ

1. Інженерна-геологія, історія її розвитку та народногосподарське значення

Загальні відомості

Інженерна геологія – це наука, яка вивчає ґрунти, геологічні і інженерно-геологічні процеси та явища, їх вплив на умови будівництва та експлуатацію споруд. Задачею інженерної геології є прогнозування впливу природних умов на споруди і зворотного впливу споруд на зміну природних умов. Виконання цих задач не можливе без застосування геологічних, гідрогеологічних, мінералогічних, петрографічних, геоморфологічних знань і знань з ґрунтознавства.

Необхідно зрозуміти, що інженерна-геологія на сьогоденішньому етапі її розвитку та розвитку науково-технічного прогресу займає важливе місце в житті людини. Її мета полягає в забезпеченні інженерного освоєння територій або іншого господарчого використання геологічного середовища. Це, в першу чергу, наука про Землю, її будову та склад, закономірності проявлення геологічних процесів і явищ, через пізнання яких людство забезпечує нормальне будівництво і експлуатацію споруд. У зв'язку з цим студенти повинні добре засвоїти зміст і задачі даного курсу, зрозуміти фундаментальне та прикладне значення інженерної-геології та її місце в будівництві.

Питання для самоперевірки

1. Що вивчає інженерна геологія і чому ці знання необхідні інженеру-будівельнику?
2. З якими природничими науками пов'язана інженерна геологія?
3. Що вивчає геологія та гідрогеологія і чому ці знання необхідні інженеру-будівельнику?
4. Місце інженерної геології в народному

2. Основи гідрогеології

2.1. Колообіг води в природі

Вода в природі зустрічається у трьох фазових станах: газоподібному, твердому і рідкому. Всі види води знаходяться у постійному колообігу. Розрізняють гідрологічний і гідрогеологічний колообіги води у природі. Перший пов'язаний з колообігом води на поверхні Землі. Де виділяють великий, малий і внутрішній колообіги. Великий колообіг характеризується випаровуванням води з водної поверхні, перенесенням води у вигляді пари на континент і виділення води у вигляді атмосферних опадів. Малий колообіг – випаровуванням води з водної поверхні і випадання води у вигляді атмосферних опадів на цю ж водну поверхню. Внутрішній колообіг – випаровування води з поверхневого стоку континентів і з гірських порід і випадання атмосферних опадів над цією ж територією. Другий пов'язаний з переміщенням води у земній корі. Підземний стік, проникнення води в глибинні верстви землі, діагенез, метаморфізм, ювенільні води.

Необхідно засвоїти що гідрогеологія - наука про підземні води. Оскільки основний шлях їх утворення пов'язаний з атмосферними опадами, слід передусім усвідомити питання про "баланс" цих опадів (розподіл на поверхневий і підземний стік, випаровування і транспірацію), кругообіг води в природі.

Питання для самоперевірки

1. Що таке гідрогеологія і яке положення вона займає у інженерній геології?
2. Охарактеризуйте гідрогеологічний і гідрологічний колообіги?
3. За скільки діб відбувається повний колообіг води?
4. Дайте характеристику видам випаровування води?

Таблиця 8
Вихідні данні для визначення притоків підземних вод до досконалої траншеї

Номер варіанту	Довжина траншеї (l), м	Розташування до напрямку потоку	Потужність водоносного шару (H, m), м	Пониження при розкритті (S), м	Коефіцієнт фільтрації (k), м/сут	Вид руху підземних вод	Напір підземних вод	Висота п'єзометричного рівня (H), м
1	50,0	Перпендикулярно	6,3	1,5	0,8	Ламін.	Нема	–
2	45,0	Перпендикулярно	7,7	3,4	2,7	Ламін	Є	12,5
3	42,0	Паралельно	6,9	3,8	12,4	Турбул.	Нема	–
4	18,0	Паралельно	10,5	2,8	0,2	Ламін	Нема	–
5	12,0	Перпендикулярно	7,2	4,3	4,2	Ламін	Нема	–
6	80,0	Паралельно	4,0	1,5	12,0	Ламін	Є	8,6
7	64,0	Паралельно	4,2	1,7	3,4	Ламін	Є	9,3
8	36,0	Паралельно	4,2	2,7	28,2	Турбул	Нема	–
9	22,0	Перпендикулярно	7,6	2,1	0,17	Ламін	Є	12,8
10	14,5	Паралельно	9,6	1,8	1,2	Ламін	Нема	–

Задача 3. Визначити продуктивність насоса, необхідного для повного осушення довершеного будівельного котловану від притоку до нього підземних вод.

Для проведення будівельних робіт в котловані необхідно його осушити, це означає, що пониження (S) первинного рівня підземних вод (вільних безнапірних вод, чи п'єзометричних – напірних вод) повинно досягнути дна котловану, тобто (оскільки котлован довершений) покрівлі підстилаючого водоупору (дивись додаток 4 д, ж).

Розрахунок притоку підземних вод до котловану проводиться за формулами (4-9, 11-13). Розрахункова формула вибирається залежно від виду руху підземних вод (ламінальний, турбулентний), їх напірності, а також від відношення сторін $a:b$ прямокутного котловану (в плані), де: a – довжина, а b – ширина прямокутника. Якщо це співвідношення менше за 10, то до траншеї.

В усіх таких випадках в формулу вносяться необхідні поправки:

1) радіус колодязя замінюється приведеним радіусом котловану (радіус рівновеликого йому кола):

перпендикулярно до потоку і тоді лише одна її сторона є такою, що фільтрує; б) траншея розташована паралельно потоку, і тоді фільтрують обидві її сторони.

Відповідно до цього, приток підземних вод до траншеї в першому випадку буде вдвічі меншим, ніж у другому випадку. Це необхідно враховувати, застосовуючи формули (11, 12, 13) в яких цифра (2) повинна або враховуватися, або ні в залежності від розташування траншеї.

Приток підземних вод до довершеної траншеї розраховують за наступними формулами:

а) при ламінарному русі безнапірних вод

$$Q = lk \frac{H^2 - h^2}{(2)R} \quad (11)$$

де: l – довжина траншеї.

б) при ламінарному русі напірних вод

$$Q = (2)lkm \frac{H - h}{R}; \quad (12)$$

в) при турбулентному русі безнапірних вод

$$Q = (2)lk \sqrt{\frac{H^3 - h^3}{3R}}; \quad (3)$$

Випадок турбулентного руху напірних вод нами не розглядається.

Вихідні дані по варіантах для вирішення даної задачі наведені в таблиці 8.

2.2. Походження та формування підземних вод.

У природі існують наступні генетичні типи води: інфільтраційні води, конденсаційні, седиментаційно-діагенетичні, води ендегенного походження (магматогенні та метаморфогенні), змішаного походження. **Інфільтраційне** походження підземних вод пов'язане з проникненням атмосферних опадів у пори або порожнини гірських порід. Це прісні води, які утворюють головним чином приповерхневі, капілярні води, води верховодки та ґрунтови. **Конденсаційні** води – підземні води які утворюються при конденсації парів води у порах або порожнинах. **Седиментаційно-діагенетичні** води – утворюються у процесі осадконакопичення у різних водоймах. **Магматогенні** (ювенільні) утворюються при застиганні магми, **метаморфогенні** – при процесах метаморфізму. У природі підземні води мають змішане походження.

Необхідно засвоїти класифікацію підземних вод за умовами та механізмом утворення і формування підземної гідросфери; зрозуміти як впливають атмосферні опади, екзогенні та ендегенні процеси на формування підземних вод.

Питання для самоперевірки

1. Які генетичні типи води існують у природі?
2. Охарактеризуйте процес утворення води при метаморфічних та магматичних процесах?
3. Які фактори впливають на об'єми підземних вод?
4. Від яких чинників залежить характер інфільтрації?

2.3. Види води в гірських породах.

За сучасними уявленнями у водоносних гірських породах виділяють наступні види води: хімічно та фізично пов'язана вода, вільна вода, вода в вигляді пари, вода у твердому стані.

Фізична вода – це вода яка утримується частками породи або стінками пор і порожнин за рахунок сил молекулярного електростатичного притягання, або сил поверхневого натягу. Розрізняють міцно-зв’язану і пухко-зв’язану воду та капілярну. Хімічно зв’язана вода входить до хімічного складу мінералів і буває конституційною і кристалізаційною. Вільна або гравітаційна вода – знаходиться в породи в порах і порожнинах, не утримується силами молекулярного притягання і вільно переміщується під впливом сил гравітації. Пароподібна вода – це вода яка знаходиться в гірських породах у вигляді пари. Тверда вода – спостерігається в гірських породах у вигляді кристалів криги.

Необхідно зрозуміти, що в залежності від умов у яких знаходиться підземні води (температура гірських порід, тиск тощо), вони можуть переходити з одного виду в інший або зникати. Знати, що таке капілярна вода, міцно-зв’язана та пухко-зв’язана, конституційна та кристалізаційна. Потрібно мати на увазі, що поряд з гравітаційною водою, тобто водою в звичайному її розумінні, в породах може знаходитися декілька видів фізично і хімічно-зв’язаної води.

Питання для самоперевірки

1. Які ви знаєте види води в гірських породах?
2. Який взаємозв’язок має міцно-зв’язані та пухко-зв’язані води?
3. Завдяки яким факторам гравітаційна вода може переміщуватись у гірських породах?

2.4. Класифікація підземних вод.

Підземні води класифікуються за умовами їх залягання в гірських породах. Вони поділяються на: води зони аерації, ґрунтові, міжверстові. Води тріщин і карстових порожнин. Підземні води зони вічної мерзлоти. Джерела. Води зони аерації представлені приповерхневими водами, водами

$$R = 10S\sqrt{k} \quad (10)$$

де: R і S виражені в метрах, а k – в метрах на добу.

Вихідні дані по варіантах для вирішення даної задачі наведені в табл. 7.

Таблиця 7

Початкові дані для розрахунку притоків підземних вод до довершеного колодязя

Номер варіанту	Радіус колодязя, м	Потужність водоносного горизонту (H), м	Пониження при відкачці (S), м	Коефіцієнт фільтрації (k), м/сут	Вид руху підземних вод	Напір підземних вод	Висота п’езометричного рівня (H), м
1	0,8	12,5	3,8	1,2	Ламінарний	Нема	–
2	0,4	6,2	1,5	0,17	Ламінарний	Є	9,8
3	0,5	12,0	5,5	48,2	Турбулентний	Нема	–
4	0,35	5,8	2,0	3,4	Ламінарний	Нема	–
5	0,5	9,6	2,0	14,5	Турбулентний	Є	14,2
6	1,1	8,3	2,5	5,0	Ламінарний	Нема	–
7	1,0	10,5	3,8	15,3	Турбулентний	Нема	–
8	0,75	14,2	4,0	0,5	Ламінарний	Є	19,4
9	0,6	7,5	5,0	5,6	Турбулентний	Є	15,0
10	0,7	18,0	6,5	25,0	Ламінарний	Нема	–

Задача 2. Визначити приток підземних вод до довершеної траншеї. Схема горизонтального водозабору (траншеї) в розрізі аналогічна схемі вертикального водозабору (колодязя): при розкритті водоносного горизонту формується депресійна воронка радіусом впливу R , що вираховується в залежності від тиску підземних вод за однією з наведених емпіричних формул (2, 10). Цей радіус прийнято відраховувати не від осі водозабору (як у випадку з колодязем), а від стінки траншеї, як показано на додатку 4 в, г, що відображають приток безнапірних і напірних вод у траншею відповідно.

Принципові відмінності розрахунку притоку до траншеї від розрахунку притоку до колодязя полягають, по-перше, в необхідності розрахунку довжини траншеї (її шириною в розрахунках зазвичай нехтують), а по-друге, в необхідності вирахування характеру розташування траншеї (її розташування по відношенню до напрямку руху підземних вод). Можливі два варіанти: а) траншея розташована

Б. Напірні (артезіанські, додаток 4, б) води залягають між двома водотривкими верствами. При розкритті такого водоносного горизонту свердловиною (колодязем) вода, яка під тиском піднімається вище підосви верхнього водоупору і досягає так званого п'єзометричного (напірного) рівня. Останій утворює лінію, яка з'єднує області виходу водоносної верстви на земну поверхню та відмітки рівня які залишаються нижче поверхні землі.

У обох випадках буде відбуватися пониження п'єзометричного рівня на певну величину S і формування навколо свердловини (колодязя) депресійної воронки радіусом R . Однак слід мати на увазі, що величини H і h відображають тут не потужності водоносного горизонту, як для безнапірних вод, а висоти тиску (відповідно первинного, поверхневого) відносно покрівлі нижнього водоупору.

Приток напірних вод, що забезпечує постійне пониження S при відкачці, визначається для ламінарного руху за формулою (7):

$$Q = 2.73km \frac{H - h}{\lg R - \lg r} = 2.73 \frac{kmS}{\lg \frac{R}{r}} \quad (7)$$

де m – потужність артезіанської верстви.

а для турбулентного руху за формулою (8, 9):

$$Q = 6.28km \sqrt{\frac{H - h}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R}}} \quad (8)$$

або (приблизно)

$$Q = 6.28km\sqrt{rS} \quad (9)$$

де: r – радіус колодязя, а R – радіус впливу, що визначається за емпіричною формулою Зіхардта (10):

верховодки, капілярними водами тощо. Вода в цій зоні, в залежності від температури гірських порід, може знаходитися у пароподібному, рідкому або твердому стані. У випадку коли гірські породи характеризуються постійною і досить високою температурою води цієї зони можуть зникати. Ґрунтові води мають вільну поверхню рівень якої залежить від кліматичних умов. Міжверстові води залягають між двома водотривкими верствами. Ці води бувають напірними (“артезіанські води”) та безнапірними. Води зони вічної мерзлоти представлені надмерзлотними водами, мерзлотними та підмерзлотними водами.

Необхідно знати класифікацію підземних вод, загальні закони їх руху (фільтрації); практичні прийоми вивчення підземних вод, що містяться в різних пористих і тріщинуватих породах, які називаються водоносними.

Питання для самоперевірки

1. Які види води можуть знаходитися вище за рівень водоносного горизонту?
2. При яких умовах свердловина, що розкрила напірний водоносний горизонт, буде фонтанувати? Намалюйте схему.
3. У чому відмінності між низхідними і висхідними джерелами?
4. Чим небезпечна верховодка?

2.5. Фізичні властивості і хімічний склад підземних вод

До головних фізичних властивостей підземних вод належать: температура, прозорість, забарвлення, запах, смак, густина, здатність до стискання, електропровідність та радіоактивність. Хімічний склад підземних вод представлений макро- та мікрокомпонентами, біологічними компонентами тощо. Його формування залежить від хімічного складу гірських порід, які вміщують воду. Хімічні аналізи води допомагають встановити основні хімічні характеристики води (мінералізацію, жорсткість, агресивність тощо), а також встановити придатність до споживання.

Потрібно засвоїти способи вираження вмісту окремих іонів у воді і методи визначення таких властивостей води, як жорсткість, pH , агресивність, мінералізація тощо. Знати методи визначення фізичних властивостей природних вод.

Питання для самоперевірки

1. Як розраховується величина pH і тимчасова жорсткість води?
2. Як, оцінюючи вміст окремих іонів у воді, перейти від розмірності в грамах на літр до розмірності в грам-еквівалентах на літр?
3. Як визначається прозорість природної води?

2.6. Режим підземних вод

Режим підземних вод залежить від особливостей руху води та коефіцієнту фільтрації гірських порід (закон Дарсі). На основі цього закону розроблені прийоми підрахунку водопритоку до різних водозаборів (свердловини, траншей, котловану). При переміщенні підземних вод до водозабірників, утворюється "депресійна воронка" і "радіус впливу", знаючи тип водозабірника, можна розрахувати приток води до колодязів, траншей та котлованів.

Необхідно засвоїти закон Дарсі (для ламінарного руху) і аналогічний йому закон для турбулентного руху; знати основні розрахункові формули, а також уміти графічно показати характер вільного (для не напірних вод) або п'єзометричного (для напірних) рівнів навколо водозабору або відкачки води з нього.

Питання для самоперевірки

1. Чому коефіцієнт фільтрації має розмірність швидкості?
2. Для чого і як проводяться дослідження притоку підземних вод до гірничої виробки?
3. Що таке "депресійна воронка"?
4. Що таке "радіус впливу"?

приток до колодязя підземних вод з усіх сторін. Навколо останнього утворюється депресійна воронка (рис. 1-6), радіус якої (R) називається радіусом впливу. Цей рівень по мірі віддалення від колодязя поступово відновлюється і за межами радіусу впливу залишається незмінним.

Величина радіусу депресії залежить коефіцієнту фільтрації породи, м/сут; величини зниження, потужності водоносного горизонту і може бути вирахована за емпіричною формулою Кус акина (2), в якій всі лінійні величини виражені в метрах:

$$R = 2S\sqrt{HK} \quad (2)$$

де R – радіус депресійної воронки;

K – коефіцієнт фільтрації.

Приток підземних вод визначається при цьому для ламінарного руху за формулами Дюпюї (3,4):

$$Q = 1.366k \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r} \quad (3)$$

$$Q = 1.366k \frac{(2H - S)S}{\lg \frac{R}{r}} \quad (4)$$

де r – радіус виробки;

Q – приток підземних вод до виробки.

Для турбулентного за формулою Красно польського (5):

$$Q = 3.63k \sqrt{\frac{H^3 - h^3}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R}}} \quad (5)$$

або (наближено) (6)

$$Q = 6.28kH\sqrt{rS} \quad (6)$$

розрахункових завдань з динаміки підземних вод: 1) визначення притоку підземних вод до вертикального водозабору (колодязь); 2) визначення притоку підземних вод до горизонтального водозабору (траншея) 3) визначення притоку підземних вод до будівельного котловану. Мета вирішення останньої – визначення (виходячи з притоку) продуктивності насосного обладнання, необхідного для повного осушення котловану.

Вирішення задач з динаміки підземних вод ґрунтується на фундаментальних законах їх руху (фільтрації), а саме на законах Дарсі для ламінарного і Шезі-Краснопольського – для турбулентного. Необхідно мати на увазі, що характер притоку підземних вод залежить не тільки від характеру їх руху, але й від гідравлічних особливостей водоносного горизонту (наявність або відсутність тиску).

Водозабірні споруди бувають завершені (доведені до покрівлі водотривкої породи, що підстилює водоносний горизонт) і незавершені (дно яких розташовується в межах водоносної верстви).

Задача 1. Визначити приток підземних вод до довершеного колодязя.

А. Безнапірні води (додаток 4а). Первинний рівень підземних вод характеризується потужністю (Н) водоносного горизонту, яка рівна вельчені перепендикуляра опущеного з покрівлі горизонту до водоупору. Якщо з такого колодязя радіусом (r) проводиться відкачка з деякою інтенсивністю (витратою, дебітом Q, м³/сут), то в колодязі встановлюється певний рівень підземних вод, знижений відносно первинного. Величина зниження S, а знижена потужність водоносного горизонту h, таким чином величина пониження буде дорівнювати:

$$S = H - h \quad (1)$$

де: S – Величина зниження;

H – певний рівень підземних вод;

h – знижений рівень підземних вод.

Знижений рівень підземних вод підтримується в колодязі при відкачці з нього тільки тому, що при цьому відбувається

4. Ґрунти та їх властивості

3.1 Поняття про ґрунти.

Інженерна геологія вивчає геологічну будову місцевості і різні геологічні процеси винятково для цілей інженерної справи (будівництва та експлуатації споруд). Ґрунти (за винятком штучних) – це ті ж гірські породи, які розглядаються у курсі загальної геології, але вони заходяться у сфері впливу інженерних споруд – як їх основа, середовище будівництва і експлуатації, або розглядаються як будівельний матеріал. Мінеральний склад ґрунтів має великий вплив на їх властивості, які залежать від зв'язку між окремими частками ґрунту. Усі мінерали у ґрунтах діляться на дві групи – первинні та вторинні. Крім того у деяких ґрунтах присутні органічні сполуки. За відносним вмістом усі мінерали діляться на породоутворюючі, акцесорні та випадкові. Для осадово-уламкових гірських порід також визначається гранулометричний склад.

Необхідно знати, що таке мінеральний склад ґрунтів, як він визначається, які бувають вторинні та первинні мінерали, що таке породоутворюючі, акцесорні і випадкові мінерали. Знати способи та методи проведення гранулометричного аналізу ґрунтів.

Питання для самоперевірки

1. Що розуміється під гранулометричним складом породи без жорстких зв'язків між зернами?
2. Охарактеризувати основні методи вивчення гранулометричного складу.
3. Для вирішення яких практичних задач використовуються данні гранулометричного складу?
4. Якими методами вивчають мінеральний склад глинистих порід?
5. На які основні групи розділяють мінерали дисперсних гірських порід та за якими ознаками?

3.2. Інженерно-геологічна класифікація ґрунті

Ґрунти з жорсткими структурними зв'язками, ґрунти з м'якими структурними зв'язками, ґрунти, які не мають структурних зв'язків.

Властивості ґрунтів визначаються їх складом, структурою, текстурою та станом. Ґрунти поширені у верхній частині земної кори можуть мати близьке походження, але різні властивості, або навпаки. Використовуючи ці фактори всі ґрунти діляться на класи, групи та інші таксонометричні одиниці, в межах яких об'єднанні в групи з близькими властивостями. Ґрунти поділяються на три класи: 1) ґрунти з жорсткими зв'язками (клас А); 2) породи без жорстких зв'язків (клас Б); 3) штучні ґрунти з жорсткими зв'язками (клас В) та без жорстких зв'язків. Класи діляться на групи, а групи на підгрупи, які виділяються за походженням ґрунтів. У підгрупах виділяють типи, де вказані назви порід. В окремих класифікаціях ґрунти ділять на групи за однією або декількома ознаками.

Необхідно знати класифікації ґрунтів, ознаки виділення класів, груп та підгруп; приклади і значення класифікації ґрунтів.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте класифікації ґрунтів?
2. Для яких цілей необхідна загальна інженерно-геологічна класифікація ґрунтів?
3. Назвіть основні породи, які виділяються в загальній інженерно-геологічній класифікації ґрунтів.
4. Яке призначення спеціальних класифікацій ґрунтів?

3.3. Основні властивості ґрунтів

Для оцінки поведінки ґрунтів при взаємодії зі спорудами і вирішенні питань стійкості останніх, необхідне вивчення характеристик показників властивостей ґрунтів. Вони визначаються як польовими так і лабораторними методами.

Таблиця 6

Данні для побудови карти гідроізогіпс або п'езоізогіпс

Номер варіанту	Номера свердловин у порядку передбаченому бланком-вкладишем	Відстань між сусідніми свердловинами, м	Масштаб побудови	Перетин горизонталей, гідроізогіпс і п'езоізогіпс
1	1-3-29-7-9-12-13-17-22	345	1:2000	
2	33-31-26-21-19-14-11-8-5	208	1:1000	
3	15-24-29-32-25-10-6-2-20	134	1:500	
4	16-22-24-27-28-30-7-17-12	875	1:5000	
5	12-22-9-28-13-3-17-1-27	290	1:1500	
6	14-26-8-31-19-5-23-33-11	175	1:750	
7	25-20-18-10-2-32-6-15-29	220	1:1000	
8	23-21-10-7-16-14-30-24-29	875	1:5000	
9	14-8-26-19-23-18-11-31-33	830	1:5000	
10	29-20-33-21-6-4-1-16-28	820	1:5000	

Слід нагадати, що порядок розташування свердловин повинен відповідати порядку номерів у бланку-вкладиші. Наприклад, для варіанту № 7 свердловини № 1 бланка-вкладиша відповідає свердловина № 25 з табл. 5; свердловини № 2-свердловина № 20; свердловини № 3 – свердловина № 18; свердловини № 4 - свердловина № 10 і т. д. На карті необхідно проставити істинні номери свердловин. Усі відстані між сусідніми свердловинами рівні.

2.4. Методика виконання розрахункових завдань.

Програмою передбачається вирішення трьох

Відомості про спостережні свердловини

(вихідні данні для побудови гідрогеологічної карти)

Номер свердловини	Абсолютна відмітка гирла, м	Глибина від гирла, м	
		рівень ґрунтових вод	п'єзометричний рівень
1	108,6	29,5	
2	83,4	14,6	
3	114,5	32,7	
4	90,8	23,4	
5	72,7		3,2
6	85,0	11,9	
7	101,9	27,3	
8	73,3		-0,8
9	115,6	41,5	
10	99,2	17,7	
11	74,8		-0,5
12	124,5	45,4	
13	106,6	31,1	
14	73,9		-2,4
15	95,0	12,6	
16	88,8	8,8	
17	119,4	27,3	
18	110,7		26,7
19	84,3		5,6
20	97,2	16,2	
21	79,1		8,2
22	120,8	32,0	
23	95,4		12,1
24	87,1	9,8	
25	105,2	28,2	
26	76,6		10,8
27	114,7	38,3	
28	119,5	36,6	
29	100,3	21,1	
30	86,4	11,8	
31	82,8		8,4
32	90,9	15,4	
33	77,8		12,2

Польові методи надійніші, проте, вони потребують значних матеріальних затрат ніж лабораторні. Здебільшого ці два методи виконуються разом. У лабораторних умовах визначаються: щільність, об'ємна вага, стійкість, вологість, консистенція, пластичність, набухаємість, усадка, липкість, водоміцність, в'язкість, водостійкість, водовіддача, нестача насиченості, розчинність та розм'якшення ґрунтів. Крім фізичних і фізико-хімічних властивостей визначають також фізико-механічні – деформаційні та міцнісні. Умови будівництва залежать від фізичних, фізико-хімічних і механічних властивостей, мінерального та гранулометричного складу, вологості гірських порід.

Необхідно зрозуміти, що визначення всіх властивостей ґрунтів має велике значення при проведенні будівельних робіт; знати методи визначення властивостей ґрунтів; як вони впливають на проведення будівельних робіт; засвоїти специфіку властивостей, які визначають особливості будівництва на просадочних, набухаючих, слабких і штучних ґрунтах.

Питання для самоперевірки

1. Що таке вологість породи, як вона визначається і яке її значення при оцінці стану породи?
2. Яке інженерно-геологічне значення пористості ґрунтів?
3. Що таке нижня і верхня межа пластичності, методи їх визначення?
4. Які основні фактори, визначають пластичні властивості порід?
5. Що таке набухаємість, показники набухаємості і як вони визначаються?
6. Від яких факторів залежать поглинаючі властивості порід?

4. Інженерно-геологічні процеси та явища

4.1. Біохімічні процеси та явища

Біохімічні процеси пов'язані з органічним вивітрюванням, основними чинниками якого є мікроорганізми і рослини. Вони сприяють хімічним процесам вивітрювання, поглинаючи з гірських порід різні елементи, як живильні речовини. Одночасно з цим у результаті фотосинтезу рослини виділяють кисень і різні кислоти, в тому числі і гумінові, які активізують процеси розчинення та гідролізу.

Біохімічні пливуні – дія мікроорганізмів на мінеральний склад порід і дисперсність, що зумовлює зміну структури породи та її напружений стан.

Необхідно засвоїти механізм протікання біохімічних процесів. Зрозуміти яка роль у цьому процесі належить мікроорганізмам. Знати які існують методи виявлення цих процесів і як запобігти негативних наслідків.

Питання для самоперевірки

- 1. Як мікроорганізми впливають на мінеральний склад порід?*
- 2. Чинники органічного вивітрювання?*
- 3. Охарактеризувати розповсюдження різних типів ґрунтів.*

4.2. Гравітаційно-схилові процеси

У результаті геологічних і інженерно-геологічних гравітаційних процесів, які обумовлені силою земного тяжіння, відбувається відрив, сколювання, або пластичне течіння порід у гірських масивах. Таким чином, утворюються обвали, осипи і осуви, опливини та лавини.

Осуви – зміщення гірських порід, під дією сили тяжіння та за участі підземних і поверхневих вод.

Осипи – це накопичення які утворюються при сповзанні щєбінчастих уламків порід об'ємом від декількох дм^3 до декількох м^3 .

відмітками гирл свердловин, проводяться горизонталі рельєфу, які показуються на тій ж карті іншим кольором (коричневим або бурим), також з цифрами в розривах;

8. Область свердловин, які фонтанують на карті п'езоізогіпс зафарбовується блакитним кольором або покривається штриховкою блакитним (синім) олівцем.

Методи інтерполяції

1. Арифметичний метод полягає в тому, що для відрізка, який підлягає інтерполяції складається пропорція: відстані між свердловинами (тобто довжині відрізка) відповідає дане перевищення (тобто різниця рівнів); питається, на якій відстані в межах даного відрізка знаходиться одинична (0,1 або 1,0 м) зміна рівня. Вирішивши цю пропорцію, можна відкласти на даному відрізку необхідні значення відміток.

2. Геометричний метод полягає в наступному: до одного з кінців відрізка, що підлягає інтерполяції встановлюється перпендикуляр, на якому в довільному масштабі відкладаються відстані, пропорційні перевищенням рівня: між даною точкою (тобто свердловиною) і найближчою ізогіпсою, потім між черговими ізогіпсами (рівні відстані) і, нарешті, між останньою ізогіпсою та іншим кінцем відрізка. Від цієї свердловини до останньої точки вказаного перпендикуляру проводиться пряма лінія, а паралельно їй - прямі від кожної позначки на перпендикулярі до відрізка, що інтерполюється. Останній, таким чином, буде розбитий на пропорційні частини.

Початкові дані по свердловинах для побудови карти гідроізогіпс (п'езоізогіпс) наведені в табл. 5, а конкретні завдання по варіантах в табл. 6.

1. З урахуванням відстаней між свердловинами і масштабу на лист білого аркушу наноситься сітка свердловин.

2. Розраховується і записується в належному місці абсолютні відмітки рівнів ґрунтових вод або п'єзометричних рівнів артезіанських вод у свердловинах. При цьому глибина з від'ємними відмітками означає, що п'єзометричний рівень знаходиться вище гирла свердловин, тобто артезіанська вода в цій свердловині фонтанує;

3. Одним з методів (арифметичним або геометричним) проводиться інтерполяція (тобто розподіл на пропорційні частини) наступних відрізків: а) усіх сторін чотирьох квадратів, що складають сітку свердловин, б) чотирьох діагоналей - по одній в кожному квадраті (з кожної пари діагоналей вибирається для цієї мети та, в межах якої зміна рівня значніша). Усього, таким чином, необхідно провести інтерполяцію 16 відрізків. Задача інтерполяції - пошук тих точок на вказаних відрізках, у яких рівень підземних вод має абсолютні відмітки, що виражаються повними метрами;

4. Через точки з однаковими відмітками проводяться плавні криві лінії синім або зеленим кольором. Вони не повинні перетинатися і мати різких переломів (кутів). В залежності від заданого перетину, гідроізогіпси (п'єзоізогіпси) проводять через усі отримані точки (при перетині 1 м), або тільки через точки з парними відмітками (при перетині 2 м). Цифри, відповідні деяким відміткам (не менше п'яти на всю карту), проставляють у розривах гідроізогіпс (п'єзоізогіпс), таким чином, щоб верх цифр був направлений у бік підвищення відміток;

5. Напрямки руху підземних вод показують короткими стрілками, які розташовуються перпендикулярно до гідроізогіпс (п'єзоізогіпс);

6. Для напрямку, який відповідає максимальному в межах карти нахилу, розраховується і записується цей нахил (градієнт). Відповідний запис повинен включати не тільки кінцевий результат, але й розшифровку розрахунку. Відрізок, для якого розраховується нахил показується на карті чорним кольором;

7. Аналогічно гідроізогіпсам або п'єзоізогіпсам, але, за

Опливини – зміщення розріджених водою земляних мас.

Необхідно засвоїти причини і механізм виникнення гравітаційно-схилових процесів, їх генетичну класифікацію, методи визначення стійкості ґрунтів; знати методи боротьби з осувами, обрушеннями, осипами та сповзанням ґрунтів.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризувати методи боротьби з осувами.
2. Що таке осувне тіло і осувний цирк?
3. Стадії розвитку осуву?
4. Охарактеризувати методи боротьби з обрушеннями?
5. Дати характеристики виникнення осипів, опливин і лавин?

4.3. Гідродинамічні процеси та явища

Гідродинамічні процеси пов'язані з рухом води в річках, морях, озерах, гірських породах і гідроінженерних спорудах (греблі, дамби, канали). За характером вони підрозділяються на фільтраційні, суфозійні, ерозійні, абразійні та селєві.

Фільтраційні процеси – переміщення води у водопроникних породах, спричинене дією гідравлічних сил.

Механічна суфозія – процес розпушення порід водою та винесення часток породи водним потоком.

Пливуни – це пухкі, як правило піщані породи, які проявляють при певних гідрологічних умовах велику рухомість.

Селі – явище пов'язане з рухом грязьокам'яних потоків, які виникають раптово в результаті випадання зливних дощів або при різкому таненні снігу на крутих схилах.

Необхідно знати причини і характер розвитку гідродинамічних процесів та їх різновиди. Прогнозувати небезпеку цих процесів і явищ для інженерних споруд.

Питання для самоперевірки

1. *Особливості боротьби з істинними і псевдопливунами.*
2. *Чому небезпечна суфозія? При яких умовах вона виникає?*
3. *Охарактеризуйте наледі, пучення, термокарст, соліфікацію?*
4. *Принципи будівництва на пливунних територіях?*

4.4. Сейсмічність

Сейсмічність пов'язана з внутрішніми та зовнішніми механічними поштовхами або вибухами, які призводять до виникнення у суцільному середовищі пружних хвиль. Розповсюджуючись з більшою або меншою швидкістю, яка залежить від сили удару та характеру середовища, пружні хвилі викликають землетруси на різних ділянках земної кори та верхньої зони мантії.

Землетруси можуть бути спричинені не тільки різним геологічним процесам, а й завдяки інженерно-геологічній діяльності людини. Наприклад: шляхом спорудження водосховищ, при проведенні буро-вибухових робіт тощо.

Необхідно зрозуміти механізм виникнення землетрусів, знати класифікацію землетрусів і методи їх попередження.

Питання для самоперевірки

1. *Чим відрізняється характер розповсюдження поздовжніх і поперечних сейсмічних хвиль?*
2. *Що таке сейсмічне районування і мікрорайонування? Як вони враховуються при будівництві?*
3. *Яким чином виникають землетруси у водосховищах? Чому вони є небезпечними?*

4.5. Процеси і явища які виникають у ґрунтах під спорудами

Побудована споруда створює на ґрунті вертикальний тиск (вага споруди) і горизонтальний тиск (внаслідок дії на споруду вітру, тиску води на греблю і ґрунту на підперту

2. 3. Методика побудови карти гідроізогіпс (п'єзоізогіпс)

Гідроізогіпсами називають плавні криві лінії, що з'єднують точки з однаковими абсолютними відмітками рівня підземних вод. Карти гідроізогіпс за методами побудови аналогічні топографічним картам, а самі гідроізогіпси аналогічні горизонталям рельєфу і відображають поверхню ("дзеркало") безнапірних підземних вод.

Для напірних (артезіанських) вод аналогічні лінії називаються п'єзоізогіпсами; вони з'єднують точки з однаковими абсолютними відмітками напірного (п'єзометричного) рівня підземних вод.

Рівні підземних вод (особливо ґрунтових) схильні до коливань у часі, і інформація про ці коливання, що складає найважливіший компонент поняття "режим підземних вод", необхідна при вирішенні різних задач, пов'язаних з інженерним освоєнням території, водопостачанням, гідромеліорацією та ін. Для цієї мети на території, що досліджується створюється мережа спостережних гідрогеологічних свердловин, в яких регулярно заміряють рівень підземних вод.

Завдання на побудову карти гідроізогіпс (п'єзоізогіпс) включає дані про дев'ять свердловин, розташовані по правильній (квадратній) сітці (додаток 2).

Кожна свердловина характеризується чотирма цифрами, які вказують:

1) номер свердловини; 2) абсолютну відмітку гирла, м; 3) глибину підземних вод на момент заміру (що замірюється від гирла), м; 4) абсолютну відмітку рівня підземних вод, м. Остання величина не входить у число початкових даних і підлягає вирахуванню.

Приклад розташування вказаних цифр поряд зі значками див. на додатку 2.

Порядок побудови карти:

проставлені відповідно до неї), а їх розподіл за варіантами - в табл. 4.

Ще раз звертаємо увагу на те що: в табл. 3 представлені потужності верств і глибини (від гирла) підземних вод.

Умовні позначення для ґрунтів наведені в додатку 3.

Умовні знаки рівномірно покривають всю площу верстви. В середині кожної верстви проставляється віковий (геохронологічний) індекс (див. табл. 3).

Таблиця 3

Вихідні данні для побудови інженерно-геологічного розрізу

Назва порід (ґрунтів)	Геохронологічний індекс	Номер свердловини															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Насипний шар	Q ₄	1,4	-	-	2,0	-	-	-	-	0,5	1,0	2,3	-	-	0,8	3,2	2,0
Почва	Q ₄	0,5	0,9	0,8	-	0,8	0,7	0,7	1,1	0,6	0,4	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8	0,4
Торф	Q ₃₋₄	-	4,7	-	-	3,9	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	5,1
Лес	Q ₃	11,3	-	-	8,5	-	-	9,0	-	-	-	9,3	-	-	-	8,9	-
Супісок	Q ₂	-	6,9	-	-	5,4	-	5,3	-	7,0	3,5	-	14,1	-	2,6	5,4	-
Суглінок	Q ₁	4,2	-	3,7	3,3	-	4,8	-	5,3	-	13,8	7,8	-	6,1	-	-	2,7
Пісок дрібний	N ₂	7,1	-	4,9	1,9	-	2,6	9,4	6,4	-	-	-	-	6,9	-	-	-
Гравій	N ₁	-	-	2,0	-	-	-	-	-	4,7	2,7	-	3,5	-	-	-	-
Пісок крупний	P ₂	-	5,2	-	-	3,3	-	-	-	-	10,2	-	8,2	4,0	9,7	7,2	-
Крейда	K ₂	-	7,1	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-	4,3	-	-	-
Вапняк	K ₁	8,6	9,3	-	9,1	7,5	-	-	-	10,2	-	3,4	-	6,9	-	5,8	2,9
Глина	J ₃	-	2,5	-	-	6,2	-	-	3,6	-	-	-	2,7	3,5	-	-	-
Каолін	P ₂	-	-	7,6	-	-	5,3	-	4,0	-	4,4	-	3,3	-	7,7	-	-
Жорстка	D ₁	-	-	5,5	-	-	8,4	-	3,9	-	-	-	-	4,8	-	-	-
Мергель	S ₂	1,5	-	-	6,6	1,4	-	3,6	-	8,3	-	0,8	-	0,7	-	2,5	10,0
Граніт	PR ₂	-	-	4,2	-	-	7,0	-	5,2	-	0,8	-	6,0	-	3,5	-	-
Абсолютна відмітка гирла, м		95,4	69,7	81,4	91,9	73,0	78,9	90,6	76,7	71,4	79,3	88,2	81,8	67,2	83,7	92,7	70,2
Глибина залягання підземних вод, м		22,1	13,4	5,4	12,5	10,6	4,5	24,3	9,5	9,8	19,5	24,4	16,9	14,4	8,7	21,0	13,8

Таблиця 4

Данні по варіантах для побудови інженерно-геологічного розрізу

Номер варіанту	Номер свердловини у розрізі	Відстань між свердловинами, м	Масштаб	
			Вертикальний	Горизонтальний
1	7-4-15-11	45,2-53,4-48,5	1:150	1:200
2	10-14-3-6	40,5-47,7-43,8	1:150	1:300
3	14-8-6-12	32,4-27,5-29,4	1:100	1:200
4	11-1-4-7	44,5-49,8-43,7	1:150	1:250
5	2-5-9-13	29,7-32,4-36,6	1:200	1:200
6	3-10-6-14	30,9-28,0-25,5	1:150	1:200
7	15-11-4-1	42,2-50,3-47,5	1:150	1:250
8	8-6-12-3	26,4-33,3-36,7	1:150	1:200
9	13-16-5-2	40,3-48,8-45,1	1:150	1:250
10	10-12-6-14	57,5-54,4-59,8	1:150	1:200

стіну). В окремих випадках основа споруди (ґрунт) знаходиться під впливом динамічних навантажень. Усі ці дії, а також зміна температури (заморожування, відтаювання) та вологості ґрунту можуть викликати його стискання та осадку споруди.

Зміна положення споруди може бути викликана не тільки внаслідок стискання (ґрунту), але й за рахунок осушу, карстоутворення, суфозії тощо.

Необхідно знати які фізичні властивості ґрунтів можуть впливати на процеси котрі виникають під спорудами; як проводити оцінку просядочності споруди; які існують методи їх визнання та ліквідації.

Питання для самоперевірки

1. В яких породах спостерігається карст? Його значення для будівництва?
2. Чому виникає нерівномірна просадка споруди, і як з цим боротися?

5. Основи меліорації гірських порід у будівельних цілях

5.1. Способи меліорації порід з жорсткими зв'язками

При проектуванні та будівництві споруд виникає необхідність штучного покращення фізико-механічних властивостей гірських порід, якщо в природних умовах породи не дозволяють проводити будівельні роботи, або не володіють необхідною міцністю, стійкістю, водостійкістю, та іншими якостями, які забезпечують раціональну конструкцію споруди і її нормальну експлуатацію впродовж існування. В залежності від класу порід проводять ті або інші методи меліорації.

Цементация – застосовується для зменшення тріщинуватості порід з жорсткими зв'язками, надає їм монолітності та водонепроникності.

Глинизація – застосовується в тих випадках коли в

гірських породах наявні відкриті тріщини і каверни, а також коли цементний розчин не закріплюється в породі або коли потрібна велика його кількість.

Гаряча бітумізація – використовується при великих кавернах та при великих швидкостях руху підземних вод, коли попередніх два способи проводити не можливо.

Необхідно зрозуміти для яких гірських порід необхідно проводити той чи інший метод меліорації. Знати умови проведення цементації, глинітизації і гарячої бітумізації; методику проведення цих методів.

Питання для самоперевірки

1. У яких випадках застосовується цементація гірських порід?
2. У яких випадках застосовується гаряча бітумізація гірських порід?
3. У яких випадках застосовується глинізація гірських порід?

5.2 Способи меліорації пухко-зв'язаних гірських порід

Зміна властивостей піщаних порід необхідна частіш за все в тих випадках, коли вони знаходяться у нестійкому стані, та не відповідають вимогам будівництва на них інженерних споруд з необхідною вагою, або не дозволяють проводити гірничодобувні роботи. Зміна властивостей цих порід спрямована на збільшення монолітності і водопроникності гірських порід. До основних способів підвищення стійкості порід відносяться:

Заморожування – спосіб тимчасової зміни властивостей гірських порід (головним чином на період будівництва) методом їх заморожування в межах проектноі виробки.

Силікатизація пісків – хімічне закріплення пісків, яке полягає в тому, що в породу послідовно нагнітають рідке скло і розчин хлористого кальцію. Внаслідок цього в породі утворюється гель, який поступово цементує пісок.

Холодна бітумізація пісків – метод зменшення

лініями, відображаючи рельєф вздовж даного створу.

2. Якщо в сусідніх свердловинах зустрічається одна і та ж порода, то її покрівлю і підшову можна зобразити прямою лінією від свердловини до свердловини; такі лінії будуються першими.

3. Якщо необхідно розмежувати дві різних верстви, 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 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 (див. додаток 1).

6. Рівні підземних вод, зафіксовані в сусідніх свердловинах, з'єднується між собою прямими пунктирними лініями, при цьому необхідно стежити за тим, щоб така лінія не була проведена крізь товщу якого-небудь водотриву. 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.

Початкові дані про бурові свердловини наведені в табл. 3 (номери свердловин на кресленні повинні бути

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. Зразок оформлення розрізу наведено в додатку 1.

Починати роботу слід з вибору необхідного розміру аркушу (допустима міліметровка) з врахуванням масштабів і початкових даних. 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 (по кривлі і підшві), 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 ця цифра (в метрах) розраховуються (відносно абсолютної відмітки гирла свердловини). 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

водопроникності породи шляхом нагнітання, під тиском, бітумної емульсії, яка при застиганні підвищує їх монолітність.

Електродренаж глинистих порід – проводиться для зниження рівня води у глинах. Під впливом постійного електричного струму вода переміщується від аноду до катоду.

Необхідно зрозуміти для яких гірських порід необхідно застосовувати той або інший метод меліорації, знати умови проведення заморожування, силікатизації пісків, холодної бітумізації пісків, електродренажу глинистих порід; методику проведення цих методів.

Питання для самоперевірки

- 1. У чому полягає суть способу силікатизації, які існують модифікації цього способу і в яких випадках він застосовується?*
- 2. Коли слід застосовувати методи гарячої та холодної бітумізації?*
- 3. Що таке електродренаж гірських порід, як і для яких цілей він застосовується?*
- 4. Які є основні методи покращення фізико-хімічних властивостей лесових порід?*

IV МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Студент-заочник зобов'язаний опрацювати курс відповідно до наведеної програми та методичних вказівок і виконати контрольну роботу в передбачений програмою термін. До участі в сесії допускаються лише ті студенти, які успішно і своєчасно виконали контрольну роботу. Робота складається з трьох теоретичних, трьох розрахункових і двох графічних завдань. Студент-заочник виконує варіант контрольної роботи який відповідає номеру останній цифрі його шифру залікової книжки (якщо ця цифра - нуль, виконується 10-й варіант).

Письмові завдання передбачають короткі та чіткі

відповіді на 3 запитання з різних тем, що входять у програму. Щоб уникнути повторення в табл. 2 питання позначені номерами.

Відповіді потрібно давати своїми словами не переписуючи з підручника, при необхідності ілюструвати схемами або зарисовками. Відповіді повинні свідчити про вміння студента робити самостійні висновки і підтверджувати їх практичними прикладами.

2.1. Питання до виконання теоретичних завдань

1. Охарактеризуйте кругообіг води у природі.
2. Дайте характеристику основним видам води у гірських породах.
3. Охарактеризуйте водні властивості порід.
4. Дайте характеристику основним видам руху підземних вод.
5. Охарактеризуйте основні класифікації підземних вод.
6. Охарактеризуйте води зони аерації (води поверхневого шару, капілярні води та води верховодки).
7. Дайте характеристику ґрунтовим водам.
8. Дайте характеристику артезіанським водам.
9. Дайте характеристику тріщинним, карстовим водам і водам вічної мерзлоти.
10. Охарактеризуйте інженерно-геологічну класифікацію гірських порід.
11. Дайте характеристику методам вивчення гранулометричного складу гірських порід.
12. Охарактеризуйте інженерно-геологічне значення присутності газів і води у породах.
13. Дайте характеристику фізичним властивостям гірських порід.
14. Охарактеризуйте консистенцію глинистих порід.
15. Дайте характеристику розчинності, набухаємості і висиханню порід.
16. Дайте характеристику розмоканню, розмякченню глинистих порід.
17. Дайте характеристику вологості і водовіддачі

порід.

18. Охарактеризуйте колоїдні властивості тонкодисперсних глинистих порід.
19. Охарактеризуйте електропровідність гірських порід.
20. Охарактеризуйте теплофізичні властивості порід.
21. Дайте характеристику механічним властивостям порід з жорсткими зв'язками.
22. Дайте характеристику деформаційним властивостям незцементованих порід.
23. Охарактеризуйте опір порід при осушах.
24. Наведіть характеристику порід класу А і Б.
25. Охарактеризуйте роль екзогенних процесів і явищ у формуванні фізико-механічних властивостей порід.
26. Охарактеризуйте роль ендегенних процесів і явищ у формуванні фізико-механічних властивостей порід.
27. Дайте характеристику інженерно-геологічним процесам і явищ.
28. Охарактеризуйте значення геологічних та інших природних факторів для інженерно-геологічної оцінки гірських порід.
29. Охарактеризуйте методи меліорації порід з жорсткими зв'язками.
30. Охарактеризуйте методи меліорації порід без жорстких зв'язків.

Таблиця 2

Питання для контрольної роботи

Номера варіантів	Номери теоретичних питань		
	1	11	21
1	1	11	21
2	2	12	22
3	3	13	23
4	4	14	24
5	5	15	25
6	6	16	26
7	7	17	27
8	8	18	28
9	9	19	29
10	10	20	30

2.2. Методика побудови інженерно-геологічного розрізу