

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Львівський національний університет імені Івана Франка

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА, ПРАКТИЧНІ, САМОСТІЙНІ ТА ТЕСТОВІ
ЗАВДАННЯ

з курсу **“Основи седиментології та гідрогеології”**
(частина 2 “Основи гідрогеології”)
для студентів географічного факультету

Львів
Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка
2012

Рекомендовано до друку
Вченою радою географічного факультету
Львівського національного університету імені
Івана Франка
Протокол № 7 від 24 жовтня 2012 року

Уклали: **Яцишин Андрій Михайлович**
Богущкий Андрій Боніфатійович

Навчальна програма, практичні, самостійні та тестові завдання
з курсу **“*Основи седиментології та гідрогеології*”**
(*частина 2 “*Основи гідрогеології*”*)
для студентів географічного факультету

ПЕРЕДМОВА

У розвитку багатьох морфо-літогенних процесів роль підземних вод є надзвичайно великою, а у деяких випадках – вирішальною. Важко собі уявити, наприклад, розвиток мерзлотних або карстових процесів без участі підземних вод. Понад те, деякі процеси та сформовані ними відклади виключно залежать від діяльності підземних вод, що дало підстави виокремити Є. Шанцеру накопичені відклади в окремий парагенетичний ряд континентальних осадових порід – підземноводний (субтеральний) [12]. Окрім цього, важко переоцінити роль підземних вод у житті і господарській діяльності людини.

Аналіз цих та деяких інших геолого-геоморфологічних процесів та форм рельєфу, звичайно, немислимий без розуміння умов залягання, законів руху, фізико-хімічних характеристик підземних вод тощо.

Розуміння гідрогеологічних законів функціонування підземних вод є вкрай важливим і для розв'язання деяких прикладних геолого-геоморфологічних завдань. Наприклад, будівництва інженерних споруд та комунікацій, забезпечення водопостачання та водовідведення, розташування та функціонування бальнеологічних закладів тощо.

Мета курсу – сформулювати у студентів наукове бачення проблем походження підземних вод, умов їх залягання, законів руху, фізико-хімічних властивостей та господарського значення підземних вод.

Завдання – ознайомити з гіпотезами походження підземних вод, схемами їх класифікації; розкрити особливості залягання, поширення та властивості підземних вод; показати промислове, бальнеологічне та інші значення підземних вод.

В результаті вивчення даного курсу студенти повинні **знати** усі аспекти походження, залягання, руху підземних вод, їх фізико-хімічні властивості тощо. Студенти також повинні **вміти** розв'язувати наукові, прикладні питання функціонування підземних вод.

Знання, які отримують студенти після прослуховування курсу “Основи седиментології та гідрогеології”, який присвячений гідрогеологічним проблемам, дозволяють використовувати їх під час підготовки курсових, дипломних, магістерських робіт та у майбутній науковій, педагогічній, виробничій діяльності.

Оцінювання результатів роботи студентів з курсу
“Основи седиментології та гідрогеології”
 (частина 2 “Основи гідрогеології”)

Розподіл балів, які отримують студенти для іспиту

| Структура курсу | | Вид роботи студента, максимальна кількість балів | | | | Сума балів за модуль |
|------------------------------------|---------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | | Виконана практичні роботи | Модульна письмова контрольна робота | Виконані тестові завдання | Виконана самостійна письмова робота | |
| Змістовний модуль 1 | Тема 1. | - | 3 | 3 | 2 | 8 |
| | Тема 2. | - | | | | |
| | Тема 3. | - | | | | |
| Змістовний модуль 2 | Тема 1. | - | 5 | 2 | 2 | 9 |
| | Тема 2. | - | | | | |
| Змістовний модуль 3 | Тема 1. | - | 2 | 2 | 2 | 11 |
| | Тема 2. | 5 | | | | |
| Змістовний модуль 4 | Тема 1. | - | 4 | 3 | 2 | 12 |
| | Тема 2. | 3 | | | | |
| Змістовний модуль 5 | Тема 1. | - | 3 | 3 | 2 | 10 |
| | Тема 2. | - | | | | |
| | Тема 3. | 2 | | | | |
| Сума балів за видами роботи | | 10 | 17 | 13 | 10 | 50 |
| Підсумкова письмова робота (іспит) | | | | | | 50 |
| Сума балів за семестр | | | | | | 100 |

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

ТЕМА 1. ВСТУП. ГІДРОГЕОЛОГІЯ ЯК НАУКА. ПОХОДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Гідрогеологія – наука про підземні води: їх походження, умови залягання, закони руху, фізичні властивості, хімічний склад, взаємозв'язки з поверхневими та атмосферними водами, а також про форми і умови впливу людини на підземні води, їх господарське значення [11].

Підземні води, їх походження, динаміка, якісні і кількісні зміни в часі і геологічна діяльність є предметом вивчення науки гідрогеології.

До підземних відносяться всі води, які знаходяться в ґрунтах і гірських породах нижче поверхні Землі і дна поверхневих водойм. Вони є частиною водної оболонки Землі – гідросфери і тісно пов'язані з поверхневими водами (ріками, озерами, морями, океанами) і водами атмосфери. У зв'язку з цим підземні води беруть участь в загальному кругообігу води у природі.

За походженням виділяють декілька типів підземних вод:

1. **Інфільтраційні підземні води.** Утворюються у результаті просочування (інфільтрації) у водопроникні гірські породи атмосферних опадів [2, 5, 6, 11]. Як доказ цього походження підземних вод є факт підвищення рівня ґрунтових вод у колодязях під час випадання великої кількості атмосферних опадів, танення потужного сніжного покриву або пониження рівня ґрунтових вод у засушливі роки.

Інфільтраційні води – основне джерело поповнення запасів підземних вод. Часто спостерігається надходження води у водоносні горизонти з рік, озер, боліт. Одночасно підземні води часто беруть участь у живленні поверхневих вод.

2. **Конденсаційні підземні води.** У деяких кліматичних зонах, наприклад пустелях, де атмосферних опадів випадає мало, а випаровування значне, у формуванні підземних вод велике значення має конденсація водяної пари у порах і тріщинах гірських порід [2, 5, 6, 11]. Цей процес пов'язаний з різною пружністю водяної пари атмосферного і ґрунтового повітря. Якщо пружність водяної пари у вільному повітрі більша, аніж у повітрі, яке заповнює пори гірської породи, ґрунтів, то пара буде переміщуватись з повітря у ґрунти. Потрапляючи у зону нижчих температур, у ґрунтах, гірських породах, водяна пара починає конденсуватись і переходить у рідкий стан. Аналогічний процес може відбуватись в середині гірської породи, якщо в її окремих частинах пружність водяної пари різна. В результаті цього процесу формуються лінзи прісної води над засоленими ґрунтовими водами.

3. **Седиментогенні підземні води** (седиментум – осад). Це води морського походження. Вони формувались одночасно з накопиченням морських відкладів [2, 5, 6, 11]. У процесі наступного геологічного розвитку такі води

можуть зазнавати наступних значних змін у процесі діагенезу, тектонічних рухів і дії інших факторів. Особливо великі зміни зазнають води морського походження під час значного тектонічного занурення і захоронення водовміщуючих порід потужними шарами молодших відкладів. Води потрапляють в умови підвищених температур і тисків. Часто такі води називають *похованими*.

Деякі дослідники велике значення у формуванні глибоких пластових вод відводять елізійним процесам (елізю – витискування). Цей процес виглядає як витискування у результаті занурення на значні глибини первинних алеврито-глинистих порід, які вміщують 80 – 90 % води. Під дією високих тисків, температур відбувається ущільнення алеврито-глинистих товщ, яке зростає в міру занурення. Цей процес супроводжується витискуванням седиментаційних вод у водопроникні піщані шари. *Ці води часто називають переміщеними*.

4. **Ювенільні (ювеніліс – юний) або магматогенні підземні води.** Деякі джерела підземних вод у районах сучасної або недавньої вулканічної діяльності мають підвищену температуру і вміщують у розчиненому стані незвичні для поверхневих вод сполуки і газові компоненти [11]. Ці води формуються з пари яка виділяється з магми під час її охолодження. Піднімаючись по глибоких тектонічних тріщинах і розломах, водяна пара потрапляє в область нижчих температур. У цих умовах вони конденсуються і переходять в крапельно-рідкий стан.
5. **Відновленні, або дегідратаційні, води.** Формуються у результаті виділення з мінеральних мас, які вміщують кристалізаційну воду [2, 5, 6, 11]. Такий процес переходу із зв'язаного у вільний стан можливий в умовах підвищених температур і тисків.

ТЕМА 2. ВИДИ ВОДИ У ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ

Існує декілька схем класифікації видів води у гірських породах. Найбільш широко використовуваною є схема у якій виділяють сім видів води:

1. Вода у вигляді пари.
2. Фізично зв'язана вода.
 - 2.1. Міцно зв'язана вода.
 - 2.2. Слабко зв'язана вода.
3. Вільна вода.
 - 3.1. Капілярна вода.
 - 3.2. Гравітаційна вода.
4. Вода у твердому стані.
5. Кристалізаційна вода [11].

Вода у вигляді пари (пароподібна) зустрічається у повітрі, яке займає вільні від рідкої води пори, тріщини в гірських породах. Під час пониження температури пара переходить в крапельно-рідкий стан, а під час підвищення температури плівкова і інші види води в ґрунті перетворюється в пару. Вона знаходиться в динамічній рівновазі з іншими видами води і з парою води в

атмосфері і володіє великою рухомістю. Рухомість пов'язана з неоднаковою пружністю пари в різних шарах порід і в атмосфері.

Фізично міцнозв'язана вода (гігроскопічна) утворюється шляхом адсорбції (поглинання) молекул пароподібної води на поверхні мінеральних частинок гірських порід. Міцнозв'язана вода більше за все притаманна для тонкодисперсних порід – суглинків, глин. Процес адсорбції полягає в тому, що частини пухких осадових гірських порід, які мають розмір сотих і тисячних частин міліметра і менше, володіють значною поверхневою енергією і електричним зарядом. За рахунок поверхневої енергії і електричного заряду частинок породи притягують молекули води, які є жорсткими диполями. Міцнозв'язана вода покриває частинки породи одномолекулярною тонкою плівкою, яка міцно утримується молекулярними і електростатичними силами.

Адсорбована вода за своїми властивостями відрізняється від звичайної води і подібна до твердого тіла: вона в'язка, пружна, замерзає при температурі -78°C тощо [11].

Фізично слабкозв'язана вода (плівкова) розташовується на поверхні частинок породи поверх міцнозв'язаної. Вона формує товстішу плівку з декількох шарів молекул і утримується молекулярними силами. Чим потужніша плівка, тим менше молекулярні зв'язки у її крайовій частині. Тому зовнішні шари слабкозв'язаної води вже доступні для живлення рослин.

Якщо товщина плівок у сусідніх частинок різна, то відбувається повільне переміщення води від частинки з більшою товщиною плівки до частинок з менш тонкою плівкою до їх вирівнювання.

Капілярна вода заповнює частково або повністю капілярні (волосяні) трубки, вузькі пори і тріщини гірських порід і ґрунтів і утримується в них силами поверхневого натягу (капілярних менісків).

Вологість відкладів, у яких всі капіляри заповнені водою, називають капілярною вологоємністю.

Капілярна вода в залежності від того, має вона зв'язок з рівнем ґрунтових вод, або ні поділяється на:

- а) **капілярно-підвішена вода**, яка не пов'язана з рівнем підземних вод. Вона зазвичай утворюється у верхній частині ґрунтів і піщано-суглинистих ґрунтів зони аерації за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Підвішена вода здатна до висхідних переміщень в рідкій формі під час випаровування. В нижній частині ця вода має поверхню менісків, які і протидіють руху капілярно-підвішеної води вниз;
- б) **капілярно-підтягнута вода** розташовується безпосередньо над рівнем ґрунтових вод, від якого вона піднімається знизу вгору, формуючи капілярну облямівку. Висота капілярного підйому залежить від складу гірських порід і коливається від перших сантиметрів в крупнозернистих відкладах до 2–3 м і більше в суглинках. Капілярно-підтягнута вода гідравлічно пов'язана з ґрунтовими водами. Тому під час сезонних і багаторічних коливань рівня ґрунтових вод змінюється і верхня поверхня капілярної облямівки [2, 11].

Гравітаційна вода (крапельно-рідинна) здатна вільно переміщуватись по порах, тріщинах і інших пустотах під дією сили тяжіння або гідродинамічного напорю. Вона може бути поділена на воду, яка заповнює повністю всі пори, тріщини і інші пустоти у водопроникних гірських породах і утворювати горизонти підземних вод, і воду, яка просочується зверху вниз в зоні аерації, тобто в зоні, розташованій вище підземних вод.

Вода у твердому стані у вигляді кристалів, прошарків і лінз льоду може утворюватись під час сезонного промерзання водонасичених гірських порід, але особливо розвинена в областях розповсюдження багаторічно мерзлих гірських порід. За температури порід нижче нуля гравітаційна і частина зв'язаної води замерзає.

Кристалізаційна (хімічно зв'язана) вода входить до складу низки мінералів і приймає участь в їх кристалічній ґратці (наприклад, гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)). Видалення кристалізаційної води приводить до зміни фізичних властивостей мінералів. Видалення можливе лише шляхом нагрівання при високій температурі і викликає розпад мінералу.

ТЕМА 3. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ ГІДРОГЕОЛОГІЇ

Водопроникність (фільтраційні властивості) – здатність гірських порід пропускати воду. Водопроникність порід обумовлюється наявністю пустот. За ступенем водопроникності всі гірські породи поділяються на три групи:

1. **водопроникні** – піски, гравій, галечники, тріщинуваті пісковики, конгломерати і інші скельні породи, тріщинуваті і закарстовані вапняки, доломіти;
2. **слабо проникні** – супіски, легкі суглинки, леси, нерозкладений торф тощо;
3. **відносно водопроникні або водонепроникні** – глини, важкі суглинки, розкладений торф, не тріщинуваті масивні кристалічні і зцементовані осадові породи [11].

Водопроникність пухких зернистих порід (пісок, гравій, галечник) визначається розмірами зерен і характером їх будови. У цих породах вода рухається по порах між окремими зернами. Чим крупніші зерна, якими складена товща порід, тим більша її водопроникність. При зменшенні розмірів зерен зменшуються розміри пор, а відповідно і їх водопроникність. У природних умовах у більшості випадків пухкі уламкові породи складені різнозернистим матеріалом – піщано-гравійним, гравійно-галечниковим і іншими, що впливає на ступінь водопроникності порід.

Водопроникність гірських порід характеризується **коефіцієнтом фільтрації** – швидкістю руху води за одиницю часу при гідравлічному градієнті рівному одиниці.

Напірним або гідравлічним градієнтом називають відношення різниці напорів в двох точках гідростатичної поверхні до відстані між ними, рахуючи по горизонталі [11].

Капілярністю називається властивість рідини підніматися або опускатися у дуже тонких трубках (капілярах) [11]. Цим явищем пояснюється

здатність деяких порід всмоктувати воду знизу. Явище капілярності обумовлюється притягуванням молекул води молекулами гірської породи у стінках тих каналів, у яких вода переміщується, і взаємним притягуванням самих молекул води. Тому капілярність проявляється лише в тих породах, у яких переплетені між собою порожнини мають надзвичайно малі розміри.

Від складу пухких порід залежить їх **вологоємність**, тобто здатність вміщувати і утримувати в собі ту або іншу кількість води. Розрізняють:

- ✓ *повну вологоємність* – вода заповнює всі пори гірської породи, включно з капілярними. Вона виражається співвідношенням об'єму води, яка заповнює усі пори, до загального об'єму породи;
- ✓ *молекулярну вологоємність* – показує кількість води (плівкова вода), яка утримується в породі силами молекулярного зчеплення після того, як вся гравітаційна вода зтече з породи.

Максимальна молекулярна (плівкова) вологоємність відповідає кількості води, яка знаходиться у порах породи у вигляді плівок навколо частинок, що складають породу, і утримується силами молекулярного зчеплення.

Різниця між повною і максимальною молекулярною вологоємністю називають *водовіддачею гірської породи*. **Водовіддача** – це здатність насиченої водою породи віддавати вільну воду. Відношення об'єму стікаючої води до об'єму всієї породи називається *коефіцієнтом водовіддачі*, який виражається у відсотках. Для крупнозернистих пісків, гравію, галечнику тощо коефіцієнт водовіддачі практично співпадає з величиною їх пористості. Водовіддача суглинків, супісків значно менша.

З практичною метою важливо знати питому водовіддачу – кількість вільної води, яку можна отримати з 1м³ породи.

Капілярна вологоємність відповідає кількості води, яка заповнює лише капілярні пори і утримується силою поверхневого натягу.

У природному стані усі гірські породи вміщують воду, яка називається *природною вологістю*; величина якої в породі може змінюватись у часі.

Водопроникність тріщинуватих порід залежить від розміру і характеру тріщин, а у розчинних гірських породах і від ступеня їх закарстованості (карстових каналів).

Якщо підземні води *рухаються по порах* в пухких гірських породах, вони **називаються поровими**;

якщо *по тріщинах* – **тріщинними**;

якщо *по тріщинах і карстових каналах* – **тріщинно-карстовими**, або просто **карстовими**.

Контрольні питання

1. Які води відносяться до підземних?
2. Що є предметом вивчення гідрогеології?
3. Які типи підземних вод виділяють за походженням?
4. Які типи підземних вод утворюються під час просочування у водопроникні гірські породи атмосферних опадів?

5. Які типи підземних вод утворюються під час конденсації водяної пари у порях і тріщинах гірських порід?
6. Які типи підземних вод формувались одночасно з накопиченням морських відкладів?
7. Які типи підземних вод формуються з пари, яка виділяється з магми під час її охолодження?
8. Які типи підземних вод формуються у результаті її виділення з мінеральних мас, які вміщують кристалізаційну воду?
9. Схарактеризуйте пароподібну воду.
10. Схарактеризуйте фізично міцнозв'язану воду.
11. Схарактеризуйте фізично слабкозв'язану воду.
12. Схарактеризуйте капілярно-підвішену воду.
13. Схарактеризуйте капілярно-підтягнуту воду.
14. Схарактеризуйте гравітаційну (крапельно-рідинну) воду.
15. Схарактеризуйте кристалізаційну (хімічнозв'язану) воду.
16. Схарактеризуйте водопроникність (фільтраційні властивості) гірських порід, ступені водопроникності гірських порід.
17. Дайте визначення поняття “коефіцієнт фільтрації”.
18. Дайте визначення поняття “капілярність”.
19. Дайте визначення вологості гірських порід, типи вологості.
20. Дайте визначення поняття водовіддача гірських порід.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

ТЕМА 1. ТИПИ ПІДЗЕМНИХ ВОД. БЕЗНАПІРНІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ

За умовами залягання і гідравлічними ознаками підземні води поділяються на:

1. Безнапірні (з вільною поверхнею);
2. Напірні, або артезіанські;
3. Тріщинні і карстові.

БЕЗНАПІРНІ ВОДИ поділяються на три типи:

- а) верховодка;
- б) ґрунтові води;
- в) міжпластові води [2, 5, 6, 11].

Верховодка утворюється у межах зони аерації на локальних водонепроникних шарах на порівняно невеликій глибині від поверхні Землі в результаті інфільтрації атмосферних опадів. За своєю суттю це тимчасові накопичення води на окремих лінзах водонепроникних порід серед водопроникних. Такі води, як правило, мають обмежене розповсюдження.

Потужність водонасичених шарів верховодки коливається від 0,5 до 2–3 м. Потужність залежить від розміру водоупорної лінзи і кількості атмосферних опадів.

Ґрунтові води приурочені до першого від поверхні витриманого водопроникного шару, розташованого на першому від поверхні витриманому водонепроникному шарі. За гідравлічними особливостями це води безнапірні, з вільною поверхнею. Вище рівня ґрунтових вод розташовується капілярна облямівка (зона капілярного підняття).

Область живлення ґрунтових вод співпадає з областю розповсюдження водопроникних порід.

Ці води можуть накопичуватись як у пухких пористих породах, так і у тріщинуватих та закарстованих гірських породах.

У ґрунтових водах розрізняють:

- ✓ *верхній рівень* (поверхню), або *дзеркало ґрунтових вод*;
- ✓ *водонепроникне ложе*.

Вище дзеркала ґрунтових вод розташована зона аерації. В породах цієї зони – в порах, тріщинах і інших пустотах – знаходиться фізично зв'язана, капілярна вода, а також може знаходитись верховодка. Значна частина пустот зайнята паром води і повітрям.

Відстань від дзеркала (рівня) ґрунтових вод до водонепроникного ложа визначає **потужність водоносного горизонту**. Потужність водоносного горизонту змінюється:

- ✓ в міру руху води до областей розвантаження;
- ✓ в залежності від нерівностей рельєфу водонепроникного шару;
- ✓ в залежності від неоднакової інтенсивності живлення атмосферними опадами по роках.

Дзеркало ґрунтових вод повторює в згладженому вигляді усі нерівності рельєфу поверхні і має чітко виражений ухил у бік знижень – балок, рік, озер та інших знижень. Підкоряючись силі тяжіння, води рухаються у вигляді ґрунтового потоку до цих знижень, які називаються **областями розвантаження, або дренавання**. Тут відбувається їх розвантаження у вигляді джерел.

Ґрунтові води, у яких дзеркало представляє собою горизонтальну поверхню, називаються *басейнами ґрунтових вод* [11].

Ґрунтові води, у яких дзеркало має ухил, рухаються у напрямку ухилу і називаються *потокотом ґрунтових вод*. Ґрунтові води рухаються порами, тріщинами у вигляді окремих більш-менш паралельних між собою потоків – це ламінарний тип руху води. *Швидкість руху підземних вод залежить від водопроникності гірських порід і ухилу їх поверхні*

Під ухилом розуміють співвідношення: h/l , де

h – перевищення рівня води в одній точці над рівнем води в іншій;

l – відстань між точками.

*Ухил дзеркала ґрунтових вод називають також **напірним градієнтом** або **гідралічним нахилом** і позначають буквою I .*

Джерелами живлення ґрунтових вод є: атмосферні опади, які просочуються (дощ, сніг, який тане); інфільтраційні поверхневі води (води рік, озер, боліт); підтік з інших водоносних горизонтів; конденсація пари води [11]. Рівень (кількість і якість) ґрунтових вод змінюється з часом в залежності від кліматичних умов, особливо кількості атмосферних опадів: більше опадів – рівень ґрунтових вод підвищується і, навпаки, в маловодні роки – понижується. Під час цих коливань деякі шари періодично заповнюються та осушуються. Таким чином, на просторі від поверхні Землі до водоупорного ложа виділяють три зони:

- а) зона аерації;
- б) зона періодичного насичення водою, яка розташована між мінімальними і максимальними рівнями підземних вод (періодичне осушення і наповнення);
- в) зона постійного насичення між мінімальним рівнем ґрунтових вод і водоупорним ложем.

Разом з коливанням рівня ґрунтових вод змінюється їхній *дебіт* (дебіт – витрата) та, іноді, і хімічний склад вод.

У природі існує гідралічний зв'язок ґрунтових вод з поверхневими водоймами – ріками, озерами, які також відіграють певну роль у режимі ґрунтових вод:

- ✓ у засушливі сезони поверхневі водойми дренають підземні води, а рівень останніх має нахил до водойми;
- ✓ під час повеней, паводків у прибережній зоні виникає зворотній ухил – від ріки;
- ✓ після спаду рівня води у поверхневих водоймах рівень ґрунтових вод, для досягнення рівноваги, поступово знижується.

Про характер цього зв'язку можна судити за *картою гідроізогіпс*. *Картою гідроізогіпс* називається поверхня дзеркала ґрунтових вод, зображена в *гідроізогіпсах* або *лініях*, що з'єднують однакові абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод. На цих картах вказують лінії однакової висоти рівня ґрунтових вод за площею. Карти гідроізогіпс дають можливість вивчати режим ґрунтових вод (висотного розташування рівня ґрунтових вод) на основі систематичних замірів рівня ґрунтових вод у свердловинах, колодязях.

Міжпластові безнапірні води відрізняються від ґрунтових тим, що знаходяться між двома водонепроникними шарами. Водонепроникні породи, які підстелюють водоносний горизонт, називаються *водоупорним ложем*, а водонепроникні породи, які перекривають водоносний шар, – *водотривкою кривлею* [11]. Як правило, такі води розвиваються в умовах розчленованого рельєфу і залягають вище базису ерозії (місцевої гідрографічної сітки). Вони не заповнюють повністю весь шар водовміщуючих порід і виходять у вигляді джерел в берегових схилах ярів і рік. Міжпластові води є проточними і за умовами руху аналогічні низхідним ґрунтовим водам.

ТЕМА 2. НАПІРНІ (АРТЕЗІАНСЬКІ) ПІДЗЕМНІ ВОДИ

До напірних, або артезіанських, відносяться підземні води, які розташовані між двома водонепроникними шарами гірських порід, повністю заповнюють простір між ними і розташовуються поза зоною впливу місцевого дренажу (рік, ярів, інших знижень).

Такі води формуються, як правило, у межах різноманітних тектонічних прогинів земної кори, а також при моноклінальному заляганні гірських порід.

Артезіанським басейном називається геологічна структура, яка вміщує один, два або декілька напірних водоносних горизонтів, розташованих на значних площах [11].

Артезіанські басейни виділяються на основі тектонічних, стратиграфічних і літологічних ознак [3, 8, 9, 11]. У кожному артезіанському басейні розрізняють наступні області: область живлення, область розвантаження (дренування), область напору.

Областю живлення напірних вод є площа виходу на денну поверхню водоносного шару, який розташований на найвищих гіпсометричних відмітках. Атмосферні опади надходять на цій поверхні у водопроникні шари, рухаються по схилу водонепроникних шарів до центральної частини басейну, заповнюють весь водоносний шар і набувають гідростатичного напору.

Областю розвантаження (дренування) називають ділянки виходів напірних підземних вод на поверхню, яка відрізняється нижчим гіпсометричним розташуванням у порівнянні з областю живлення.

Область напору – це основна площа розповсюдження артезіанських вод, розташована між областями живлення і розвантаження. Величина напору і висота рівня підземних вод залежить від висотного розташування областей живлення і розвантаження.

Пряма лінія, якою умовно можна з'єднати рівні стояння води в областях живлення і розвантаження, приблизно покаже до якої висоти підніметься напірна вода під час її розкриття колодзями, свердловинами в тому чи іншому місці, тобто покаже напірний рівень даного водоносного горизонту. Рівень напірних вод називають **п'езометричним рівнем** і виражають в абсолютних відмітках (відносно рівня моря). Там де п'езометричний рівень розташовується вище поверхні Землі, напірні води само виливаються або фонтанують зі свердловин.

За моноклінального залягання порід вода, яка надходить в області живлення, переміщується по падінню шару і також набуває гідростатичний напір, особливо у тому випадку зміни водопроникних порід водонепроникними вниз по падінню.

Тріщинні і карстові води будуть ґрунтовно проаналізовані нами нижче.

Контрольні питання

1. На які типи підземні води поділяються за умовами залягання і гідравлічними ознаками?
2. Схарактеризуйте верховодку.
3. Схарактеризуйте ґрунтові води.
4. Які зони виділяють між поверхнею Землі і водонепроникними шарами.
5. Дайте визначення поняття “потужність водоносного горизонту”.
6. Які джерела живлення ґрунтових вод Ви знаєте?
7. Дайте визначення карти гідроізопс.
8. Схарактеризуйте міжпластові води.
9. Які води відносяться до напірних, або артезіанських?
10. Дайте визначення поняття артезіанський басейн.
11. Які області розрізняють у артезіанському басейні? Схарактеризуйте їх.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

ТЕМА 1. ДЖЕРЕЛА, ЇХНЯ ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Природний вихід підземних вод на поверхню називається **джерелом**. Джерела, як правило, приурочені до річкових долин, балок, ярів, які прорізають водоносні горизонти. Умови природних виходів підземних вод різні і залежать від:

- ✓ складу водовміщуючих порід (пористі або тріщинуваті);
- ✓ задернованості схилу;
- ✓ умов залягання гірських порід і інших факторів [11].

Джерела поділяються на два різновиди: **низхідні і висхідні** [11].

Низхідні джерела утворюються під час виходу на земну поверхню верховодки, ґрунтових вод, а також ненапірних міжпластових вод.

Як правило, низхідні джерела формуються на схилах річкових долин, ярів, балок. При горизонтальному заляганні водонепроникного шару джерела утворюються з обох боків долини приблизно на одному рівні.

При моноклінальному заляганні водонепроникного шару джерела формуються на одному боці долини.

У випадку, коли схили долини, яка розкриває водоносний горизонт, перебиваються схиловими відкладами, вони можуть маскувати істинне місце виходу підземних вод на денну поверхню, сприяючи формуванню джерел в інших місцях.

Всі перелічені вище джерела відносяться до *постійно* діючих.

Періодично діючі джерела утворюються у тих випадках, коли на поверхні водонепроникного шару є пониження. Під час підвищення рівня ґрунтових вод вони починають переливатися через край западини, утворюючи діюче джерело, а під час зниження – зникають (пересихають).

В карстових районах зустрічається особливий тип періодично діючих джерел – *сифонний*. Вони формуються у тих випадках, коли канал, яким з карстової порожнини виводиться вода, має форму сифона. Під час підвищення рівня води у карстовій порожнині (печері) до висоти верхнього коліна сифона джерело починає діяти. Коли вода з печери через сифон витече, джерел зникне.

Низхідні джерела також формуються у результаті штучного розкриття безнапірних вод (верховодки, ґрунтових, міжпластових безнапірних).

Дебіти низхідних джерел залежать від низки факторів і змінюються від частин літра до декількох десятків кубічних метрів за секунду.

Висхідні джерела утворюються в місцях виходу на денну поверхню напірних вод. Їх відмінною рисою є характер виходу струменя води, яка, піднімаючись під тиском знизу фонтанує. Висхідні джерела можуть утворюватись під дією *гідростатичного тиску, тиску газу (нарзани) або водяної пари (гейзери)*.

ТЕМА 2. РЕЖИМ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Режим підземних вод – зміни в часі рівнів підземних вод, температури, фізичних властивостей, хімічного і газового складу, швидкості руху і витрат підземних вод [11].

Режим підземних вод, головню, визначається:

- ✓ геологічними умовами;
- ✓ кліматичними умовами;
- ✓ господарською діяльністю людини (осушення, зрошення, будівництво гідротехнічних споруд тощо).

Режим ґрунтових і артезіанських вод суттєво відрізняється між собою.

Режим ґрунтових вод визначається метеорологічними факторами: атмосферними опадами, температурою повітря, атмосферним тиском, випаровуванням. Нерівномірність інфільтрації атмосферних опадів є основною причиною змін режиму ґрунтових вод. Зміни рівнів ґрунтових вод відбувається не лише протягом одного гідрологічного року, а й в багаторічні періоди.

У тріщинуватих і закарстованих породах коливання рівнів також визначається, головню, метеорологічними факторами. Максимальний підйом рівня підземних вод спостерігається на весну (період сніготанення), а також влітку і восени (літні та осінні дощі). Амплітуда річних коливань може досягати 10 м [11].

Режим артезіанських басейнів лише в крайових частинах артезіанських басейнів має сезонні коливання.

Суттєвий вплив на режим підземних вод має антропогенний фактор – зрошування, осушення, водопостачання, водовідведення з кар'єрів, шахт тощо.

Довготривала експлуатація підземних вод для водопостачання сприяє утворенню депресійних воронки, поступове поглиблення і розширення яких призводить до зниження рівнів навіть тих артезіанських водоносних горизонтів, що глибоко залягають.

Зрошування може викликати підвищення рівня ґрунтових вод, засолення ґрунтів.

Під час добування корисних копалин порушення загальних гідрогеологічних умов спричиняє не лише зміни рівня, але й мінералізації вод.

Контрольні питання

1. Що називається джерелом?
2. Які різновиди джерел розрізняють?
3. В яких умовах формуються низхідні джерела? Схарактеризуйте їх.
4. В яких умовах формуються висхідні джерела? Схарактеризуйте їх.
5. Наведіть визначення поняття режиму підземних вод.
6. Якими факторами визначається режим підземних вод?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4

ТЕМА 1. ВЛАСТИВОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Основними фізичними властивостями підземних вод є:

1. Температура.
2. Колір.
3. Прозорість.
4. Смак.
5. Запах.
6. Електропровідність [11].

Температура підземних вод змінюється в широкому діапазоні. У високогірних районах і в областях розповсюдження багаторічної мерзлоти температура підземних вод низька, місцями навіть нижче нуля (-5° і нижче). В районах вулканічної діяльності, а також в районах виходів гейзерів і на великій глибині температура води подеколи перевищує $+120^{\circ}$. Температура не глибокозалегаючих вод помірних широт змінюється у межах $5-12^{\circ}$ [11].

Колір підземних вод залежить від наявних у них механічних і колоїдних домішок. Жовтуватий і буруватий відтінок воді надають органічні домішки, закисні сполуки заліза і сірководню забарвлюють воду у зеленувато-блакитний колір. Більшість підземних вод безбарвні [11].

Прозорість підземних вод залежить від вмісту механічних домішок і органічних речовин. Прозорість визначають як висоту водяного стовпа у сантиметрах, на дні якого можна прочитати спеціальний шрифт [11].

Смак підземним водам надають розчинені мінеральні речовини, гази і домішки. Смак визначають по воді, підігрітій до $20-30^{\circ}$ [11].

Запах у підземних вод як правило відсутній. Деколи підземні води мають запах тухлих яєць (надає сірководень), іноді присутні болотний, гнилистий, пліснявий і інші запахи. Для точного визначення запаху, водонагрівають до $50-60^{\circ}$ [11].

Електропровідність води залежить від концентрації розчинених речовин – катіонів та аніонів. Величина електропровідності дає можливість судити про загальну мінералізацію підземних вод. Електропровідність прісної води коливається у межах від $1,3 \times 10^{-3}$ до 33×10^{-5} ом [11].

Хімічний склад підземних вод. В розчиненому вигляді у природних водах присутні біля 60 елементів періодичної системи Менделєєва [11]. Найбільш розповсюдженими у підземних водах є: Cl, S, C, N, R, Na, Mg, Ca, Fe, Al, Si і інші. Склад підземних вод залежить від їх походження (залишкові морські, інфільтраційні, змішані і інші), а також від міри і характеру водообміну і взаємодії з гірськими породами, по яких вони протікають. У процесі руху підземних вод відбувається вилуговування гірських порід і збагачення вод мінеральними солями. За кількістю розчинених речовин підземні води надзвичайно різноманітні – від абсолютно прісних до розсолів (ропи). *Сумарний вміст розчинених солей у підземних водах прийнято називати*

загальною мінералізацією, яка виражається у грамах або міліграмах на літр (г/л, мг/л, ‰) [14].

Згідно із загальною мінералізацією, підземні води поділяються (табл. 1).

Таблиця 1

Поділ підземних вод згідно із загальною мінералізацією і переважаним гідрохімічним типом [14]

| За О. М. Овчинниковим | | | За В. І. Вернадським |
|---------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| Характеристика вод | Загальна мінералізація г/л | Переважаничі гідрохімічні типи | |
| Ультрапрісні | 0,2 | Гідрокарбонатні | Прісні |
| Прісні | 0,2–0,5 | Гідрокарбонатні | |
| Води з відносно підвищеною мінералізацією | 0,5–1,0 | Гідрокарбонатні і гідрокарбонатно-сульфатні | |
| Солонуваті (слабо мінералізовані) | 1–3 | Сульфатно-хлоридні | Солонуваті |
| Солоні (середньої мінералізації) | 3–10 | Сульфатно-хлоридні | |
| Води підвищеної солоності (сильно мінералізовані) | 10–35 | Хлоридно-сульфатні і переважно хлоридні | |
| Води, перехідні до розсолів | 35–50 | Хлоридні | Солоні |
| Розсоли | 50–400 (500) | Хлоридні | Розсоли |

Гідрохімічні типи підземних вод визначаються за вмістом переважаючих аніонів і катіонів і їхнім співвідношенням. Серед іонів найбільше практичне значення мають: катіони Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , F^{3+} ; аніони OH^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- та недосіційовані сполуки: SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 . З газів зустрічаються: вуглекислий (CO_2), метан (CH_4), кисень (O_2), азот (N_2), сірководень (H_2S), деколи гелій, радон і інші [11].

Найбільш розповсюдженими серед аніонів є: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , а серед катіонів: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Співвідношення цих шести основних елементів і визначає основні властивості підземних вод – лужність, солоність і твердість [14].

За вмістом аніонів виділяють три класи вод:

1. Гідрокарбонатні.
2. Сульфатні.
3. Хлоридні.

Виділяють також декілька проміжних: гідрокарбонатно-сульфатні, хлоридно-сульфатні і інші.

За співвідношенням з катіонами кожний з цих типів вод може бути натрієвим, або кальцієвим, або магнієвим, або змішаним – магнієво-кальцієвим, кальцієво-натрієвим і іншими.

Серед найбільш важливих *хімічних параметрів підземних вод* визначають: **реакцію води, жорсткість води.**

Реакція води – концентрація водневих іонів, або так звану активну реакцію води, яка виражається величиною *pH* [11]. При температурі 22° у чистій воді міститься 10^{-7} водневих і гідроксильних іонів, звідси для нейтральних вод $pH = 7$.

При $pH > 7$ вода має лужну реакцію, а при $pH < 7$ – кислу.

За величиною *pH* води поділяються на:

1. Дуже кислі ($pH < 5$).
2. Кислі ($pH = 5 - 7$).
3. Нейтральні ($pH = 7$).
4. Лужні ($pH > 7 - 9$).
5. Високо лужні ($pH > 9$).

У більшості випадків підземні води мають слабо лужну реакцію. Води вугільних пластів мають кислу і дуже кислу реакції [11].

Твердість води обумовлюється вмістом іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} . Розрізняють загальну, тимчасову і постійну твердість води.

Загальна жорсткість обумовлюється вмістом у воді всіх солей кальцію і магнію: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$.

Тимчасова жорсткість обумовлюється вмістом у воді бікарбонатів (солей HCO_3^-) кальцію і магнію, які усуваються з води під час її кип'ятіння, у результаті їх руйнування і переходу у слабо розчинні карбонати, які випадають в осад.

Постійна, яка залишається у воді після видалення бікарбонатів.

В одному і тому ж джерелі жорсткість води змінюється протягом року.

Особливо актуальними є дослідження агресивності води у будівництві, зокрема агресивність по відношенню до бетону та арматури (заліза).

Агресивними є підземні води, які вміщують понаднормово сульфати, агресивну вуглекислоту, луги, загальні кислоти, кисень і інше.

Сульфатна агресивність виникає при вмісті у воді іонів SO_4^{2-} понад 250 мг/л, при цьому відбувається кристалізація в бетоні нових сполук: утворюється гіпс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) зі збільшенням об'єму на 100% і сульфоалюмінату кальцію зі збільшенням об'єму у 2,5 рази, що і викликає руйнування бетону [11].

При **вуглекислій агресивності** відбувається розчинення і вилуговування з бетону карбонату кальцію [11].

Агресивність **вилуговування** відбувається за рахунок розчинення і вимивання з бетону вапняку при малому вмісті у воді HCO_3^- . За такого малого вмісту, частина вільної вуглекислоти буде агресивно діяти на бетон [11].

Загальнокислотна агресивність обумовлена низьким значенням показника *pH*, за рахунок чого підсилюється розчинення вапняку [11].

Магnezійна агресивність, як і сульфатна призводить до руйнування бетону при проникненні у тіло бетону води, з підвищеним вмістом Mg^{2+} (понад 750 мг/л) [11].

Корозія – це руйнівна дія підземних вод на метал. Вона обумовлюється наявністю у воді вільного кисню і водню (при $pH < 5$) [11].

В природних умовах спостерігається широтна і вертикальна гідрохімічна зональність підземних вод. Широтна зональність ґрунтових вод тісно пов'язана зі змінами кліматичних умов у напрямку з півночі на південь. Зокрема, на території колишнього СРСР виділено два типи вод:

1. Ґрунтові води вилуговування, характерні для областей з надлишковим зволоженням і змінних від ультрапрісних на півночі до вод підвищеної мінералізації (понад 1 г/л) на півдні.
2. Ґрунтові води континентального засолення, характерні для сухих степів, пустель і пустель. Це переважно солонуваті і солоні води [14].

В артезіанських басейнах вертикальна гідрохімічна зональність пов'язана з різними умовами водообміну. Виділяють декілька зон:

1. Зона активного водообміну, у якій води рухаються від областей живлення до областей розвантаження і виходять у вигляді джерел. У цьому випадку підземні води достатньо швидко оновлюються за рахунок вод, які заново надходять з атмосферними опадами і характеризуються невеликою мінералізацією і гідрокарбонатно-кальцієвим складом.
2. Зона сповільненого водообміну, яка розташовується глибше, де поновлення вод відбувається за тривалий час (за тисячі і сотні тисяч років). Відповідно підвищується мінералізація підземних вод і склад стає гідрокарбонат-сульфатним, сульфатним і хлоридно-сульфатним.
3. Зона досить сповільненого водообміну (ще більш занурена), у якій терміни оновлення підземних вод оцінюється від мільйона до багатьох мільйонів років. Тут розвинуті підземні води підвищеної солоності і навіть розсоли головно сульфатно-хлоридного і хлоридного типу.

Висока мінералізація підземних вод пов'язана не лише з їх походженням (наприклад, залишкові морські), а й розповсюдженням солей у товщах гірських порід. Саме взаємодія підземних вод з гірськими породами визначає загальну мінералізацію і склад підземних вод.

ТЕМА 2. МІНЕРАЛЬНІ І ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ

Мінеральними називаються підземні води, які мають фізіологічний вплив на організм людини і які використовуються з лікувальною метою [14].

Лікувальні властивості підземних вод визначаються підвищеною температурою і вмістом деяких хімічних компонентів – заліза, бромю, йоду, радону, вуглекислоти, сірководню і інших.

За загальною мінералізацією серед них зустрічаються *прісні, солонуваті і солоні*.

За температурними показниками виділяють декілька типів: *холодні*, з температурою до 20°; *теплі* – від 20 до 37°; *гарячі (власне термальні)* – від 37 до 42°; *дуже гарячі (гіпертермальні)* – понад 42°.

Найбільша кількість мінеральних вод приурочено до молодих гірських споруд: Карпат, Кавказу, Паміру і до районів сучасної вулканічної діяльності.

За складом, властивостями і лікувальним значенням виділяють декілька бальнеологічних груп мінеральних вод:

1. *Вуглекислі мінеральні води*, формування яких пов'язане з термометаморфізмом карбонатних порід (при температурі біля 400°) на контакті з молодими магматичними інтрузіями.
2. *Сірководневі (сульфідні) мінеральні води*, серед яких розрізняють:
 - 2.1. азотні сірководневі, які генетично пов'язані з четвертинними торфовищами і відносно неглибоко залягаючими гіпсоносними породами;
 - 2.2. метанові сірководневі води, які пов'язані з бітумінозними і нафтоносними відкладами і формуються в глибоких частинах артезіанських басейнів;
 - 2.3. вуглекислі сірководневі приурочені до районів сучасної вулканічної діяльності.
3. *Радіоактивні мінеральні води*, формування яких пов'язане з кислими інтрузивними магматичними гірським породами. Найбільш розповсюдженими серед них є радонові води. Серед цього типу підземних мінеральних вод виділяють:
 - холодні радонові води в корах звітрювання;
 - термальні радонові води, які приурочені до тектонічних тріщин в кислих магматичних породах (гранітах) [14].

Контрольні питання

1. Перелічіть головні фізичні властивості підземних вод.
2. Які елементи є найбільш розповсюдженими у підземних водах?
3. Від чого залежить склад підземних вод?
4. Що називається загальною мінералізацією підземних вод?
5. Відтворіть схеми поділу підземних вод згідно з їхньою загальною мінералізацією і переважаючим гідрохімічним типом.
6. За якими критеріями визначаються гідрохімічні типи підземних вод?
7. Перелічіть найрозповсюдженіші у підземних водах аніони.
8. Перелічіть найрозповсюдженіші у підземних водах катіони.
9. Які класи підземних вод виділяють за вмістом аніонів?
10. Які класи підземних вод виділяють за вмістом катіонів?
11. Чим обумовлюється жорсткість води?
12. Які різновиди жорсткості води виділяються?
13. Які підземні води називаються мінеральними?
14. Які бальнеологічні групи мінеральних вод виділяються?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5

ТЕМА 1. ОСОБЛИВИ ВИПАДКИ ЗАЛЯГАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД. ПІДЗЕМНІ ВОДИ КРІОЛІТОЗОНИ

Багаторічна (вічна) мерзлота – такий стан гірських порід, коли вони мають температуру нижче 0° протягом тривалого часу (від декількох років до тисяч років) і більше [11]. **Райони поширення мерзлих порід називають кріолітозоною.** Наука про мерзлі гірські породи називається геокріологією. Вона вивчає закономірності розвитку і розповсюдження мерзлих порід, їхні фізико-механічні властивості, фізико-геологічні явища, які поширені в кріолітозоні і питання теплової меліорації мерзлих гірських порід у зв'язку з різноманітною господарською діяльністю людини.

Вода, яка вміщується у багаторічномерзлих породах, знаходиться в твердому (у вигляді льоду) або у розсіяному (у вигляді кристалів) стані, або у вигляді льодяних лінз, прошарків і навіть пластів льоду певної потужності і протяжності. В останньому випадку лід формує своєрідну породу, яка називається викопним льодом.

У випадку, коли сипучі породи, які мають від'ємну температуру, вміщують воду в твердому стані у кількостях, недостатніх для її цементації, то такий випадок називають *сухою вічною мерзлотою*.

Площа багаторічномерзлих гірських порід у масштабах усієї Землі складає біля 23 % від поверхні суші [11]. На крайній півночі Євразії, Північної Америки розташована зона суцільного поширення багаторічної мерзлоти і викопного льоду. Хоча, у зоні суцільної мерзлоти є ділянки немерзлих порід, які приурочені до зон тектонічної порушеності, під річками, великими озерами, а також на ділянках, де відбуваються окисно-відновні реакції, які виконують утеплюючу роботу навколишнього середовища [4, 7, 8, 11].

Загалом, для зони багаторічномерзлих гірських порід і викопного льоду *характерна широтна зональність*:

- а) на крайній півночі поширена зона багаторічномерзлих гірських порід і викопного льоду;
- б) у середній зоні розташовані *райони багаторічної мерзлоти з островами таликів* (незамерзлих порід);
- в) до цього району з півдня прилягають райони, де багаторічна мерзлота розповсюджена тільки місцями на загальному фоні талих порід – це *зона острівної мерзлоти і перелітків* невеликих лінз мерзлих ґрунтів, які формуються після суворих зим і зберігаються протягом декількох років [11].

Потужність шару багаторічної мерзлоти встановлена не для всіх районів. Потужність товщі багаторічномерзлих порід коливається в межах від декількох метрів до 600–800 м і більше. У високогірних районах потужність мерзлої товщі перевищує 1000 м.

У зоні багаторічномерзлих гірських порід виділяють *діяльний, активний або сезонноталий шар* – це верхній шар землі, який восени і взимку замерзає, а

протягом весняно-літнього періоду відтаює [11]. Потужність сезонно талого шару різна і залежить від кліматичних умов, рельєфу, характеру ґрунтів, підстилаючих їх гірських порід та наявності рослинності.

Зустрічаються ділянки, на яких мерзлі і немерзлі гірські породи перешаровуються – це, так звана, шарувата мерзлота [11].

Підземні води зони багаторічної мерзлоти (кріолітозони). Підземні води кріолітозони взаємопов'язані з підземними водами сусідніх областей, цей зв'язок підтримується через ділянки таликів, які порушують перешкоди у зв'язках підземних і поверхневих вод.

Підземні води зони багаторічної мерзлоти поділяються на: надмерзлотні, міжмерзлотні і підмерзлотні [11].

Надмерзлотні води у свою чергу поділяються на:

- 1) верховодку;
- 2) ґрунтові води, які залягають вище місцевого базису ерозії;
- 3) ґрунтові води у відкладах заплавних терас і підруслові.

Режим надмерзлотних вод тісно пов'язаний з сезонним промерзанням і відтаюванням. З моменту початку промерзання діяльного шару зверху в осінній час вільна поверхня надмерзлотного горизонту переходить в поверхню під напором і води перетворюються у напірні, напір яких зростає в міру промерзання ґрунту. Їхня температура низька і рідко перевищує 5°.

Верховодка приурочена до сезонноталого шару. Надмерзлотні води типу верховодки залягають на товщі багаторічної мерзлоти, яка є для них водоупором. Як правило вони зустрічаються на широких плоских вододілах, рідше – на пологих схилах. У більшості випадків верховодка залягає у четвертинних відкладах. Потужність верховодки, як правило, змінюється у межах 1 – 3 м і залежить від низки факторів: географічної широти (зростає при просуванні на південь), рельєфу, літологічного складу порід, залісненості тощо.

Ґрунтові води, які залягають вище місцевого базису ерозії, приурочені до багаторічних таликів. Надмерзлотні води багаторічних таликів існують дякуючи тепловому впливу поверхневих вод. Залягають вони, головню, під великими озерами, розташованих на вододілах і в добре водопроникних валунно-галечникових товщах конусів винесення. Ґрунтові води багаторічних таликів розповсюджені переважно у гірських районах.

Міжмерзлотні води – це води, які циркулюють в масиві вічномерзлих порід, викопні льоди і тимчасово законсервовані багаторічною мерзлотою мерзлі водоносні горизонти.

Міжмерзлотні талики-жили відіграють величезну роль зв'язкових магістралей між надмерзлотними і підмерзлотними водами, а також є шляхами живлення підмерзлотних вод атмосферними опадами і поверхневими водами.

У більшості випадків міжмерзлотні води є напірними. Область їх живлення не співпадає з областю розповсюдження. Мають низьку температуру.

Підмерзлотні води – це води, які залягають нижче зони багаторічної мерзлоти. Як правило, ці води мають напір у кілька сотень метрів. За умовами залягання і циркуляції підмерзлотні води аналогічні підземним водам позамерзлотних зон. А ось умови живлення і стоку між ними різко відмінні.

Пластові підмерзлотні води залягають у різних осадових породах і майже завжди мають напір.

Пластово-тріщинні підмерзлотні води характерні для давніх порід (палеозой–юра). Циркулюють вони по тріщинах у пластах пісковиків, конгломератів, інших порід. А породи глинистого складу – глини, аргіліти, є водонепроникними, які розділяють підземні води на низку водоносних горизонтів. Води мають напір, який досягає декілька сотень метрів.

Тріщинно-карстові підмерзлотні води вивчені слабо.

Джерела областей вічної мерзлоти поділяються на низхідні і висхідні.

Низхідні джерела областей вічної мерзлоти формуються за рахунок надмерзлотних вод, розташованих вище місцевого базису ерозії. За режимом джерела надмерзлотних вод розділяються на сезонні і ті, які функціонують протягом круглого року. Дебіт обох типів джерел непостійний.

Висхідні джерела утворюються за рахунок виходів підмерзлотних вод. Режим джерел ускладнюється відтаюванням і замерзанням шляхів руху води, що обумовлює розділення висхідних джерел на наступні види:

- а) періодично зникаючі джерела;
- б) мігруючі;
- в) змінні;
- г) сезонні;
- д) непостійні за дебітом;
- е) постійні за дебітом.

Періодично замерзаючі та відтаюючі шляхи руху води маскують істинний стан водоносного горизонту, який живить джерело.

Наледі – особливі природні явища, які розповсюджені в зоні багаторічної мерзлоти. У результаті розвитку складних фізико-механічних процесів, які протікають в замерзлих породах, формуються горби здимання. У більшості випадків на поверхні цих пагорбів утворюються тріщини, по яких на поверхню землі виливається вода і замерзає.

Сукупність процесів – замерзання ґрунту і води, формування горбів, їх розтріскування, виливання води по тріщинах і її замерзання – називається процесом наледєформування, а результати цього процесу називають наледю [11].

Надмерзлотні води, внаслідок збільшення в об'ємі під час замерзання, розвивають надзвичайно високий тиск, під дією якого діяльний шар здимається і утворює налідний горб, але це мало відображається в рельєфі і лише в окремих випадках відбувається розрив промерзлого діяльного шару і частина надмерзлотних вод виливається на поверхню, де замерзає, формуючи наледі.

Гідролаколіти – підземні наледі, які бувають однорічні (сезонні) і багаторічні. Підземні наледі утворюють горби різної висоти, деколи до 30 м і діаметром до 80 м і більше. Крутизна схилів окремих гідролаколітів досягає 40°. Бувають також і пологі здуття і валоподібні підняття.

ТЕМА 2. ТРІЩИННІ ВОДИ

Підземні води часто приурочені до: *тріщин окремоостей, тріщин звітрювання, тектонічних тріщин і інше.*

Тріщини окремоостей розвиваються у магматичних гірських породах під час остигання розплавленої магми. Розмір тріщин окремоостей невеликі (волосяні), тому значної кількості води у цих тріщинах не зберігається.

У верхній частині земної кори під впливом процесів вивітрювання утворюються *тріщини звітрювання*, які іноді досягають значних розмірів (до декількох сантиметрів у поперечнику). Глибина тріщин деколи досягає декількох десятків метрів, що визначається потужністю найбільш звітрілої частини скельних порід. Кількість підземних вод, які знаходяться у тріщинах звітрювання, визначається фізико-географічними і геологічними умовами, а також складом скельних порід. Найбільша тріщинуватість, а тому і найбільші кількості підземних вод притаманні гранітам, вапнякам, доломітам та деяким іншим гірським породам.

Тектонічні тріщини також часто є шляхами циркуляції підземних вод. Скиди часто супроводжуються зонами подрібнення порід, по яких підземні води циркулюють найбільш вільно. Напірні води в тектонічних тріщинах земної кори також часто називають жильними водами. На своєму шляху вони можуть перетинати горизонти пластових і пластово-тріщинних вод, в результаті чого формуються змішані води, а також відбувається перелив напірних підземних вод з одного пластового або пластово-тріщинного горизонту в інший.

До глибоких тріщин у земній корі часто приурочені мінеральні і термальні джерела.

ТЕМА 3. КАРСТОВІ ВОДИ

Під карстом розуміють процес розчинення, або вилуговування, і частково розмиву тріщинуватих розчинних гірських порід рухомими (поверхневими і підземними) водами і пов'язане з цим утворення специфічних карстових западинних форм рельєфу на поверхні Землі і різних пустот, каналів і печер на глибині [14].

Головні умови розвитку карсту:

1. Наявність розчинних гірських порід (вапняків, доломітів, гіпсів, крейди, солей і інших).
2. Водопроникність гірських порід.
3. Рух води по тріщинах.
4. Розчинна здатність води.

Розвиток карстових процесів багато в чому визначається хімічним складом підземних вод, розчинені в підземних водах різноманітні солі і газові компоненти суттєво впливають на розчинність гірських порід. Вода, яка збагачена вуглекислотою, розчиняє вапняки в багато раз інтенсивніше, аніж хімічно чиста вода. Присутність в підземних водах NaCl підвищує розчинність гіпсу в 2,5–3,5 рази.

В карстових районах поглинання атмосферних опадів відбувається дуже швидко, через тріщини і воронки. Підземні води, які утворюються таким шляхом називаються *інфлюаційними*. Якщо підземні води повністю заповнюють канал, тов. ньому створюється гідростатичний тиск, завдяки якому вода з каналу по тріщинах може піднятися до верху.

В закарстованих породах спостерігається ніби два поверхи підземних вод: верхній, у вигляді розрізнених потоків, приурочених до найбільш розроблених шляхів, і нижній, де суцільно заповнені всі пустоти і тріщини порід, і підземні води утворюють суцільний потік, який рухається в горизонтальному напрямку, часто утворюючи на схилах постійно діючі джерела.

Контрольні питання

1. У якому вигляді вміщується вода у багаторічномерзлих породах?
2. Що називається сухою вічною мерзлотою?
3. На які типи поділяються підземні води зони багаторічної мерзлоти?
4. На які типи поділяються надмерзлотні підземні води зони багаторічної мерзлоти?
5. Чим представлені міжмерзлотні підземні води зони багаторічної мерзлоти?
6. На які типи поділяються підмерзлотні води за умовами залягання і циркуляції?
7. За рахунок яких вод формуються низхідні джерела областей вічної мерзлоти?
8. За рахунок яких вод формуються висхідні джерела областей вічної мерзлоти?
9. Які види висхідних джерел областей вічної мерзлоти сьогодні виділяються?
10. Які процеси відносяться до наледформування?
11. До тріщин якого генезису можуть бути приурочені підземні води?
12. Який процес розуміють під карстом?
13. Перелічіть головні умови розвитку карсту?
14. Які підземні води називаються інфлюаційними?

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття №1

Тема. Побудова карти гідроізогіпс. Розрахунки витрат плоского, радіального потоків. Геолого-геоморфологічні спостереження під час гідрологічної зйомки.

Завдання до виконання

1. Побудувати карту гідроізогіпс.
2. Провести розрахунки витрат плоского, радіального потоків.
3. Провести геолого-геоморфологічну характеристику території досліджень за результатами гідрологічної зйомки.

Карта гідроізогіпс є однією з різновидів гідрологічних карт, які складаються на підставі гідрологічних зйомок, розвідувальних робіт і режимних стаціонарних спостережень. Вона характеризує форму поверхні ґрунтових вод - першого від поверхні витриманого водоносного горизонту, що залягає на найближчому витриманому водонепроникному шарі (рис. 1). Таким чином, це карта поверхні ґрунтових вод в гідроізогіпсах, або лініях, що з'єднують однакові абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод. За аналогією з топографічними картами можна сказати, що карта гідроізогіпс – топографічна карта поверхні ґрунтових вод.

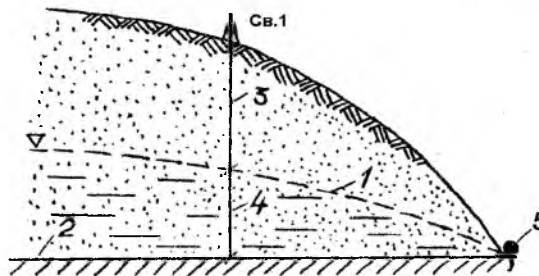


Рис. 1. Схема залягання ґрунтових вод:

1–поверхня (дзеркало, рівень) ґрунтових вод; 2–поверхня водонепроникного шару (ложе ґрунтових вод); 3–глибина залягання ґрунтових вод (в розрізі свердловини 1); 4–потужність ґрунтових вод (в розрізі свердловини 1) 5–джерело.

Для створення карт гідроізогіпс користуються даними замірів глибин залягання води в свердловинах чи колодязях на території розповсюдження водоносного горизонту, який нас цікавить. Глибини залягання ґрунтових вод перераховуються в кожній точці виміру на абсолютні відмітки рівня ґрунтових вод за формулою:

$$H_в = H_з - h, \text{ де}$$

$H_в$ –абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод; $H_з$ –абсолютна відмітка земної поверхні; h –глибина залягання ґрунтових вод.

Оскільки рівні ґрунтових вод дуже мінливі в часі і залежать від багатьох факторів (наприклад, гідрометеорологічних), карти гідроізогіпс необхідно чітко датувати і складати для певних проміжків часу. При цьому першочергове значення набувають карти для найнижчого і найвищого рівнів ґрунтових вод.

Розглянемо конкретний приклад побудови карти гідроізогіпс. За даними замірів у 16 свердловинах, закладених в алювіальному водоносному пласті у вигляді квадратної сітки (відстані між свердловинами 40 м, масштаб 1 : 1000), отримані нижченаведені відмітки рівня ґрунтових вод (в метрах): свердловина 1 – 9,0; свердловина 2 – 10,0; свердловина 3 – 11,0; свердловина 4 – 12,0; свердловина 5 – 10,0; свердловина 6 – 11,0; свердловина 7 – 12,0; свердловина 8 – 13,0; свердловина 9 – 11,0; свердловина 10 – 12,0; свердловина 11 – 13,0; свердловина 12 – 14,0; свердловина 13 – 12,0; свердловина 14 – 13,0; свердловина 15 – 14,0; свердловина 16 – 15,0. Перетин гідроізогіпс – 1 м.

Маючи дані замірів рівнів ґрунтових вод, в заданому масштабі наносимо на топографічну основу сітку свердловин (рис. 2).

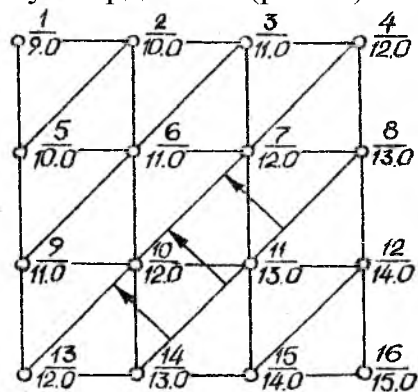


Рис. 2. Карта гідроізогіпс
→ течія води

Збоку від свердловини позначається її номер (у чисельнику дробу) і абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод (в знаменнику). Після цього, використовуючи за необхідності палетку, інтерполюємо через заданий перетин гідроізогіпс абсолютні відмітки рівня ґрунтових вод і, з'єднуючи плавними лініями точки з однаковими відмітками рівня ґрунтових вод, отримуємо карту гідроізогіпс. У розглянутому нами випадку, при заданому перерізі гідроізогіпс в 1 м з'єднуємо рівні й цілі значення відміток рівнів ґрунтових вод (10,0; 11,0; 12,0; 13,0 м і т.д.).

Форма поверхні ґрунтових вод залежить від геологічної будови, рельєфу, складу, потужності і умов залягання порід, умов живлення, дренажу і характеру зв'язку ґрунтових вод з поверхневими (річковими, озерними та ін.). Тому карти гідроізогіпс, що характеризують дану місцевість, мають велике практичне значення і дозволяють однозначно визначити:

1. Напрямок руху ґрунтових вод і характер ґрунтового потоку.

Напрямок руху ґрунтових вод визначають шляхом опускання перпендикуляра від гідроізогіпси з більшою відміткою (точка А на рис. 3) до гідроізогіпси з меншою відміткою. Напрямок руху ґрунтових вод збігається з цим перпендикуляром.

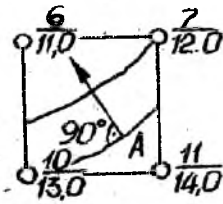


Рис. 3. Визначення напрямку руху ґрунтових вод

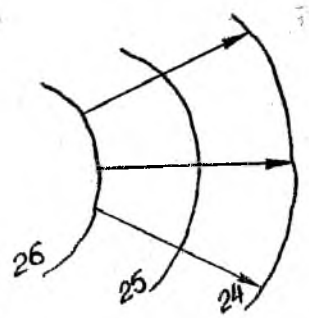


Рис. 4. Радіальний потік ґрунтових вод

Лінії, по яких рухаються ґрунтові води при сталому, незмінному в часі русі, називаються токами води. У випадках, коли токи води паралельні, ґрунтовий потік називається плоским. Ілюстрацією плоского потоку ґрунтових вод може служити рис. 2. Коли лінії токів розходяться або сходяться, потік називають радіальним і, відповідно, таким, що розходиться або сходиться (рис. 4).

2. Значення напірного градієнта (гідравлічного ухилу) – характеристика нахилу дзеркала ґрунтових вод. Напірний градієнт (I) є різницею абсолютних відміток дзеркала ґрунтових вод у визначених перерізах (свердловина 1 і свердловина 2, рис. 5), розділену на відстані між ними:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{l}, \text{ де}$$

H_1 – відмітка дзеркала води в свердловині 1; H_2 – відмітка дзеркала води в свердловині 2; l – відстань між свердловинами.

Для визначення напірного градієнта по карті гідроізогіпс на гідроізогіпсі з більшою відміткою беруть H_1 , а по перпендикуляру на гідроізогіпсі з меншою відміткою – H_2 . Відстань між гідроізогіпсами отримуємо, виходячи з масштабу карти.

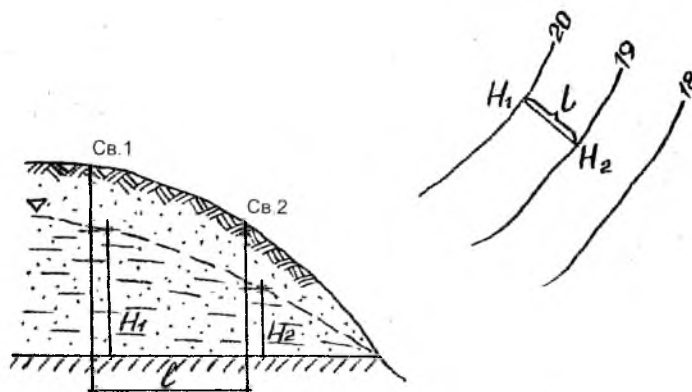


Рис. 5. Схема визначення напірного градієнта

Дуже важливо, що необхідні дані для розрахунку напірного градієнта можна отримати на будь-якій ділянці карти гідроізогіпс. Неважко зробити висновок, що чим менша відстань між гідроізогіпсами, тим більша величина напірного градієнта.

3. Співвідношення ґрунтових вод із поверхневими (річковими, озерними та ін.). Ґрунтові води зазвичай гідравлічно пов'язані з поверхневими (річковими, наприклад). Зв'язок між ґрунтовими та річковими водами може бути різним, що встановлюється за характером гідроізогіпс. Розглянемо конкретні випадки (рис. 6а, б, в).

Карта гідроізогіпс дозволяє правильно розташовувати призначені для перехоплення ґрунтових вод дренажні канали, які найбільш ефективно будуть працювати в тому випадку, якщо їх осі розташовані перпендикулярно напрямку руху потоку ґрунтових вод.

За картою гідроізогіпс, за наявності на ній горизонталей поверхні землі, можна визначити глибину залягання ґрунтових вод для будь-якої точки за різницею між відміткою горизонталі земної поверхні і відміткою гідроізогіпси в даній точці карти гідроізогіпс. Це дає можливість знайти в межах будівельного майданчика ділянки з найбільшою глибиною залягання ґрунтових вод – найбільш сприятливі з гідрогеологічного боку для будівництва.

Карти гідроізогіпс, побудовані на топографічній основі, супроводжуються зазвичай і картами (в ізолініях) рельєфу водонепроникного шару. Вони дозволяють вирішувати питання про потужності ґрунтових вод у будь-якому районі карти (вона дорівнюватиме різниці позначки гідроізогіпси і ізолінії водонепроникного шару).

Карти гідроізогіпс входять найважливішою складовою частиною до заключення про інженерно-геологічні умови проєктованого будівництва, мають також велике самостійне значення.

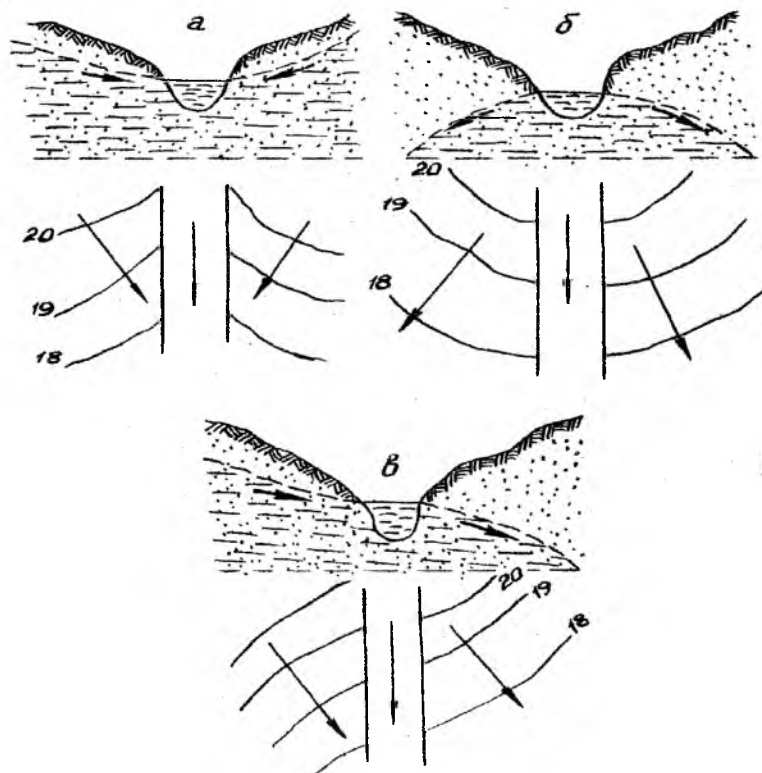


Рис. 6. Співвідношення між ґрунтовими та поверхневими водами:

а–річка дренує горизонт ґрунтових вод; *б*–річка живить ґрунтові води; *в*–річка живить ґрунтові вод на лівому березі і дренує їх на правому.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ КАРТ ГІДРОІЗОГІПС (варіант 1–15)

Завдання для побудови карт гідроізогіпс складені з розрахунком, щоб студенти оволоділи не тільки методичними прийомами побудови карт, а й навчилися вирішувати з їхньою допомогою конкретні практичні завдання із розрахунку гідрогеологічних умов будівельних майданчиків.

Карти гідроізогіпс і супутня їм графіка (гідрогеологічні розрізи, наприклад) будуються на міліметровому папері з подальшим перенесенням на ватман і виконанням тушшю (для зручності горизонталі рельєфу, гідроізогіпси і ізолінії водотривкого ложа малюйте різними кольорами: горизонталі - коричневим, гідроізогіпси - синім, ізолінії водотривкого ложа - чорним).

При використанні схем розташування свердловин (вони додаються до кожного варіанту), їх розміри необхідно збільшувати приблизно в два рази, дотримуючись при цьому масштабності схем.

В а р і а н т 1. За даними розвідувальних свердловин, закладених на правому березі р. Тиха у вигляді квадратної сітки (відстань між свердловинами 250 м, масштаб 1 : 2500; табл. 2; рис. 7), побудуйте карту гідроізогіпс перетином 1 м, а також ізолінії ложа ґрунтових вод перетином 1 м.

Таблиця 2

Дані розвідувальних свердловин в басейні р. Тиха

| № свердловини | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Абсолютні відмітки устя свердловин, м | 112 | 107 | 105 | 109 |
| Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод, м | 8,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| Потужність ґрунтових вод, м | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Тиха).
3. Значення напірного градієнта в районі проектування ТЕЦ.

Побудуйте гідрогеологічний розріз по лінії св. 3-4 і схарактеризуйте гідрогеологічні умови ділянки ТЕЦ.

В а р і а н т 2. За даними розвідувальних свердловин, закладених на правому березі р. Болотна у вигляді квадратної сітки (відстань між свердловинами 250 м, масштаб 1 : 2500; табл. 3; рис. 8), побудуйте горизонталі земної поверхні перетином 1 м, гідроізогіпси перетином 1 м та ізолінії ложа ґрунтових вод перетином 1 м.

Таблиця 3

Дані розвідувальних свердловин в басейні р. Болотна

| № свердловини | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-----|-------|-----|-----|
| Абсолютні відмітки устя свердловин, м | 120 | 116,5 | 115 | 118 |

| | | | | |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод, м | 10,0 | 11,5 | 11,0 | 9,0 |
| Глибина залягання водонепроникного горизонту, м | 18,0 | 17,5 | 17,0 | 15,0 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Болотна).
3. Значення напірного градієнта в районі проектування цукрового заводу.

Побудуйте гідрогеологічний розріз по лінії свердловин 1–2 і схарактеризуйте гідрогеологічні умови ділянки проектування цукрового заводу.

Варіант 3. За наявними даними (табл. 4 та рис. 9 – схема розташування свердловин) наведіть загальну характеристику ґрунтових вод в басейні р. Стубла і складіть в масштабі 1 : 5000 карту гідроізогіпс з перетином через 1 м, а також горизонталі земної поверхні з перетином через 5 м і ізолінії покрівлі водонепроникного шару з перетином через 2 м.

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Стубла).
3. Значення напірного градієнта на ділянках з його мінімальними та максимальними величинами.

Побудуйте гідрогеологічний розріз в напрямку, що проходить через свердловини № 6, 7, 8, 9, 10, 11. Масштаби: горизонтальний 1 : 5000, вертикальний – 1 : 200. Схарактеризуйте гідрогеологічні умови в районі об'єктів А і Б.

Таблиця 4

Дані розвідувальних свердловин в басейні р. Стубла

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Глибина від поверхні землі, м | |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | до води | до водонепроникних порід |
| 1 | 100 | 10 | 15 |
| 2 | 95 | 8 | 11 |
| 3 | 85 | 3 | 5 |
| 4 | 82 | 1 | 2,5 |
| 5 | 86 | 3 | 5,5 |
| 6 | 98 | 10 | 14 |
| 7 | 94 | 8 | 11 |
| 8 | 84 | 3 | 4,5 |
| 9 | 81 | 1 | 2 |
| 10 | 83 | 1,5 | 3 |
| 11 | 85 | 2 | 4,5 |
| 12 | 96 | 10 | 14 |
| 13 | 92 | 8 | 11 |
| 14 | 82 | 2 | 3 |
| 15 | 80,5 | 1 | 2 |

| | | | |
|----|----|-----|-----|
| 16 | 82 | 1 | 2,5 |
| 17 | 84 | 2 | 3 |
| 18 | 95 | 10 | 14 |
| 19 | 91 | 8 | 11 |
| 20 | 81 | 1,5 | 2,5 |
| 21 | 80 | 1 | 2 |
| 22 | 82 | 1,5 | 3 |

В а р і а н т 4. За даними розвідувальних свердловин, пробурених у вигляді квадратної сітки (відстані між свердловинами 100 м) в басейні р. Порожиста (табл. 5, рис. 10 – схема розташування свердловин) складіть в масштабі 1 : 2500 карту гідроізогіпс з перетином через 1 м і карту поверхні землі з перетином горизонталей через 1 м.

За картою гідроізогіпс визначіть:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на правому і лівому берегах р. Порожиста.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Порожиста). Побудуйте гідрогеологічний розріз в напрямку, що проходить через свердловини № 13, 19, 25 і схарактеризуйте гідрогеологічні умови будівництва споруди А.

Встановіть причину заболочування території.

Таблиця 5

Дані розвідувальних свердловин (басейн р. Порожиста)

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 118,0 | 110,1 |
| 2 | 117,1 | 110,5 |
| 3 | 115,9 | 110,2 |
| 4 | 113,6 | 110,2 |
| 5 | 110,0 | 110,0 |
| 6 | 117,2 | 111,3 |
| 7 | 116,0 | 111,8 |
| 8 | 114,5 | 111,5 |
| 9 | 111,6 | 111,6 |
| 10 | 113,4 | 111,6 |
| 11 | 116,2 | 112,5 |
| 12 | 115,2 | 113,4 |
| 13 | 113,2 | 113,2 |
| 14 | 114,0 | 113,1 |
| 15 | 115,2 | 113,0 |
| 16 | 115,7 | 114,4 |
| 17 | 114,7 | 114,7 |
| 18 | 114,9 | 114,5 |
| 19 | 115,4 | 114,5 |
| 20 | 116,4 | 114,4 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 21 | 116,0 | 116,0 |
| 22 | 115,6 | 115,4 |
| 23 | 116,8 | 115,5 |
| 24 | 116,8 | 115,5 |
| 25 | 117,6 | 115,2 |

Варіант 5. За наявними даними розвідувальних свердловин (табл. 6 і рис. 11 – схема розташування свердловин) наведіть загальну характеристику ґрунтових вод в басейні р. Солокія і складіть в масштабі 1 : 5000 карту гідроізогіпс з перетином через 1 м, а також проведіть горизонталі земної поверхні з перетином через 5 м та ізолінії покритву водонепроникного шару з перетином через 2 м.

Таблиця 6

Дані розвідувальних свердловин в басейні р. Солокія

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Глибина від поверхні землі, м | |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | до води | до водонепроникних порід |
| 1 | 90 | 10 | 15 |
| 2 | 92 | 10 | 15 |
| 3 | 92 | 10 | 15 |
| 4 | 90 | 10 | 15 |
| 5 | 85 | 8 | 12 |
| 6 | 86 | 8 | 12 |
| 7 | 87 | 8 | 12 |
| 8 | 86 | 8 | 12 |
| 9 | 85 | 8 | 12 |
| 10 | 80 | 6 | 9 |
| 11 | 82 | 6 | 9 |
| 12 | 82 | 6 | 9 |
| 13 | 80 | 6 | 9 |
| 14 | 75 | 3 | 5 |
| 15 | 76 | 3 | 5 |
| 16 | 76 | 3 | 5 |
| 17 | 75 | 3 | 5 |
| 18 | 73 | 2 | 3 |
| 19 | 70 | 1 | 2 |
| 20 | 71 | 1 | 2 |
| 21 | 71 | 1 | 2 |
| 22 | 70 | 1 | 2 |

За картою гідроізогіпс визначіть:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта в районі споруд А, Б, В.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Солокія).

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| На 20.07.1975 р. | - | 68,0 | 71,0 | 59,0 | 66,0 | 61,0 | 57,0 | 57,0 | 60,0 | 48,0 | 51,2 |
| На 20.10.1977 р. | - | 67,5 | 70,0 | 59,5 | 65,0 | 58,0 | 52,5 | 54,0 | 54,5 | 47,8 | 50,0 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Добра).
3. Значення напірного градієнта на одній із ділянок.

В а р і а н т 8. За даними розвідувальних свердловин, пробурених у басейні р. Студена (табл. 9, рис. 14 – схема розташування свердловин), побудуйте карту гідроізогіпс з перетином через 10 м. Масштаб 1 : 25000.

Таблиця 9

Дані розвідувальних свердловин

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 | 100 | 10 |
| 2 | 115 | 10 |
| 3 | 130 | 20 |
| 4 | 140 | 20 |
| 5 | 135 | 15 |
| 6 | 145 | 25 |
| 7 | 128 | 18 |
| 8 | 111 | 9 |
| 9 | 95 | 5 |
| 10 | 95 | 5 |
| 11 | 100 | 10 |
| 12 | 109 | 11 |
| 13 | 123 | 24 |
| 14 | 140 | 20 |
| 15 | 111 | 10 |
| 16 | 95 | 8 |
| 17 | 108 | 8 |
| 18 | 97 | 5 |
| 19 | 145 | 25 |
| 20 | 135 | 21 |
| 21 | 118 | 15 |
| 22 | 110 | 10 |
| 23 | 130 | 20 |
| 24 | 116 | 11 |
| 25 | 115 | 12 |
| 26 | 136 | 25 |
| 27 | 120 | 20 |
| 28 | 105 | 5 |
| 29 | 110 | 11 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на правому та лівому берегах р. Студена.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Студена).
4. Розрахуйте швидкість руху підземних вод на цих же ділянках, якщо коефіцієнт фільтрації становить 10 м / добу.

Побудуйте гідрогеологічний розріз в напрямку, що проходить через свердловини № 6, 7, 8, 11, 10.

В а р і а н т 9. За даними розвідувальних свердловин і джерел складіть в масштабі 1 : 25000 карту гідроізогіпс з перетином через 0,5 м. Свердловини та джерела розташовані на двох берегах р. Лісова (рис. 15 – схема розташування джерел і свердловин), їхні дані наведені у таблиці 10.

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на правому і лівому берегах р. Лісова.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Лісова).

Побудуйте гідрогеологічний розріз в напрямку, що проходить через свердловини № 8, 9, 10,11 і схарактеризуйте гідрогеологічні умови лівого берегу р. Лісова (за межами заболоченості) з метою відбору ділянки для будівництва селища.

Таблиця 10

Дані розвідувальних свердловин і джерел (долина р. Лісова)

| № | Пункт виміру | Абсолютні відмітки поверхні землі, м | Глибина від поверхні землі до дзеркала ґрунтових вод, м |
|----|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | Свердловина | 127,5 | 3,4 |
| 2 | " | 124,0 | 2,1 |
| 3 | Джерело | 119,7 | На поверхні |
| 4 | " | 118,9 | " |
| 5 | Свердловина | 123,1 | 1,9 |
| 6 | " | 126,1 | 3,6 |
| 7 | " | 125,1 | 2,2 |
| 8 | " | 121,4 | 0,5 |
| 9 | " | 121,5 | 0,8 |
| 10 | " | 123,9 | 2,4 |
| 11 | " | 125,7 | 3,4 |
| 12 | " | 116,9 | 0,2 |
| 13 | Джерело | 120,0 | На поверхні |
| 14 | Свердловина | 121,7 | 0,8 |
| 15 | " | 116,8 | 1,0 |
| 16 | Джерело | 119,9 | На поверхні |
| 17 | Свердловина | 122,9 | 2,3 |
| 18 | " | 117,5 | 1,1 |

| | | | |
|----|---|-------|-----|
| 19 | " | 121,4 | 1,0 |
|----|---|-------|-----|

В а р і а н т 10. Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів у шістнадцяти свердловинах, закладених у водоносному алювіальному шарі в басейні р. Дубрівка у вигляді квадратної сітки (табл. 11, рис. 16 – схема розташування свердловин). Відстань між свердловинами 50 м, масштаб 1 : 1000, перетин гідроізогіпс 0,2 м.

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на одній з ділянок правого берега р. Дубрівка
3. Розрахуйте швидкість руху ґрунтових вод на цій же ділянці, якщо коефіцієнт фільтрації становить 25 м/добу.
4. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Дубрівка).

Таблиця 11

Дані розвідувальних свердловин (басейн р. Дубрівка)

| № свердловини | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|----------------------------------------------|
| 1 | 7,1 |
| 2 | 6,6 |
| 3 | 6,0 |
| 4 | 5,5 |
| 5 | 6,5 |
| 6 | 6,0 |
| 7 | 5,5 |
| 8 | 3,8 |
| 9 | 6,0 |
| 10 | 5,4 |
| 11 | 4,8 |
| 12 | 4,2 |
| 13 | 6,7 |
| 14 | 6,2 |
| 15 | 6,0 |
| 16 | 5,7 |

В а р і а н т 11. За даними розвідувальних свердловин, закладених в районі великого торфовища (табл. 12, рис. 17 – схема розташування свердловин), побудуйте карту гідроізогіпс з перетином через 0,5 м (масштаб 1 : 5000) станом на 10.10.1979 року. Наведіть загальну характеристику гідрогеологічних умов території і виберіть ділянку, найбільш сприятливу в геологічному відношенні для будівництва.

Таблиця 12

Дані розвідувальних свердловин (район торфовища)

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Глибина залягання дзеркала ґрунтових |
|---------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|---------------|---------------------------------------|--------------------------------------|

| | | ВОД, м |
|----|------|--------|
| 1 | | |
| 2 | 52,0 | 2,1 |
| 3 | 51,5 | 1,5 |
| 4 | 51,2 | 2,0 |
| 5 | 52,0 | 2,5 |
| 6 | 52,5 | 2,2 |
| 7 | 51,1 | 1,1 |
| 8 | 50,0 | 0,7 |
| 9 | 51,3 | 1,8 |
| 10 | 49,8 | 0,3 |
| 11 | 50,8 | 0,5 |
| 12 | 50,7 | 1,1 |
| 13 | 48,0 | 0,2 |
| 14 | 51,3 | 2,0 |
| 15 | 50,0 | 0,0 |
| 16 | 50,3 | 0,2 |
| 17 | 50,3 | 0,9 |
| 18 | 49,9 | 0,7 |
| 19 | 50,0 | 1,4 |
| | 50,3 | 1,2 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта в районі торфовища та за його межами.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (озерних).

В а р і а н т 12. За даними розвідувальних свердловин, пробурених у вигляді квадратної сітки (відстань між свердловинами 100 м) в басейні р. Сонячна (табл. 13, рис. 18 – схема розташування свердловин) складіть в масштабі 1 : 2500 карту гідроізогіпс з перетином через 1 м і карту поверхні землі з перетином горизонталей через 1 м.

Таблиця 13

Дані розвідувальних свердловин (басейн р. Сонячна)

| № свердловини | Абсолютні відмітки устя свердловин, м | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 68,0 | 60,1 |
| 2 | 67,1 | 60,5 |
| 3 | 65,9 | 60,2 |
| 4 | 63,6 | 60,2 |
| 5 | 60,0 | 60,0 |
| 6 | 67,2 | 61,3 |
| 7 | 66,0 | 61,8 |
| 8 | 64,5 | 61,5 |
| 9 | 61,6 | 61,6 |

| | | |
|----|------|------|
| 10 | 63,4 | 61,6 |
| 11 | 66,2 | 62,5 |
| 12 | 65,1 | 63,4 |
| 13 | 63,2 | 63,2 |
| 14 | 64,0 | 63,2 |
| 15 | 65,2 | 63,0 |
| 16 | 65,7 | 64,4 |
| 17 | 64,7 | 64,7 |
| 18 | 64,9 | 64,4 |
| 19 | 65,4 | 64,5 |
| 20 | 66,4 | 64,4 |
| 21 | 66,0 | 66,0 |
| 22 | 65,6 | 65,4 |
| 23 | 66,2 | 65,6 |
| 24 | 66,8 | 65,2 |
| 25 | 67,6 | 65,2 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на правому та лівому берегах р. Сонячна.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Сонячна).

Побудуйте гідрогеологічний розріз в напрямку, що проходить через свердловини № 25, 20, 15, 10, 5 і схарактеризуйте гідрогеологічні умови будівництва об'єкту А.

Встановіть причину заболочування території.

Розставте на правому березі р. Сонячна дренажні канали.

В а р і а н т 13. Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів в шістнадцяти свердловинах, закладених у водоносному алювіальному шарі в басейні р. Чорна у вигляді квадратної сітки. Відстань між свердловинами 50 м, масштаб 1 : 1000 (табл. 14, рис. 19 – схема розташування свердловин). Перетин гідроізогіпс через 0,2 м.

Таблиця 14

Дані розвідувальних свердловин (басейн р. Чорна)

| № свердловини | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|----------------------------------------------|
| 1 | 5,0 |
| 2 | 3,8 |
| 3 | 6,5 |
| 4 | 7,5 |
| 5 | 6,0 |
| 6 | 4,0 |
| 7 | 5,0 |
| 8 | 6,2 |
| 9 | 7,5 |

| | |
|----|-----|
| 10 | 6,2 |
| 11 | 4,5 |
| 12 | 5,8 |
| 13 | 6,0 |
| 14 | 4,0 |
| 15 | 6,5 |
| 16 | 6,8 |

За картою гідроізогіпс визначте:

1. Напрямок руху підземних вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на правому та лівому берегах р. Чорна.
3. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Чорна).
4. Розрахуйте швидкість руху ґрунтових вод на правому і лівому берегах р. Чорна, якщо коефіцієнт фільтрації становить 20 м/добу.

В а р і а н т 14. Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів в шістнадцяти свердловинах, закладених у водоносному алювіальному шарі в басейні р. Золота у вигляді квадратної сітки (табл. 15, рис. 20 – схема розташування свердловин). Відстані між свердловинами 50 м, масштаб 1 : 1000, перетин гідроізогіпс 0,5 м.

Таблиця 15

Дані розвідувальних свердловин (басейн р. Золота)

| № свердловини | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|----------------------------------------------|
| 1 | 7,5 |
| 2 | 5,0 |
| 3 | 3,5 |
| 4 | 2,5 |
| 5 | 6,0 |
| 6 | 4,0 |
| 7 | 2,5 |
| 8 | 2,0 |
| 9 | 4,5 |
| 10 | 3,0 |
| 11 | 1,5 |
| 12 | 2,8 |
| 13 | 3,0 |
| 14 | 1,0 |
| 15 | 1,8 |
| 16 | 3,2 |

За картою гідроізогіпс визначте:

1. Напрямок руху ґрунтових вод (стрілками) і характер ґрунтового потоку.
2. Значення напірного градієнта на одній із ділянок правого берегу р. Золота.
3. Розрахуйте швидкість руху ґрунтових вод на цій же ділянці, якщо коефіцієнт фільтрації становить 25 м/добу.
4. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Золота).

В а р і а н т 15. Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів в шістнадцяти свердловинах, закладених у водоносному алювіальному шарі в

долині р. Липа у вигляді квадратної сітки (табл. 16, рис. 21 – схема розташування свердловин). Відстані між свердловинами 50 м, масштаб 1 : 1000, перетин гідроізогіпс 0,5 м.

Таблиця 16

Дані розвідувальних свердловин (долина р. Липа)

| № свердловини | Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод, м |
|---------------|----------------------------------------------|
| 1 | 6,0 |
| 2 | 9,5 |
| 3 | 7,5 |
| 4 | 6,0 |
| 5 | 6,5 |
| 6 | 10,0 |
| 7 | 8,5 |
| 8 | 6,5 |
| 9 | 8,5 |
| 10 | 11,5 |
| 11 | 7,5 |
| 12 | 6,0 |
| 13 | 7,5 |
| 14 | 9,05 |
| 15 | 8,0 |
| 16 | 6,5 |

За картою гідроізогіпс визначить:

1. Напрямок руху ґрунтових вод і характер ґрунтового потоку. Напрямок руху покажіть стрілками.
2. Значення напірного градієнта на ділянці з його максимальними і мінімальними величинами.
3. Розрахуйте швидкість руху ґрунтових вод на цих же ділянках, якщо коефіцієнт фільтрації становить 30 м/добу.
4. Співвідношення ґрунтових і поверхневих вод (р. Липа).

Додатки

Рисунки до варіантів

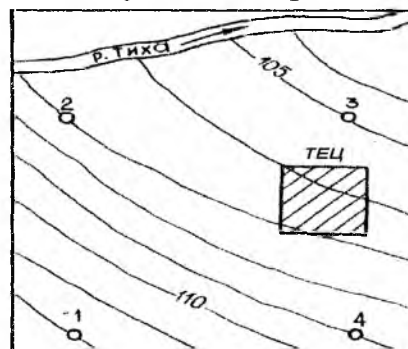


Рис. 7. Схема розташування свердловин на правому березі р. Тиха (варіант 1). Масштаб 1 : 2500

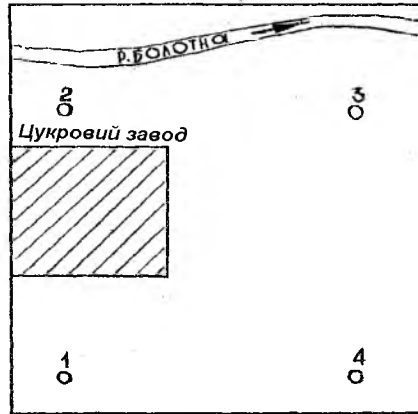


Рис. 8. Схема розташування свердловин на правому березі р. Болотна (варіант 2). Масштаб 1 : 2500

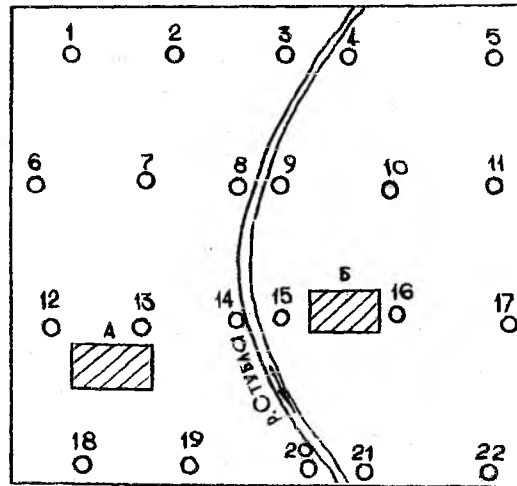


Рис. 9. Схема розташування свердловин в басейні р. Стубла (варіант 3). Масштаб 1 : 5000

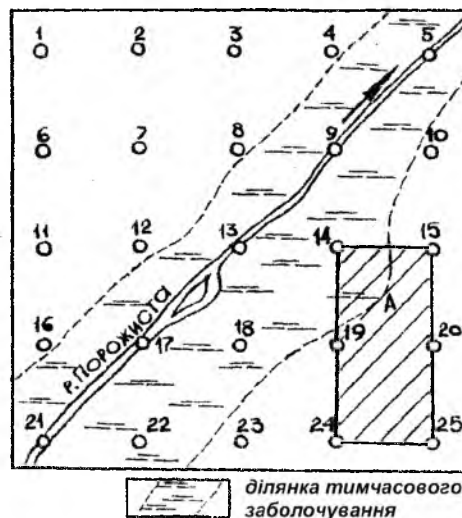


Рис. 10. Схема розташування свердловин в басейні р. Порожиста (варіант 4). Масштаб 1 : 2500

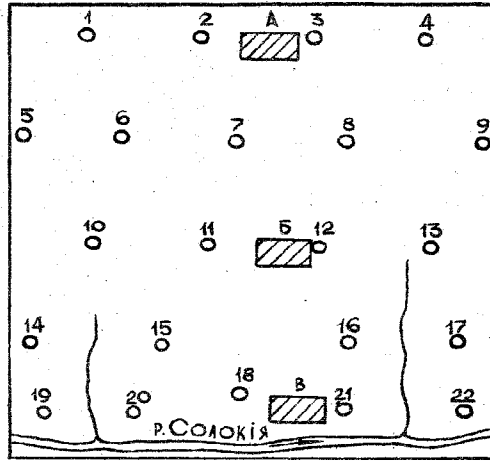


Рис. 11. Схема розташування свердловин в басейні р. Солокія (варіант 5). Масштаб 1 : 5000

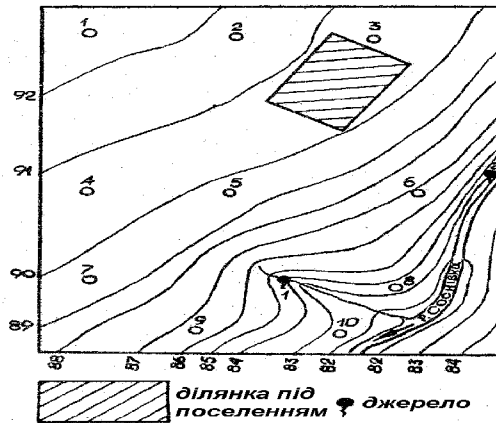


Рис. 12. Схема розташування свердловин та джерел на правому березі р. Соснівка (варіант 6). Масштаб 1 : 25000

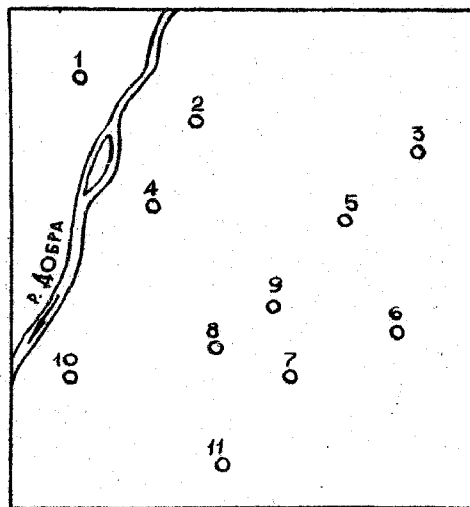


Рис. 13. Схема розташування свердловин в басейні р. Добра (варіант 7). Масштаб 1 : 25000

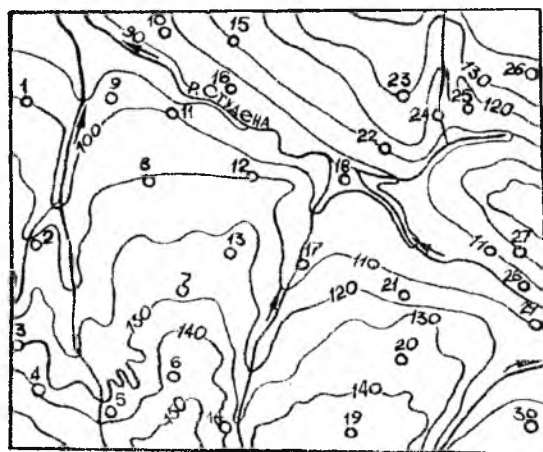


Рис. 14. Схема розташування свердловин в басейні р. Студена (варіант 8).
Масштаб 1 : 25000

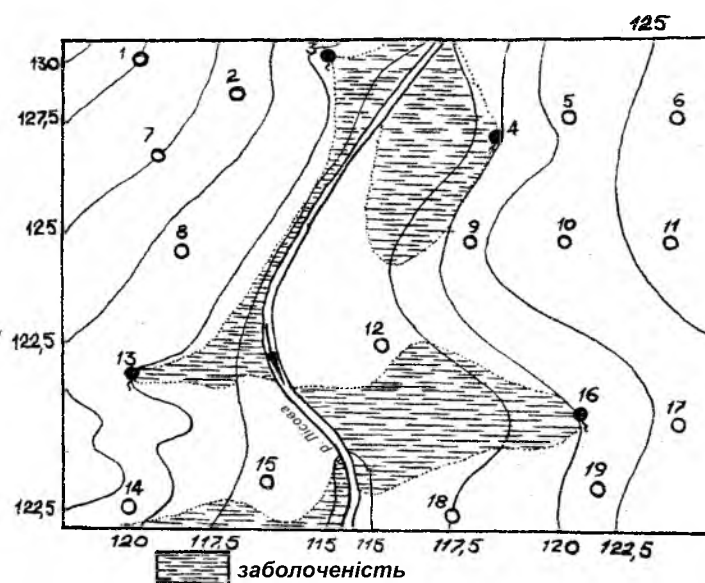


Рис. 15. Схема розташування свердловин в басейні р. Лісова (варіант 9).
Масштаб 1 : 25000

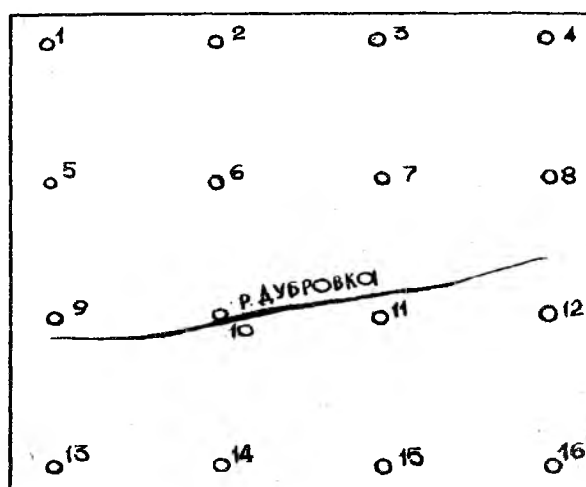
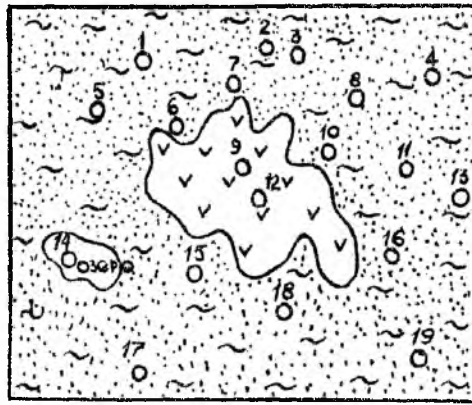


Рис. 16. Схема розташування свердловин в басейні р. Дубрівка (варіант 10).
Масштаб 1 : 1000





 торфoviще
 піски глинисті

Рис. 17. Схема розташування свердловин в районі торфoviща (варіант 11).
Масштаб 1 : 5000

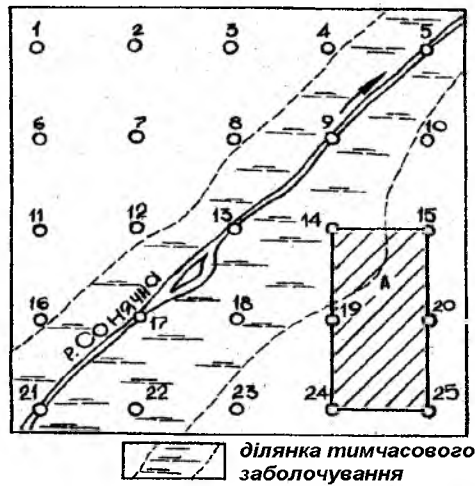


Рис. 18. Схема розташування свердловин в басейні р. Сонячна (варіант 12).
Масштаб 1 : 2500

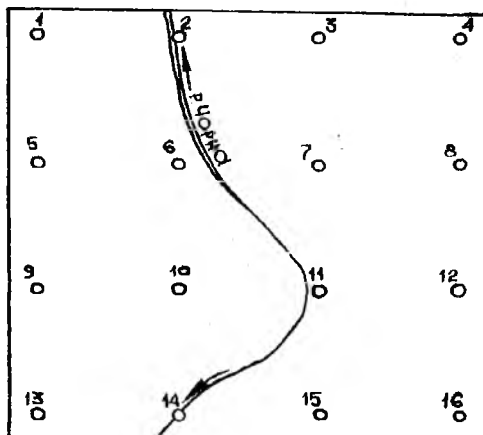


Рис. 19. Схема розташування свердловин в басейні р. Чорна (варіант 13).
Масштаб 1 : 1000

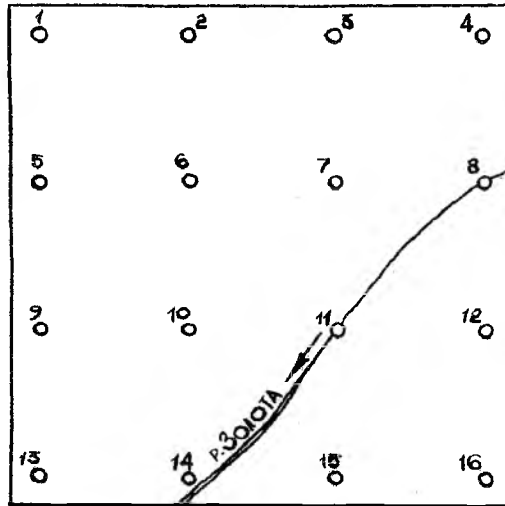


Рис. 20. Схема розташування свердловин в басейні р. Золота (варіант 14).
Масштаб 1 : 1000

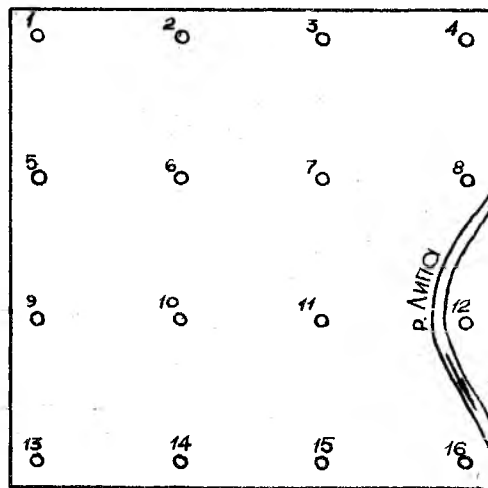


Рис. 21. Схема розташування свердловин в басейні р. Липа (варіант 15).
Масштаб 1 : 1000

Практичне заняття №2

Тема. Загальні закономірності формування і поширення підземних вод на території України.

Завдання до виконання

1. Схарактеризувати Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн.
2. Схарактеризувати Волино-Подільський артезіанський басейн.
3. Схарактеризувати Причорноморський артезіанський басейн.
4. Схарактеризувати гідрогеологічну провінцію Донецької складчастої області.
5. Схарактеризувати гідрогеологічну провінцію складчастої області Українського кристалічного щита.
6. Схарактеризувати гідрогеологічну провінцію складчастої області Гірського Криму.

7. Схарактеризувати гідрогеологічну провінцію складчастої області Українських Карпат.

Завдання практичної роботи полягають у розкритті регіональних закономірностей залягання і поширення підземних вод в межах головних геоструктурних областей України, а також ґрунтовних характеристик гідродинамічних і гідрохімічних особливостей їхнього формування. Текстова частина роботи супроводжується геологічними картами, перерізами іншим графічним матеріалом.

Рекомендована література:

1. *Ланге О. К.* Подземные воды СССР. Подземные воды Европейской части СССР / О. К. Ланге.–М.: Изд-во Москов. Ун-та.–1959, 270 с.
2. *Руденко Ф.А.* Гідрогеологія Української РСР / Ф. А. Руденко.–К.: Вища школа, 1971.–174 с.
3. Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М–34–XVIII (Рава-Руська), М–34–XIII (Червоноград), М–35–XIX (Львів).–К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба України, Національна акціонерна компанія «Надра України», Дочірнє підприємство «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2004.
4. Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М–34–XXIII (Пшемисль), М–35–XXIV (Дрогобич)–К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія, Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.
5. Геологічна карта і карта корисних копалин дочетвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М–34–XXIII (Пшемисль), М–35–XXIV (Дрогобич)–К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія, Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.
6. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М–34–XVIII (Рава-Руська), М–34–XIII (Червоноград), М–35–XIX (Львів). Волино-Подільська серія. Пояснювальна записка. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба України, Національна акціонерна компанія «Надра України», Дочірнє підприємство «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2004.–118 с.
7. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М–34–XXIII (Пшемисль), М–35–XXIV (Дрогобич). Карпатська серія. Пояснювальна записка. К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія, Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.–113 с.

Практичне заняття №3

Тема. Мінеральні і термальні води на території України.

Завдання до виконання

1. Схарактеризувати мінеральні води Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну.
2. Схарактеризувати мінеральні води Волино-Подільського артезіанського басейну.
3. Схарактеризувати мінеральні води Причорноморського артезіанського басейну.
4. Схарактеризувати мінеральні води гідрогеологічної провінції Донецької складчастої області.
5. Схарактеризувати мінеральні води гідрогеологічної провінції складчастої області Українського кристалічного щита.
6. Схарактеризувати мінеральні води гідрогеологічної провінції складчастої області Гірського Криму.
7. Схарактеризувати мінеральні води гідрогеологічної провінції складчастої області Українських Карпат.
8. Схарактеризувати термальні води Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну.
9. Схарактеризувати термальні води Волино-Подільського артезіанського басейну.
10. Схарактеризувати термальні води Причорноморського артезіанського басейну.
11. Схарактеризувати термальні води гідрогеологічної провінції Донецької складчастої області.
12. Схарактеризувати термальні води гідрогеологічної провінції складчастої області Українського кристалічного щита.

Завдання практичної роботи полягають у розкритті взаємозв'язків між геологічною будовою, тектонікою, літологічним складом водовмісних порід та покладами мінеральних та термальних вод у межах окремих родовищ мінеральних вод.

Рекомендована література:

1. *Ланге О. К.* Подземные воды СССР. Подземные воды Европейской части СССР / О. К. Ланге.–М.: Изд-во Москов. Ун-та.–1959, 270 с.
2. *Руденко Ф.А.* Гідрогеологія Української РСР / Ф. А. Руденко.–К.: Вища школа, 1971.–174 с.
3. Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М–34–XVIII (Рава-Руська), М–34–XIII (Червоноград), М–35–XIX (Львів).–К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба України, Національна акціонерна компанія «Надра України», Дочірнє підприємство «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2004.

4. Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М-34-XXIII (Пшемисль), М-35-XXIV (Дрогобич)-К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.
5. Геологічна карта і карта корисних копалин дочетвертинних відкладів. Масштаб 1 : 200 000. Аркуші М-34-XXIII (Пшемисль), М-35-XXIV (Дрогобич)-К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.
6. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М-34-ХVIII (Рава-Руська), М-34-ХIII (Червоноград), М-35-ХІХ (Львів). Волино-Подільська серія. Пояснювальна записка. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба України, Національна акціонерна компанія «Надра України», Дочірнє підприємство «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2004.-118 с.
7. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М-34-XXIII (Пшемисль), М-35-XXIV (Дрогобич). Карпатська серія. Пояснювальна записка. К.: Державний комітет природних ресурсів України, НАК «Надра України», ДП «Західукргеологія», Львівська геологорозвідувальна експедиція, 2005.-113 с.

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

1. Загальні принципи проведення гідрогеологічних досліджень.
2. Види і методи отримання гідрогеологічної інформації.
3. Головні види і структура гідрогеологічних досліджень.
4. Стадійність і завдання гідрогеологічних досліджень.
5. Режим і баланс підземних вод, мета і завдання їхнього вивчення.
6. Визначення гідрогеологічних параметрів за даними спостережень над режимом підземних вод.
7. Гідрогеологічні дослідження в зв'язку з оцінкою і прогнозами якості вод.
8. Гідрогеологічне обґрунтування зон санітарної охорони водозаборів підземних вод.
9. Проблеми пошуку і розвідки родовищ мінеральних, промислових і термальних підземних вод.
10. Особливості проведення гідрогеологічних досліджень в областях розповсюдження водорозчинних (карстових) порід.
11. Особливості проведення гідрогеологічних досліджень в областях розповсюдження вічномерзлих порід.
12. Гідрогеологічні дослідження у районах розвитку зсувів.
13. Гідрогеологічні дослідження у районах розвитку посадочних ґрунтів.
14. Гідрогеологічні дослідження для потреб меліорації.
15. Загальна будова головних геоструктурних елементів земної кори у межах території України.
16. Генетичні типи гірських порід.
17. Структурні та текстурні елементи осадових порід.
18. Гранулометричний склад гірських порід.
19. Фізичні властивості дисперсних гірських порід і їхні характеристики.
20. Методи визначення деяких характеристик вологості ґрунтів (вологості, меж пластичності глинистих ґрунтів, розмокання ґрунтів, набухання ґрунтів тощо).
21. Процеси, які пов'язані з діяльністю підземних вод (суфозія, пливуни).
22. Процеси, які пов'язані зі спільною діяльністю поверхневих і підземних вод (просадочність лесів, карст).

ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

- Ювенільні підземні води формуються під час:
 - виділення води з мінеральних мас,
 - накопичення (разом з які вміщують кристалізаційну воду накопиченням) морських відкладів
 - охолодження водяної пари, яка г) конденсації водяної пари у порах і виділяється з магми під час її тріщинах гірських порід охолодження
- Шляхом адсорбції (поглинання) молекул пароподібної води на поверхні мінеральних частинок гірської породи утворюються:
 - пароподібна вода
 - фізично слабо зв'язана вода
 - фізично міцно зв'язана вода
 - капілярна вода
- Швидкість руху води за одиницю часу при гідравлічному градієнті рівному одиниці характеризує:
 - капілярність
 - вологемність
 - коефіцієнт фільтрації
 - водовіддачу
- Здатність пухких порід вміщувати і утримувати в собі ту або іншу кількість води називається:
 - вологемністю
 - капілярністю
 - молекулярною вологемністю
 - водовіддачею
- Води, які приурочені до першого від поверхні водопроникного шару, розташованого на першому від поверхні водонепроникному шарі називаються:
 - верховодкою
 - грунтовою
 - капілярною
 - гравітаційною
- Зона аерації розташована:
 - вище дзеркала ґрунтових вод
 - по обидва боки від дзеркала ґрунтових вод
 - нижче дзеркала ґрунтових вод
 - нижче водонепроникного шару
- Між мінімальними і максимальними рівнями підземних вод розташована:
 - зона аерації
 - зона періодичного насичення
 - зона розвитку капілярно-підвішеної води
 - зона розвитку водонепроникних порід
- Підземні води водоносних горизонтів, перекритих і підстелених водонепроникними пластами гірських порід і розташовуються на великих площах, значних глибинах поза зоною впливу місцевого дренажу відносяться до:
 - ґрунтових
 - міжпластових ненапірних

б) артезіанських

г) верховодки

9. Низхідні джерела утворюються під час виходу на земну поверхню:

а) верховодки, ґрунтових вод і в) ненапірних і напірних
ненапірних міжпластових вод міжпластових вод

б) верховодки, ґрунтових вод і г) напірних міжпластових вод
напірних вод

10. Висхідні джерела утворюються в місцях виходу на денну поверхню:

а) напірних вод в) ненапірних міжпластових вод

б) верховодки, ґрунтових вод і г) верховодки і ґрунтових вод
ненапірних міжпластових вод

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гавич И. К., Семенова С. М., Швец С. М.* Методы обработки гидрогеологической информации с вариантами задач. / И. К. Гавич, С. М. Семенова, С. М. Швец.–М.: Недра, 1981.–160 с.
2. *Гидрогеология* / Под ред. В. М. Шестакова и М. С. Орлова.–М.: Высшая школа, 1984.–317 с.
3. *Климентов П. П., Кононов В. М.* Динамика подземных вод / Климентов П. П., Кононов В. М.–Недра, 1985.–384 с.
4. *Ланге О. К.* Подземные воды СССР. Подземные воды Европейской части СССР / О. К. Ланге.–М.: Изд-во Москов. Ун-та.–1959, 270 с.
5. *Обручѳв В. А.* Основы геологии / В. А. Обручѳв.–М.: Изд-во АН СССР, 1956.–359 с.
6. *Общая и полевая геология: Учебник для вузов* / А. Н. Павлов, И. А. Одесский, А. И. Иванов.–Л.: Недра, 1991.–463 с.
7. *Павлов А. Н.* Общая и полевая геология: Учебник для вузов / А. Н. Павлов, И. А. Одесский, А. И. Иванов.–Л.: Недра, 1991.–463 с.
8. *Попов А. И., Тушинский Г. К.* Мерзлотоведение и гляциология / Попов А. И., Тушинский Г. К.–Высшая школа, 1973.–271 с.
9. *Проблемы гидрогеологии* / [под ред. О. К. Ланге, Г. В. Богомоллова, Д. С. Соколова].– М.: Гос. Наук.-техн. изд-во лит-ры по геологии и охране недр, 1960.–366 с.
10. *Руденко Ф. А.* Гідрогеологія Української РСР / Ф. А. Руденко. – К.: Вища школа, 1971.–174 с.
11. *Скабалланович И. А.* Инженерная геология, гидрогеология и осушение месторождений / И. А. Скабалланович, М. В. Седенко.–М.: Госгортехиздат, 1963.–203 с.
12. *Шанцер Е. В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований / Е. В. Шанцер // Тр. Ин-та геол. наук. АН СССР.–1966.–Вып. 161.–239 с.
13. *Штогрин О. Д.* Підземні води четвертинних відкладів Передкарпаття / О. Д. Штогрин.–К.: Вид-во АН УРСР, 1963–137 с.
14. *Якушова А. Ф.* Общая геология / А. Ф. Якушова, Е. В. Хаин, В. И. Славин.–М.: Изд-во МГУ, 1988.–488 с.